

**Alma Mater Studiorum – Università di Bologna**

Facoltà di Chimica Industriale

Consorzio Assoform Rimini

**Master universitario in Tecnologie e Certificazione Ambientali**

**Romagna Ecologia**

**Piattaforma di Trattamento Reflui Industriali**

Tesi di Master  
**Laura Baravelli**

Direttore del Master  
**Prof. Luciano Morselli**

Tutor Aziendale:  
**Dott.ssa Maria Pina Ruperto**

Anno Accademico 2004-2005

## **Introduzione**

### **Capitolo 1 Rifiuti speciali, pericolosi e non pericolosi.**

<b>1.1</b>	Produzione, gestione e smaltimento dei rifiuti speciali	5
<b>1.2</b>	Disciplina normativa in materia di rifiuti	9

### **Capitolo 2 Processi alternativi o complementari al biologico**

<b>2.1</b>	Impianti a precipitazione chimica	17
<b>2.2</b>	Reattivi chimici	19
<b>2.3</b>	Ossidanti e disinfettanti	22
<b>2.4</b>	Altri materiali	23
<b>2.5</b>	Meccanismo d'azione reagenti chimici	25

### **Capitolo 3 Romagna Ecologia**

<b>3.1</b>	Presentazione impianto	27
<b>3.2</b>	Inquadramento del sito	35
<b>3.3</b>	Caratterizzazione idrografica ed idrologica	36
<b>3.4</b>	Qualità delle acque	38
<b>3.5</b>	Descrizione dell'impianto	41
<b>3.6</b>	Caratteristiche tecniche e fisiche dell'impianto	42
<b>3.7</b>	Linea di trattamento rifiuti speciali	43
<b>3.7.1</b>	Ricevimento	43
<b>3.7.2</b>	Stoccaggio	44
<b>3.7.3</b>	Trattamento e sedimentazione	47
<b>3.8</b>	Tipologie di rifiuto e relativi trattamenti	48
<b>3.8.1</b>	Acqua di lavaggio	48
<b>3.8.2</b>	Acqua di verniciatura	48
<b>3.8.3</b>	Acque da processi galvanici (acidi e basici)	49
<b>3.8.4</b>	Emulsioni oleose	49
<b>3.8.5</b>	Fanghi	49

<b>3.9</b>	Affinamento	50
<b>3.10</b>	Vasca di accumulo finale	52
<b>3.11</b>	Scarico in corso idrico superficiale	53
<b>3.12</b>	Disidratazione e stoccaggio fanghi	54
<b>3.13</b>	Criteri di valutazione dei reflui in ingresso all'impianto	55
<b>3.14</b>	Trattamento chimico-fisico	56
<b>3.15</b>	Filtropressatura dei reflui	59
<b>3.16</b>	Trattamento ultrafiltrazione osmosi inversa	60
<b>3.16.1</b>	Trattamento ultrafiltrazione – UF	61
<b>3.16.2</b>	Trattamento osmosi inversa	62
<b>3.17</b>	Rifiuti contenente cromo esavalente	63

## **Capitolo 4                      Conclusioni**

<b>4.1</b>	Piattaforma Romagna Ecologia S.r.l.	67
------------	-------------------------------------	----

<b>Note</b>	83
-------------	----

<b>Bibliografia</b>	85
---------------------	----

Qualsiasi attività umana (agricola, industriale, artigianale) porta alla formazione di una serie di sottoprodotti che vengono inevitabilmente riversati nell'ambiente circostante. L'inquinamento ambientale ha acquistato negli ultimi anni sempre più importanza al punto di rendere necessaria una normativa al fine di tutelare la qualità dell'ambiente ed in particolare i corpi idrici nei quali riversano la maggior parte degli scarichi sia di tipo civile che industriale.

Nel 1976 fu varata la Legge Merli, la prima legge per il controllo dell'inquinamento delle acque; si trattava però di un testo incompleto in quanto fissava solo i limiti relativi allo scarico e non teneva conto delle caratteristiche dei corpi recettori. Proprio in questo contesto hanno cominciato a svilupparsi i primi impianti di depurazione di reflui civili ed industriali; trattare acque inquinate significa concentrare la componente inquinante all'interno di un sistema e rigenerare successivamente l'acqua in un corpo idrico. Sono molteplici le aziende in cui vengono svolti servizi di tipo ecologico volte al recupero dei reflui industriali, al loro trattamento ed infine al recupero dell'acqua la quale può essere poi nuovamente immessa nell'ambiente.

Il caso aziendale da me presentato è un esempio di impresa sviluppatasi nel settore dei servizi ecologici ed in particolare nel campo del trattamento chimico-fisico, stoccaggio e successivo trattamento e smaltimento finale dell'acqua da reflui di tipo industriale. L'impresa inizialmente concepita per trattare i reflui attraverso un protocollo chimico-fisico seguito da un finissaggio depurativo in bacino biologico, ha dovuto convertire questo ultimo trattamento in quanto i reflui presentavano delle caratteristiche chimiche inadatte al mantenimento di un processo di ossidazione biologica.

Scopo di questo lavoro è quello di evidenziare come la tecnologia utilizzata da questa impresa si sia dimostrata efficace ed efficiente per il trattamento e la valorizzazione di un rifiuto che presenta tutte le caratteristiche di trattabilità al fine del recupero dell'acqua.

## RIFIUTI SPECIALI PERICOLOSI E NON PERICOLOSI

### 1.1 Produzione , gestione e smaltimento dei rifiuti speciali

La stima della produzione totale di rifiuti speciali nella sola provincia di Bologna nel 2001 secondo una elaborazione statistica condotta dall'Osservatorio Provinciale dei Rifiuti (MUD) è stata di 1.753.277 tonnellate, vale a dire oltre il triplo rispetto alla produzione di rifiuti urbani. Tale valore, complessivo della produzione provinciale, è stato ottenuto sommando le quantità prodotte dai soggetti aventi l'obbligo della dichiarazione MUD (corrispondenti a 1.347.277 t) con le quantità stimate di rifiuti inerti da costruzioni e demolizioni, i cosiddetti C&D, prodotti in Provincia e non soggetti all'obbligo della dichiarazione.

I dati riportati in tabella I evidenziano come la produzione di rifiuti speciali dal 1998 al 2001 si sia assestata per l'ultimo anno in un 91% di *rifiuti speciali non pericolosi* e in un 9% di *rifiuti speciali pericolosi*.

**Tabella I.** Quantità annue (1998-2001) di *rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi* nella provincia di Bologna.

ANNO	Non pericolosi (t)	Pericolosi (t)	Tot. Dichiarati (t)
1998	1.351.018	99.086	1.450.104
1999	1.409.342	135.710	1.545.052
2000	1.394.477	109.906	1.504.383
2001	1.249.784	124.493	1.374.277

ANNO	Stima COD (t)	Totale (t)
1998	569.000	2.019.104
1999	582.000	2.127.052
2000	622.000	2.126.383
2001	379.000	1.753.277

Al fine di evidenziare la diversa incidenza in termini di produzione di rifiuti speciali, è interessante specificare il contributo di ogni singola classe (classificazione secondo il Codice ISTAT) di attività economica. Il flusso di rifiuti Speciali prodotto deriva, essenzialmente dal settore manifatturiero i cui principali contributi possono essere sintetizzati come segue:

#### **a) Rifiuti Speciali Pericolosi**

L'attività a maggiore impatto è la produzione di prodotti chimici e fibre sintetiche con circa 53.231 t. Seguono: commercio all'ingrosso ed intermediari di commercio con 3.234 t, commercio manutenzione e riparazione autoveicoli con 10.631 t, smaltimento rifiuti solidi e depurazione acque con 10.244 t, fabbricazione e lavorazioni prodotti metallici con 7.222 t, infine fabbricazione di macchine e apparecchi con 7.183 t.

#### **b) Rifiuti Speciali non Pericolosi**

Al primo posto troviamo le industrie alimentari con una produzione di 226.908 t di rifiuti. Seguono: costruzioni con 216.975 t, fabbricazione e lavorazione prodotti metallici con 89.291 t, fabbricazione prodotti della lavorazione di minerali non metallici con 69.676 t, infine fabbricazione della pasta-carta con 53.233 t.

Anche le attività del settore terziario comunque, contribuiscono alla produzione dei rifiuti speciali. In questo caso troviamo al primo posto le attività di smaltimento di rifiuti solidi e acque con 216.975 t, pari al 90% dell'intera produzione, dopodiché troviamo il commercio con 31.699 t. I quantitativi attribuiti alla Pubblica Amministrazione e alla produzione di energia elettrica-gas-acqua sono costituiti in gran parte da fanghi derivanti da depurazione biologica.

Al fine di fornire un quadro conoscitivo completo della produzione dei rifiuti speciali, è importante riportare i dati di produzione per ciascuna tipologia anche in riferimento al Codice Europeo del Rifiuto CER:

### **1. Rifiuti Speciali Pericolosi**

CER 07 "Rifiuti da processi chimici organici", 53.968.

CER 13 "Oli esausti", 25.552 t.

CER 12 "Rifiuti di lavorazione e trattamento superficiale dei metalli", 15.872 t.

CER 09 “Rifiuti dell’industria fotografica”, 7.402 t.

CER 19 “Rifiuti da impianti e trattamento rifiuti”, 5.436 t.

## **2. Rifiuti Speciali Non Pericolosi**

CER 17 “Rifiuti di costruzioni e demolizioni”, 286.043 t.

CER 02 “Rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti”, 263.231 t.

CER 19 “Rifiuti da impianti di trattamento rifiuti”, 218.940 t.

CER 12 “Rifiuti di lavorazione e di trattamento superficiale dei metalli”, 131.503 t.

CER 15 “Imballaggi”, 81.363 t.

Dai dati estrapolati dalle dichiarazioni MUD, si è evidenziato come la gestione delle tipologie di rifiuti speciali pericolosi e non comprenda varie modalità di smaltimento/trattamento e recupero:

- **Impianti di smaltimento/trattamento**

- Discariche 2°, 2B e 1° categoria dove sono state conferite nel 2001 circa 366.294 t.
- Inceneritori dove sono state smaltite circa 27.000 t.
- Impianti di trattamento chimico-fisico, biologico, dove sono state trattate circa 49.028 t.
- Impianti di stoccaggio (deposito o raggruppamento preliminare) e ricondizionamento, dove sono state trattate circa 265.927 t.

- **Impianti di recupero**

- recupero sostanze organiche quantità 2001 pari a 125.828 t.
- riciclo e recupero metalli 204.233 t.
- riciclo e recupero sostanze inorganiche 585.454 t.
- ripristino ambientale 238.437 t.
- messa in riserva 74.969 t.

Alla luce dei dati, quindi, si nota che le modalità più diffuse di smaltimento dei rifiuti sono:

1. La discarica con il 49%, soprattutto per i rifiuti provenienti da impianti di trattamento reflui industriali e rifiuti provenienti da impianti di incenerimento.
2. Gli impianti di stoccaggio preliminare e ricondizionamento con il 16% e 19% di rifiuti speciali pericolosi e non.
3. Gli altri sistemi, come il trattamento chimico-fisico con l'1,6%, trattamento biologico con il 5% e l'incenerimento con il 3,6%.

Mentre le modalità più diffuse di recupero sono:

1. Recupero di sostanze inorganiche, 46%.
2. Recupero metalli 16%.
3. Messa in riserva 6%.
4. Recupero sostanze organiche 10%, con prevalenza di carta e cartone, plastica, legno e organici comportabili.
5. Ripristino ambientale 19%.

Complessivamente la percentuale di rifiuti speciali destinata allo smaltimento è del 37% contro un 63% di rifiuti destinati al recupero.

Sulla base di questi dati e date le problematiche connesse all'impatto notevole sia quantitativo che qualitativo generato dai rifiuti speciali, l'Osservatorio Provinciale dei Rifiuti ha definito un preciso obiettivo: riduzione della produzione del 10% entro il 2012, con particolare riguardo alla riduzione degli speciali pericolosi.

## **1.2 Disciplina normativa in materia di rifiuti**

La regolamentazione della problematica ambientale legata alla gestione dei rifiuti è a livello europeo, di recente definizione. Negli anni Settanta sono state emanate tre Direttive CEE:

- La n° 75/442 relativa ai rifiuti.
- La n° 76/403 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili



- La n° 78/319 relativa ai rifiuti tossico nocivi.

Anche l'ordinamento giuridico italiano ha accolto i dettami comunitari e si è adoperato al fine di regolare in modo chiaro e preciso la materia. A tal riguardo il D.P.R. del 10/09/1982 n° 915 è la prima legge che in Italia ha fatto chiarezza sul problema dei rifiuti e su come affrontarlo adeguatamente.

In primo luogo la norma ha fissato principi generali della materia:

- La definizione di *smaltimento rifiuti* quale attività di pubblico interesse (art.1).
- La *definizione* nonché *classificazione* del concetto di *rifiuto* (art. 2) inteso come qualsiasi sostanza od oggetto derivate da attività umane o da cicli naturali, abbandonato o destinato all'abbandono.
- L'attribuzione degli *obblighi* inerenti allo smaltimento dei rifiuti (art. 3).
- L'assegnazione delle *competenze* ai vari soggetti pubblici (art. 4, 6, 7 e 8).

Il D.P.R. 915/82 è stato sostituito dal D. Lgs n° 22 del 5/02/1997 meglio noto come “Decreto Ronchi” il quale è andato a recepire le Direttive europee emanate tra il 1991 e il 1994:

- La 91/156/Cee sui rifiuti.
- La 91/689/Cee sui rifiuti pericolosi.
- La 94/62/Cee sugli imballaggi e rifiuti d'imballaggio.

Il provvedimento in questione ha modificato in alcuni punti l'approccio normativo in materia di rifiuti senza comunque stravolgere i dettami della precedente disciplina; le disposizioni attuative, vengono confermate anche nella nuova legge.

La novità più importante del Decreto Ronchi è rappresentata dal campo d'applicazione della normativa: la *gestione dei rifiuti*. Rispetto alla disciplina precedente, infatti, il D. Lgs 22/97 considera lo smaltimento rifiuti come una attività “residuale”. In sostanza, se nella norma precedente lo smaltimento era considerato l'attività principale nonché l'oggetto della regolamentazione, ora questa non è che parte di un campo molto più vasto ed articolato, dove devono trovare sempre più spazio le attività di recupero, riutilizzo e riciclaggio. Di particolare riguardo sono l'articolo 6 del D.Lgs 22/97 in cui si danno le definizioni di GESTIONE, RACCOLTA DIFFERENZIATA, SMALTIMENTO e RECUPERO.

Uno spazio di rilievo nel Decreto Ronchi è occupato dalla *prevenzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti* (art. 3).

La terza novità introdotta dalla normativa è rappresentata dalla *classificazione* del concetto di rifiuto, fatta dal D. Lgs 22/97. In particolare l'articolo 7 stabilisce che i rifiuti si classificano in base a due aspetti: origine e caratteristiche di pericolosità.

Un'ulteriore aspetto innovativo introdotto dal presente decreto è il *Catasto dei Rifiuti* (art. 11), uno strumento articolato in più sezioni che permette di assicurare un quadro conoscitivo completo e aggiornato del panorama rifiuti. Chiunque effettua a titolo professionale attività di raccolta e trasporto rifiuti o svolge le operazioni di recupero e smaltimento è tenuto a comunicare annualmente le quantità e le caratteristiche qualitative dei rifiuti oggetto delle predette attività.

Inoltre nel presente decreto all'articolo 17 vengono dettate le regole e le procedure di *bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati*.

Altre importanti novità sono:

- Al Capo II del D. Lgs 2/97 vengono poi ripartite, così come nella precedente normativa del 1982, le *competenze* fra i pubblici poteri (art. 18).
- Al Capo III per quanto riguarda i *piani di gestione dei rifiuti*, vengono menzionati in particolare gli *accordi e contratti di programma* (art. 25) tra enti o imprese pubbliche e private agiornamente presenti sul mercato.
- Al Capo IV per quanto riguarda le autorizzazioni e le iscrizioni con l'articolo 29 si introduce per la prima volta una disciplina per l'ottenimento dell'autorizzazione ad esercitare *attività di ricerca e sperimentazione sui rifiuti*.
- Al Capo V per quanto riguarda la *Procedura semplificata* si fa riferimento all'articolo 31 il quale, da le indicazioni circa le attività e le caratteristiche dei rifiuti stessi per potere essere ammessi a tali procedure.
- Una sezione (Titolo II) è dedicata alla disciplina specifica per *la gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio* (art. 34).
- In ultima analisi si osserva che il Titolo III dispone una particolare procedura per quella che viene definita *gestione di particolari categorie di rifiuti* (art. 44, 46, 47 e 48).

Negli anni successivi al 1997 sono stati emanati numerosi provvedimenti attuativi del D. Lgs 22/97 i quali hanno avuto il merito di dettare le modalità di applicazione concrete delle linee-guida presentate dal Decreto Ronchi. In particolare il D.Lgs. n° 152, 11 maggio 1999 in merito alle disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento prevede una sezione dedicata alle acque industriali e l'ottemperanza a diversi parametri cui ci si deve attenere al fine di recuperare e scaricare le acque nel ciclo idrico naturale.

Di particolare interesse anche per la specificità dell'argomento circa la possibilità di riutilizzare e riciclare le acque industriali è il **D.M. 12/06/2003 n° 185** che viene a disciplinare l'aspetto della gestione ed in particolare il recupero e il riutilizzo delle acque reflue. I requisiti di qualità previsti dal regolamento contenuto nel D.M. 185/03 si pongono come attuazione dell'art. 6, comma 1, 2 e 3 delle "Legge Galli" n° 36 del 1994:

*"Qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale."*

Ed infine il contesto generale nel quale deve essere gestito l'utilizzo di tale risorsa: *"Gli usi delle acque sono indirizzati al **risparmio** e al **rinnovo** delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell'ambiente, l'agricoltura, la fauna e la flora acquatiche, i processi geomorfologici e gli equilibri idrogeologici."*

Va ricordato che tale regolamento non disciplina il riutilizzo di acque reflue presso il medesimo stabilimento o consorzio industriale che le ha prodotte.

Le destinazioni di uso per le acque reflue recuperate sono (art. 3):

- **Irriguo**, per irrigazione di colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano e animale sia a fini non alimentari, nonché per l'irrigazione di aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive.
- **Civile**, per il lavaggio delle strade nei centri urbani; per l'alimentazione di reti duali di adduzione, separate da quelle per le acque potabili, con l'esclusione dell'utilizzazione diretta negli edifici a uso civile, ad eccezione degli impianti di scarico dei servizi igienici.
- **Industriale**, come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per cicli termici dei processi industriali, con l'esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici. A tale scopo si fa riferimento per i parametri quali-quantitativi alla Tab. 4 dell'allegato 5 del D.Lgs 152/99.

Per alcuni usi si rimanda all'art. 4 nel quale sono disciplinati e previsti i requisiti di qualità concordati fra le parti. Nella tabella contenuta nell'allegato al Regolamento si stabiliscono i valori guida all'uscita dall'impianto di recupero, che possono essere derogati dalle regioni per specifiche destinazioni di uso e con l'ovvio vincolo di non superare, per le sostanze pericolose, i limiti previsti per lo scarico in acque superficiali. I vincoli ai parametri chimici e chimico-fisici non sono particolarmente severi, tenendo anche conto del fatto che il D.Lgs. 152/99 e successive integrazioni e modificazioni ha già imposto ai depuratori di reflui urbani il raggiungimento di limiti più severi di quelli della precedente "legge Merli".

L'art. 14 fissa le deroghe temporanee (3 anni) per il parametro *Escherichia coli*, mentre nell'allegato si fa riferimento ad ulteriori deroghe:

- Sulla base dei limiti imposti a livello Regionale per le acque potabili.
- I limiti di pH, azoto ammoniacale, conducibilità elettrica specifica, alluminio, ferro, manganese, cloruri e solfati rappresentano valori guida e possono essere derogati dalla Regione (con parere favorevole del Ministero dell'ambiente) fino al corrispondente valore della Tab. 3 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99 esclusa la conducibilità che non può superare i 4000  $\mu$ S/cm.
- I limiti per N totale e P possono essere elevati per l'utilizzo irriguo fino a 35 mg/L e 10 mg/L rispettivamente.
- Per tutti i parametri chimico fisici i valori della tabella allegata al decreto sono da riferirsi a valori medi su base annua (o della campagna irrigua), mentre il riutilizzo deve essere sospeso quando viene superato del 100% il valore limite.
- Dal punto di vista qualitativo la nota 1 alla Tab. dell'allegato al decreto 185/2003 sancisce l'impossibilità di riutilizzo di acque recuperate che contengano Oli minerali. Tale esclusione tassativa e il richiamo al paragrafo 2.1 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99.
- I limiti per BOD e COD sono più bassi rispetto ai valori della Tab 3 del D.Lgs. 152/99.
- Particolarmente restrittivi i valori per i SST posto a soli 10 mg/L, valore certamente cautelativo che fa ipotizzare il ricorso a tecnologie di filtrazione per scongiurare il pericolo di superamento.
- Vi sono apposite deroghe per quanto riguarda azoto e fosforo e ciò risulta come una chiara volontà del legislatore di favorire il riutilizzo non solo delle acque nella pratica agricola ma anche dell'eventuale N e P in esso contenuti.

Molto importante nell'ambito della normativa, è il decreto legislativo 11 maggio 1999 n° 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

Di questa legge al "Titolo I: principi generali e competenze", articolo 1 comma 1, è bene evidenziare che per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee, occorre perseguire obiettivi di tutela dei corpi idrici tramite la riduzione dell'inquinamento e la bonifica dei siti inquinati.

Al comma 2 si evidenzia in che modo raggiungere gli obiettivi di risanamento delle acque ed in particolare tramite la definizione di obiettivi di qualità ambientale, di tutela di aspetti qualitativi e quantitativi ed un sistema di controllo adeguato alle necessità. Fondamentale è il

rispetto dei valori limite agli scarichi fissati dallo stato nel rispetto degli obiettivi di qualità del corpo idrico recettore; è necessario un adeguamento dei sistemi di fognatura e depurazione degli scarichi idrici ,nell'ambito del servizio idrico integrato di cui alla legge 5 gennaio 1994, n. 36.

Al fine della tutela delle acque molto importante è l' individuazione di aree sensibili e vulnerabili all'inquinamento e la loro salvaguardia ai fini della conservazione, riutilizzo e riciclo delle risorse idriche.

All'articolo 2 comma 1, sono riportate definizioni che indicano il significato di molti termini utilizzati in campo ambientale, come ad esempio le definizioni di "abitante equivalente", "acque costiere", "acque reflue industriali", "acque reflue urbane", "composto azotato", "eutrofizzazione", "fanghi", "inquinamento", "scarico", e definizioni importanti nel presente lavoro quali "trattamento primario", "acque di scarico", "trattamento secondario", "valore limite di emissione", "zone vulnerabili".

Al titolo II della sopracitata legge al capo I , si fa riferimento all'obiettivo di qualità ambientale e obiettivo per specifica destinazione. All'articolo 4 si individuano degli obiettivi di qualità ambientale minimi per corpi idrici significativi e obiettivi di qualità per acque a specifica destinazione, come specificato all'articolo 6 che individua acque a specifica destinazione funzionale (ad esempio acque destinate alla balneazione, alla vita dei pesci, alla vita dei molluschi o alla produzione di acqua potabile).

La qualità ambientale di un corpo idrico è in relazione alla sua capacità di mantenere uno stato in cui riesca ad autodepurarsi anche in funzione di utilizzazioni diverse da parte dell'uomo ed è comunque definito nell'allegato 1 alla legge 152/99 cosa si intenda per qualità ambientale di un corpo idrico generico o a specifica destinazione.

Nell'articolo 5 la legge tratta dell'individuazione e del perseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale al quale tutte le regioni del territorio nazionale si devono adeguare, al fine di assicurare entro il 31 dicembre 2016 il raggiungimento dello stato di qualità ambientale "buono" ed entro il 31 dicembre 2008 lo stato di qualità definito "sufficiente" per quanto riguarda i corpi idrici recettori superficiali, definito all'allegato I ,tabella 2, alla legge 152/99.

Nel capo II della legge, dall'articolo 7 fino all' articolo 17, si fa riferimento alle acque a specifica destinazione, quali ad esempio quelle destinate alla produzione di acqua potabile, destinate alla balneazione ed alla vita dei pesci.

L'argomento di questa tesi è inerente alla acque industriali, al loro trattamento e scarico in corpi idrici superficiali quindi assume importanza notevole il Titolo III: "tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi", dove al capo I la legge individua quali aree abbiano bisogno di prevenzione e risanamento; al capo II viene indicato come tutelare in termini di quantità e risparmio la risorsa idrica mentre al capo III tale legge disciplina gli scarichi nell'ambiente a seconda della destinazione finale (in rete fognaria, sul suolo, nel sotto suolo o in acque sotterranee oppure in acque superficiali).

L'articolo 31, capo III, disciplina infatti lo scarico dei reflui trattati in corpi idrici superficiali nel rispetto dei valori limite di emissione ai sensi dell'articolo 28, commi 1 e 2 in funzione degli obiettivi di qualità, per quanto riguarda acque industriali ed urbane, comunque in

conformità alle indicazioni dell'allegato 5 alla presente legge. Gli articoli 33 e 34 contengono norme inerenti lo scarico in fognatura e lo scarico di sostanze pericolose.

Per lo scarico in rete fognaria si devono mantenere i valori (intesi come limiti massimi) espressi nella tabella 5 dell'allegato 5, mentre per le sostanze pericolose l'autorità che rilascia l'autorizzazione può fissare limiti di emissione più restrittivi di quelli vigenti nell'articolo 28; comunque tale autorità deve tenere presente i valori limite espressi dalle tabelle 5 e 3/A dell'allegato 5 alla legge 152/99.

L'articolo 39, comma 1, tratta delle acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne, argomento da considerare in ogni impianto di trattamento reflui o piattaforma polifunzionale.

La presente normativa, al titolo IV, capo II, disciplina il rilascio della autorizzazione agli scarichi: infatti avendo analizzato la situazione di una piattaforma trattamento reflui di origine industriale, risultano importanti gli articoli 45 (criteri generali), 46 (domanda di autorizzazione agli scarichi di acque reflue industriali), 48 (fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue) della legge 152/99.

Di particolare interesse sono gli allegati alla 152/99 ed in particolare l'allegato 1, che classifica le acque in funzione degli obiettivi di qualità e l'allegato 5, che stabilisce i limiti di emissione degli scarichi idrici.

Al paragrafo 2.1 dell'allegato 1 si evidenziano il significato di stato ecologico, di stato chimico e di stato ambientale dei corpi idrici superficiali nonché la definizione di stato di qualità ambientale. Un riferimento importante è dato dalle tabelle 1 e 2 dove vengono indicati rispettivamente i principali inquinanti chimici da controllare nelle acque dolci superficiali, siano essi di natura organica o inorganica e la definizione dello stato ambientale per corpi idrici superficiali ("elevato", "buono", "sufficiente", "scadente", "pessimo").

Nel paragrafo 3.2.1 dell'allegato 1 sono riportati gli indicatori di qualità e le analisi da effettuare per avere una prima classificazione sulla qualità, cioè delle condizioni di inquinamento di un corpo idrico naturale.

Di particolare importanza è l'allegato 5 alla legge 152/99, che al paragrafo 1 titola: "scarichi in corpi d'acqua superficiali". Facciamo riferimento al sotto paragrafo 1.2 che ha come argomento le acque reflue industriali ed i riferimenti normativi che indicano limiti di emissione e procedure operative e di analisi inerenti gli scarichi di reflui industriali nell'ambiente.

Nell'eventualità di scarichi al suolo, il paragrafo 2.1, allegato 5, definisce i limiti di emissione e quelle sostanze per le quali vige il divieto di scarico.

Dall'analisi della normativa si deduce che ogni piattaforma o qualsiasi struttura di trattamento o trasformazione reflui con autorizzazione allo scarico deve fare riferimento alla legge 152/99, in particolare alle tabelle 3 e 3/A dell'allegato 5, dove sono indicati i limiti (in mg/l o ppm) di emissione in acque superficiali e in fognatura ed i limiti per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi.

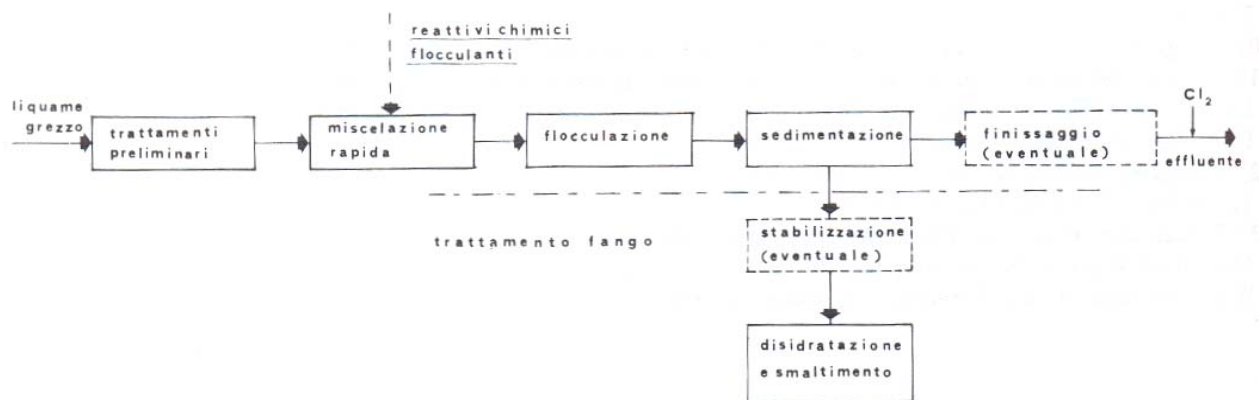
La novità introdotta da questa legge è una definizione meticolosa del concetto di qualità ambientale sia in termini di definizioni e procedure sia in termini di limiti e parametri; l'attuazione di questi vincoli normativi e il raggiungimento dei limiti previsti investe tutto il sistema sia civile che industriale (comprese le piccole e medie imprese) cambiandone l'atteggiamento nei confronti dello smaltimento dei rifiuti/reflui; in particolare a livello industriale, per quanto riguarda le piattaforme di trattamento reflui, questa legge comporta tutta una serie di investimenti atti a migliorare in senso qualitativo e quantitativo le tecniche, le procedure e le tecnologie di depurazione per essere maggiormente competitivi in un mercato in continua evoluzione che vede il rifiuto trasformarsi in un bene economico di valore.

## PROCESSI ALTERNATIVI O COMPLEMENTARI AL BIOLOGICO

### 2.1 Impianti a precipitazione chimica

Tali sistemi di trattamento reflui fanno parte dei trattamenti “spinti”; apparvero in Francia nel 1740 e in Inghilterra nel 1762, ma fu a partire dal 1870 che se ne diffuse l’ utilizzo su larga scala. Venuti in auge negli anni ’30 , dopo un periodo di stasi in cui sono stati soppiantati dai processi biologici (meno costi di esercizio maggiore rendimento e minore produzione di fango), sono tornati attuali a causa della sempre maggiore presenza di rifiuti industriali oltre a quelli di provenienza civile in quanto il refluio industriale ostacola e rende quasi inutilizzabile il processo biologico.

Altro vantaggio della precipitazione chimica è la possibilità di abbattere il fosforo oltre al fatto di affiancare un processo chimico ad uno di tipo fisico a mezzo di carbone attivo , con il quale l’ abbattimento di sostanze è nettamente superiore rispetto a quello ottenibile da processi biologici.



**Figura 1.** Schema a blocchi di trattamento chimico



In figura 1 è riportato uno schema a blocchi per il trattamento chimico di acque reflue: il liquame grezzo dopo una fase preliminare che può prevedere diversi passaggi (grigliatura, triturazione, dissabbiamento, disoleatura...), viene miscelato con uno o più reagenti chimici (miscelazione rapida) in maniera energica: le parti colloidali, organiche ed inorganiche sono mantenute in sospensione stabilmente grazie a forze di mutua repulsione di tipo elettrico, vengono destabilizzate mediante l'aggiunta di reagenti chimici; in questa fase avviene un avvicinamento reciproco delle particelle colloidali favorito dall'annullamento o dalla forte riduzione delle cariche elettriche di repulsione, con conseguente aumento della predominanza di forza di attrazione molecolare reciproca (forze di Van Der Waals ) tra le varie molecole in sospensione.

Le particelle destabilizzate in forma di microflocchi, subiscono una fase successiva di flocculazione o, meglio detta, coagulazione ortocinetica: la miscela viene agitata lentamente al fine di favorire l'opportunità di urto statistico tra le particelle e la successiva coalescenza, cioè aggregazione e crescita dei microflocchi, che si legano reciprocamente per fenomeni di adsorbimento ed allo stesso tempo inglobano le particelle colloidali rimaste in sospensione. Volume e peso specifico dei fiocchi aumenta di molto, tali da vedersi ad occhio nudo.

Tramite coagulazione-flocculazione si trasformano sostanze colloidali non sedimentabili, in aggregati sedimentabili (fiocchi), i quali in una fase successiva di sedimentazione sono agevolmente raccolti in un comparto di sedimentazione sotto forma di fango. Alla sedimentazione può seguire una fase di finissaggio o affinamento, attuata di frequente con filtrazione rapida su sabbia.

Fanghi di supero prodotti possono essere stabilizzati per via chimica o biologica ed avviati ad una successiva disidratazione e smaltimento finale.

I trattamenti chimici presentano comunque svantaggi rispetto ad un biologico, cioè:

- Il costo dei reagenti chimici può incidere sui costi d' esercizio.
- Il volume del fango finale è molto elevato, molto pesante e comunque superiore a quello del fango proveniente da impianti biologici, in quanto vi è compreso il peso dei reagenti chimici.
- La mancanza di una adeguata protezione del corpo idrico recettore, nel caso di presenza nelle acque di rifiuto di scarichi tossici in concentrazioni elevate: mentre un impianto biologico accusa rapidamente l'effetto della presenza di tossicità con una messa in crisi del processo depurativo, con un sistema di tipo chimico la presenza di sostanze tossiche passa praticamente inosservata (a meno che non ci sia un sistema di controllo basato sul monitoraggio di una serie di parametri).

I vantaggi sono però evidenti e tali da prendere in seria considerazione la possibilità di applicare impianti a precipitazione chimica:

- L' avviamento di un impianto chimico è immediato e non richiede lunghi tempi di attesa che occorrono nei processi biologici per creare i fanghi attivi o la membrana biologica dei filtri percolatori.
- La conduzione dell' impianto è molto semplice e richiede una esperienza ridotta rispetto alla conduzione di un biologico.
- Un impianto chimico è insensibile agli scarichi industriali tossici, abbastanza frequenti anche in piccole comunità. E' importante sottolineare che se un impianto biologico è messo completamente fuori servizio a causa, ad esempio, di uno scarico tossico improvviso di una industria galvanica, si devono impiegare diversi giorni per ritornare a regime.
- Con il trattamento chimico si ottiene un abbattimento notevole del fosforo presente nei reflui.
- Un impianto chimico è insensibile a brusche variazioni di carico inquinante, cosa che mette in crisi un impianto biologico.
- I trattamenti chimici sono molto elastici perché al semplice variare del dosaggio dei reagenti si può regolare il livello di depurazione in un campo molto esteso (soprattutto per reattivi di tipo metallico).
- I trattamenti chimici si prestano bene per reflui o liquami fortemente diluiti, con concentrazione di BOD<sub>5</sub> inferiori a valori dell'ordine di 100 mg/l (ppm), ai quali male reagiscono i biologici, specie del tipo a fanghi attivi.
- Trattamenti chimici con calce danno un'ottima precipitazione dei metalli pesanti.
- L'aggiunta di calce provoca addolcimento delle acque trattate, con precipitazione di sali di calcio e magnesio, che può essere utile nel caso di riciclo delle acque per uso industriale.

## **2.2 Reattivi chimici**

Per lungo tempo i reattivi chimici più usati per la coagulazione erano costituiti da sali minerali a cationi polivalenti, in particolare i sali di ferro ed alluminio:

- Solfato di alluminio
- Solfato ferroso e ferrico
- Cloruro ferrico

- Policloruro di alluminio

Altri reattivi chimici sono di recente produzione:

- Solfato di alluminio: è commercializzato in forma idrata, come polvere o granuli. Il campo di pH in cui ha azione più efficace è tra 5 e 7. In polvere o granulare può essere mantenuto in contenitori di cemento, ferro, plastica; in soluzione manifesta reazione acida ed è aggressivo per i metalli.
- Clorosolfato ferrico: miscela di solfato e cloruro ferrico in rapporto molecolare 1:1, è commercializzato in soluzione acquosa al 10% in peso di  $Fe^{++}$ , pari al 14% di  $Fe_2O_3$ . E' un buon coagulante-flocculante nel trattamento chimico dei liquami, sommando le caratteristiche del solfato e cloruro ferrico. E' efficace in un campo di valori di pH fra 6 e 11,5 ma produce una migliore resa a valori superiori a pH 8. Ha reazione acida per cui per lo stoccaggio, tubazioni e pompe, si richiedono materiali antiacidi simili a quelli usati per il solfato di alluminio.
- Cloruro ferrico: commercializzati in forma idrata, reperibile in forma acquosa al 40% in peso di  $FeCl_3$ , oppure sotto forma di cristalli al 60% in peso di  $FeCl_3$ . E' uno dei migliori flocculanti per le acque di rifiuto col vantaggio che risente molto poco delle variazioni di pH dell'acqua. Allo stato secco non è corrosivo; in soluzione acquosa ha reazione acida ed è aggressivo per i metalli quindi stoccaggio, tubazioni e pompe devono essere resistenti agli acidi.
- Policloruro di alluminio (PAC): si tratta di un complesso polimolecolare, commercializzato in soluzione acquosa; il titolo minimo è al 10% di  $Al_2O_3$ . E' ottimo sia come flocculante che come coagulante del liquame ed esplica la sua azione al meglio in un range di pH tra 5 e 10. Ha caratteristiche qualitative migliori del cloruro ferrico. Ha reazione acida ed è aggressivo per i metalli quindi stoccaggio, tubazioni ed pompe devono essere resistenti agli acidi.
- Solfato ferroso: è commercializzato in grani con titolo al 20% in peso di  $Fe^{++}$ , si usa come coagulante del liquame e per condizionare il fango. In acqua, per idrolisi, forma idrossido ferroso che si ossida ad idrossido ferrico purchè nell'acqua ci sia sufficiente quantità di ossigeno disciolto: l'idrossido ferrico è il prodotto che consente una azione flocculante veramente efficace e se nell'acqua non vi è disciolta una sufficiente quantità di ossigeno, si dovrà applicare una aerazione artificiale. Particolarmente indicato nei processi di defosfatazione per precipitazione simultanea, può essere immesso direttamente nelle vasche di aerazione a fanghi attivi. Azione efficace a pH tra 8,5 e 11, nasce come sottoprodotto delle operazioni di decapaggio dell'acciaio e della produzione di biossido di titanio. Si

adottano per lo stoccaggio e la distribuzione gli stessi materiali antiacidi visti precedentemente.

- Polielettroliti: sono composti organici macromolecolari (polimeri) fabbricati sia con materiali naturali sia sintetici. Una volta in sospensione nell'acqua formano sospensioni colloidali, le cui molecole sono cariche elettricamente.

## 2.3 Ossidanti e disinfettanti

Fanno parte degli ossidanti e disinfettanti il cloro gas, l'ipoclorito di sodio e l'ipoclorito di calcio:

- Cloro gas: è molto tossico e pericoloso; è utilizzato per la disinfezione delle acque e per la stabilizzazione chimica del fango e in ogni applicazione che sfrutta le sue capacità ossidanti. E' distribuito di solito in bombole con carica utile da 50 kg e bomboloni da 500 – 1000 kg. Sotto forma di gas allo stato secco resistono al cloro i metalli e le leghe usuali, allo stato gassoso umido bastano poche gocce di umidità per corrodere metalli e leghe correnti; solo il piombo resiste efficacemente. Solitamente si usa vetro, gres, porcellana, combinazioni di vetro-poliestere. Non resistono le combinazioni di fibre di vetro-epossidiche.
- Ipoclorito di calcio: è fornito in forma granulare, polvere e tavolette con tenore in cloro attivo tra il 55% - 70%. Allo stato solido è stabile se asciutto, ma deteriora in ambiente umido. Facilmente solubile in acqua ed in soluzione è aggressivo sui materiali ferrosi. Per lo stoccaggio si utilizzano contenitori in gres, ferro e cemento rivestito in cloruro di polivinile o in resine epossidiche. Per la distribuzione sono indicate tubazioni in gres e cloruro di polivinile, pompe in gres, ferro ebanato e smaltato o rivestite in PVC o nylon.
- Ipoclorito di sodio: in commercio si trova in soluzione acquosa e viene individuato a seconda del titolo di cloro attivo. Esistono due tipi di ipoclorito di sodio: ipoclorito al 12% - 13% in volume di cloro attivo e lo stesso al 18% -19% in volume di cloro attivo. E' rapidamente degradabile tanto più velocemente quanto la soluzione ha titolo elevato; dannosa è l'esposizione alla luce, quindi è opportuno effettuare lo stoccaggio in recipienti opachi o verniciati con pigmenti coprenti. Come materiali si utilizzano gli stessi dell'ipoclorito di calcio. Non si deve mai stoccare il prodotto in contenitori dove sia stato contenuto solfato di alluminio, cloruro ferrico o policloruro di alluminio, in quanto l'ipoclorito reagisce in modo violento.

## 2.4 Altri materiali

Altri materiali chimici utilizzati come reagenti sono:

- Calce: è disponibile in forma di ossido come “calce viva” (  $CaO$  ) o come calce idrata, “calce spenta”, (  $Ca(OH)_2$  ) . La calce viva si trova in commercio in forma di polvere, granuli, zolle (pezzatura da 10-15 cm), mentre la calce idrata si trova solo in polvere. Normalmente in impianti piccoli si usa la calce idrata in quanto la calce viva richiede lo spegnimento che è un’operazione delicata e complicata; il dosaggio avviene come “latte di calce”, cioè sotto forma di sospensione. Si utilizza nei trattamenti chimici come flocculante, e per la precipitazione dei composti del fosforo e anche come correttivo del pH, assieme ad altri flocculanti, si utilizza anche per il condizionamento e la stabilizzazione chimica del fango. La calce non è aggressiva per i vari materiali e non dà problemi di stoccaggio.
- Carbonato di calcio: commercializzato allo stato puro in polvere bianca al 58% di  $Na_2O$  ; è un prodotto alcalino molto reattivo utilizzato per la correzione del pH. Materiali adatti allo stoccaggio e movimentazione sono acciaio, plastiche e gomma.
- Metabilsolfito di sodio: è distribuito in polvere bianca con tenore di  $SO_2$  al 62%, possiede forte azione riducente ed è, quindi, utilizzato nella dechlorazione delle acque; è leggermente acido ed igroscopico. Materiali adatti allo stoccaggio e movimentazione sono: plastica, ceramica, vetro, piombo e gomma.
- Anidride solforosa: gas incolore commercializzato in bombole da 50 litri. Ha una forte azione riducente e si usa nella dechlorazione dell’acqua. Il dosaggio avviene con sistemi simili a quelli del cloro-gas; materiali adatti allo stoccaggio e movimentazione sono plastiche, gomma, piombo e nichel.
- Soda caustica: è commercializzata come solido in scaglie bianche al 76% di  $Na_2O$  , o come soluzione al 50% di  $NaOH$  . E’ un reagente ad altissima alcalinità utile alla correzione del pH dell’acqua. Sia come solido che come liquido deteriora a contatto con l’acqua per carbonatazione; si tratta di un prodotto molto pericoloso. Lo stoccaggio del prodotto in soluzione avviene in contenitori in plastica, gomma, acciaio, ghisa ed in locali coibentati per evitarne l’essiccamento.
- Acido solforico: è un acido ad altissima reattività utilizzato nella correzione del pH delle acque. E’ commercializzato in forma liquida in soluzione al 93%. A concentrazione maggiore è molto igroscopico, è può rivelarsi particolarmente pericoloso per il personale addetto alla sua movimentazione. Come acido concentrato si muove con materiali quali acciaio, ferro, piombo, vetro, ceramica, plastica e gomma; in forma diluita è molto aggressivo per ferro ed acciaio e deve essere manipolato con materiali come gomma, vetro, ceramica o piombo.

Particolarmente utilizzato è il cloruro ferrico in soluzione acquosa, prodotto economico dal semplice dosaggio, che forma con facilità fiocchi grossi e compatti; inconveniente non trascurabile di questo prodotto è che in presenza di solfuri può indurre colorazioni nerastre dell'acqua.

## 2.5 Meccanismo d' azione dei reagenti chimici

L'azione destabilizzante di questi prodotti si basa sull'effetto della carica elettropositiva del catione metallico che in genere annulla la carica elettrica negativa delle particelle colloidali in sospensione: il contatto avviene per adsorbimento e le particelle colloidali rese elettricamente neutre, perdono la tendenza a respingersi e tendono invece ad aggregarsi.

I sali metallici che vengono utilizzati in depurazione chimica oltre alla normale azione coagulante, agiscono anche con coagulazione “per raccolta” (sweep coagulation) e cioè combinandosi con l'alcalinità dell'acqua dovuta ai bicarbonati presenti, danno luogo alla formazione di microfocchi dati da idrossidi che nel loro moto nell'acqua, adsorbono e catturano le particelle in precedenza destabilizzate dallo stato colloidale. Tutti i cationi hanno una loro capacità coagulante nei confronti delle particelle inquinanti con carica negativa, ma essa risulta particolarmente efficace con gli ioni metallici trivalenti, come indicato in tabella I (Muller):

**Tabella II** Potere coagulante dei principali ioni metallici utilizzati nei sistemi depurativi a precipitazione chimico fisica.

IONE	POTERE COAGULANTE
$K^+$	1,2
$H^+$	25,0
$Ca^{++}$	63,0
$Cu^{++}$	52,0
$Fe^{++}$	2500,0
$Al^{++}$	5000,0

Per le acque con elevata torbidità naturale, come ad esempio quelle di rifiuto, l'azione più efficace è quella di coagulazione per destabilizzazione ad opera dei cationi metallici, con miscelazione rapida ed intensa, in grado di realizzare il massimo contatto tra ioni metallici e le particelle colloidali nei brevi tempi di reazione indicati.

L'effetto coagulante si realizza anche con la sola calce con dosaggi tali da portare il pH dell'acqua a valori molto alti (pH 11 – 12) così da determinare la precipitazione dei carbonati di calcio, degli idrati di magnesio e di ortofosfati di calcio sotto forma di fiocchi dotati di carica elettrica positiva e dall'elevata capacità adsorbente. In questi casi si deve operare in eccesso di calce per ottenere un latte di calce; il trattamento con la sola calce oltre all'effetto depurativo produce anche un addolcimento dell'acqua con la conseguente diminuzione dei solidi inorganici disciolti, specialmente nel caso in cui le acque siano all'origine molto dure.

La quantità di calce aggiunta dipende dall'alcalinità dell'acqua; quanto più è dura l'acqua, tanto maggiore sarà la quantità di calce necessaria; si possono realizzare trattamenti anche con reagenti misti, sali metallici e calce; a seconda della prevalenza degli uni o dell'altra si ottengono trattamenti in cui la calce ha la funzione di correttivo del pH fino ad ottenere valori ottimali di alcalinità, oppure trattamenti con calce dove l'aggiunta del sale metallico agisce da coadiuvante per la flocculazione.

La necessità di affiancare alla calce sali di ioni metallici è dovuta al fatto che la precipitazione con calce produce delle sostanze fini in sospensione dalla difficile sedimentabilità; il dosaggio dei sali metallici dipende dal grado di limpidezza che si vuole ottenere.

Altri "aiutanti" della flocculazione sono la silice attivata ed i polielettroliti, prodotti che favoriscono molto efficacemente l'agglomerazione dei fiocchi in fase di flocculazione. La loro azione si manifesta come un "rinforzo", aumentando la consistenza e la stabilità del fiocco stesso: nel refluo trattato essi creano una struttura reticolata, formando dei ponti tra le particelle dei fiocchi e creando delle catene stabili e robuste che danno al fiocco resistenza in fase di flocculazione e sedimentazione. Il dosaggio quantitativo dei polielettroliti è dell'ordine di 0,2 – 1 mg/l. Di norma i polielettroliti si aggiungono nella fase finale della flocculazione.

Alcuni tipi di polielettroliti, sia cationici che anionici, sono usati come coagulanti di base con dosaggi ottimali di 1,5 – 2,5 mg/l, in fase di miscelazione rapida. Questi hanno il vantaggio, rispetto ai coagulanti inorganici, di necessitare di dosaggi di gran lunga inferiori producendo un fango di supero con peso e volume molto ridotto. Si deve però sottolineare che a causa dell'azione molto specifica dei polielettroliti e della grande variabilità delle acque reflue, il loro singolo dosaggio per la coagulazione non produce mai un effetto stabile che invece è tipico dei coagulanti minerali. L'efficacia nell'utilizzo di queste sostanze deriva esclusivamente da prove di laboratorio e da studi su impianti pilota.

## **ROMAGNA ECOLOGIA**

### **3.1 Presentazione dell'impianto**

L'impianto di Romagna Ecologia Srl è un impianto di trattamento chimico-fisico di rifiuti pericolosi e non pericolosi, non tossico-nocivi, allo stato liquido e fangoso (non palabile). La funzione è di sottoporre i rifiuti allo stato liquido ed allo stato fangoso non palabili (pompabili) ad una serie di trattamenti di tipo chimico-fisici in modo da ottenere una elevata riduzione del carico inquinante e da poter quindi scaricare l'effluente depurato nel rispetto dei limiti analitici richiesti dalla tab. 3 All. 5 del D.Lgs. 152/99.

L'impianto si trova nel comune di Castel Guelfo, in località Poggio Piccolo; il lotto su cui insiste l'impianto occupa una superficie complessiva di circa 6000 m<sup>2</sup>.

Con riferimento al D.Lgs. 22/97 All. B, le operazioni di smaltimento previste all'interno dell'impianto sono:

- D9: "Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nell'All. B del D.Lgs. 22/97 che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 del medesimo allegato".
- D13: "Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12".
- D15: "Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)".

L'impianto è autorizzato per una capacità di trattamento di 33.800 t/anno di rifiuti speciali, corrispondenti a una capacità nominale autorizzata pari a 130 t/giorno × 260 gg lavorativi previsti.



I rifiuti che ad oggi sono trattati nell'impianto di stoccaggio e trattamento di rifiuti allo stato liquido e fangoso di Romagna Ecologia Srl, sono elencati nella tabella seguente:

**Tabella III** Elenco rifiuti per cui l'impianto è autorizzato al trattamento

<b>A – ACQUE DI LAVAGGIO</b>		
050604		Rifiuti prodotti dalle torri di raffreddamento
060101	P	Acido solforico ed acido solforoso
060102	P	Acido cloridrico
060106	P	Altri acidi
060199		Rifiuti non specificati altrimenti
060205	P	Altre basi
060299		Rifiuti non specificati altrimenti
060313	P	Sali e loro soluzioni, contenenti metalli pesanti
060314		Sali e loro soluzioni diversi da quelli di cui alle voci 060311
060405	P	Rifiuti contenenti altri metalli pesanti
060704	P	Soluzioni ed acidi
070101	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070201	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070301	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070401	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070501	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070601	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070701	P	Soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri
070799		Rifiuti non specificati altrimenti
080199		Rifiuti non specificati altrimenti
080399		Rifiuti non specificati altrimenti
080499		Rifiuti non specificati altrimenti
090199		Rifiuti non specificati altrimenti
110111	P	Soluzioni acquose di lavaggio, contenenti sostanze pericolose
100112		Soluzioni acquose di lavaggio, diverse da quelle di cui alla voce 110111
110113	P	Rifiuti di sgrassaggio contenenti sostanze pericolose
120199		Rifiuti non specificati altrimenti
120301	P	Soluzioni acquose di lavaggio
160305	P	Rifiuti organici, contenenti sostanze pericolose
160306		Rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305
160709	P	Rifiuti contenenti altre sostanze pericolose

160799		Rifiuti non specificati altrimenti
<b>B – ACQUE DI VERNICIATURA</b>		
080112		Pitture e vernici di scarto, diversi da quelli di cui alla voce 080111
080120		Sospensioni acquose contenenti pitture e vernici, diverse da quelle di cui alla voce 080119
080203		Sospensioni acquose contenenti materiali ceramici
080416		Rifiuti liquidi acquosi contenenti adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 080415
<b>C – ACQUE DA PROCESSI GALVANICI ACIDI E BASICI</b>		
110105	P	Acidi di decappaggio
110106	P	Acidi non specificati altrimenti
110113	P	Rifiuti di sgrassaggio contenenti sostanze pericolose
110114		Rifiuti di sgrassaggio diversi da quelli di cui alla voce 110113
110198	P	Altri rifiuti contenenti sostanze pericolose
110302	P	Altri rifiuti
110599		Rifiuti non specificati altrimenti
160902	P	Cromati, ad esempio cromato di potassio, dicromato di potassio o di sodio
<b>D – EMULSIONI OLEOSE</b>		
050106	P	Fanghi oleosi prodotti dalla manutenzione di impianti e apparecchiature
100122	P	Fanghi acquosi da operazioni di pulizia caldaie, contenenti sostanze pericolose
110113	P	Rifiuti da sgrassaggio contenenti sostanze pericolose
120108	P	Emulsioni e soluzioni per macchinari, contenenti alogeni
120109	P	Emulsioni e soluzioni per macchinari, non contenenti alogeni
130105	P	Emulsioni non clorate
130307	P	Oli minerali isolanti e termoconduttori non clorurati
130309	P	Oli isolanti e termoconduttori, facilmente biodegradabili
130310	P	Altri oli isolanti e termoconduttori
130501	P	Rifiuti solidi delle camere a sabbia e di prodotti di separazione olio/acqua
130506	P	Oli prodotti dalla separazione olio/acqua
130507	P	Acque oleose prodotte dalla separazione olio/acqua
130801	P	Fanghi ed emulsioni prodotti dai processi di dissalazione
130802	P	Altre emulsioni
130899	P	Rifiuti non specificati altrimenti

160708	P	Rifiuti contenenti olio
190207	P	Oli e concentrati prodotti da processi di separazione
190810	P	Miscele di oli e grassi prodotte dalla separazione olio/acqua diverse da quelle di cui alla voce 190809
191103	P	Rifiuti liquidi acquosi
<b>E – PROCESSI DI STAMPA</b>		
080308		Rifiuti liquidi acquosi contenenti inchiostro
080312	P	Scarti di inchiostro, contenenti sostanze pericolose
080313		Scarti di inchiostro, diversi da quelli di cui alla voce 080312
080316	P	Residui di soluzioni chimiche per incisione
090101	P	Soluzioni di sviluppo e attivanti a base acquosa
090102	P	Soluzioni di sviluppo per lastre offset a base acquosa
090104	P	Soluzioni fissative
090105	P	Soluzioni di lavaggio e soluzioni di arresto-fissaggio
<b>F – FANGHI POMPABILI DA EMULSIONI OLEOSE</b>		
050103	P	Morchie depositate sul fondo dei serbatoi
050113		Fanghi residui dell'acqua di alimentazione delle caldaie
070608	P	Altri fondi e residui di reazione
100123		Fanghi acquosi da operazioni di pulizia caldaie, diversi da quelli di cui alla voce 100122
120118	P	Fanghi metallici (fanghi di rettifica, affilatura e lappatura) contenenti olio
130502	P	Fanghi di prodotti di separazione olio/acqua
130508	P	Miscugli di rifiuti delle camere a sabbia e dei prodotti di separazione olio/acqua
130801	P	Fanghi ed emulsioni prodotti dai processi di dissalazione
191105	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
191106		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 191105
<b>G – FANGHI POMPABILI DA PROCESSI DI VERNICIATURA</b>		
080116		Fanghi acquosi contenenti pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 080117
080118		Fanghi prodotti dalla rimozione di pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 080117
080121	P	Residui di vernici o di sverniciatori
<b>H – FANGHI POMPABILI DA TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI</b>		

020301		Fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione dei componenti
030311		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 030310
040219	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
040220		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 040219
060502	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
060503		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 060502
070111	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
070112		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 070111
070211	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
070212		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 070211
070311	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
070312		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 170311
070412		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 170411
070512		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 170511
070611	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
070612		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 070611
070711	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
070712		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 070711
080202		Fanghi acquosi contenenti materiali ceramici
100120	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose

100121		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 100120
101119	P	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose
101120		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 101119
101213		Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
190205	P	Fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, contenenti sostanze pericolose
190206		Fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, diversi da quelli di cui alla voce 190205
190802		Rifiuti dell'eliminazione dalla sabbia
190805		Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane
190811	P	Fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali, contenenti sostanze pericolose
190812		Fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 190811
190813	P	Fanghi contenenti sostanze pericolose prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali
190814		Fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 190813
190901		Rifiuti solidi prodotti dai processi di filtrazione a vaglio primari
190902		Fanghi prodotti dai processi di chiarificazione dell'acqua
190903		Fanghi prodotti dai processi di decarbonatazione
<b>I – FANGHI POMPABILI DA TRATTAMENTO FUMI</b>		
100107		Rifiuti fangosi prodotti da reazioni a base di calcio nei processi di desolforazione dei fumi
100119		Rifiuti prodotti dalla depurazione dei fumi, diversi da quelli di cui alle voci 100105, 100107 e 100118
100214		Fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi, diversi da quelli di cui alla voce 100213
<b>L – FANGHI POMPABILI DA PROCESSI GALVANICI</b>		
040106		Fanghi, prodotti in particolare dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti cromo
040107		Fanghi, prodotti in particolare dal trattamento in loco degli effluenti, non contenenti cromo
110108	P	Fanghi di fosfatazione
110109	P	Fanghi e residui di filtrazione, contenenti sostanze pericolose

110110		Fanghi e residui di filtrazione, diversi da quelli di cui alla voce 110109
110115	P	Eluati e fanghi di sistemi a membrana e sistemi a scambio ionico, contenenti sostanze pericolose
110116	P	Resine a scambio ionico saturate o esaurite
110299		Rifiuti non specificati altrimenti
110502		Ceneri di zinco
110599		Rifiuti non specificati altrimenti
120114	P	Fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose
120115		Fanghi di lavorazione, diversi da quelli di cui alla voce 120114
120120	P	Corpi d'utensile e materiali di rettifica esauriti, contenenti sostanze pericolose
120121		Corpi d'utensile e materiali di rettifica esauriti, diversi da quelli di cui alla voce 120120
<b>M – FANGHI POMPABILI DA PROCESSI DI STAMPA</b>		
080307		Fanghi acquosi contenenti inchiostro
080314	P	Fanghi di inchiostro, contenenti sostanze pericolose
080315		Fanghi di inchiostro, diversi da quelli di cui alla voce 080314
080412		Fanghi di adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 080411
080414		Fanghi acquosi contenenti adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 080413
<b>N – FANGHI PALABILI</b>		
190904		Carbone attivo esaurito

L'accorpamento dei rifiuti in categorie omogenee è stato effettuato al fine di garantire la non miscibilità di rifiuti tra loro incompatibili al fine di evitare esalazioni di gas nocivi, reazioni altamente esotermiche con conseguenti getti, reazioni fortemente schiumogene, eventi cioè che possono arrecare danni agli operatori e all'ambiente. I rifiuti così accorpati, inoltre, avendo caratteristiche chimiche simili, possono essere sottoposti allo stesso trattamento chimico-fisico rendendo più agevole la gestione di piccoli quantitativi di rifiuto.

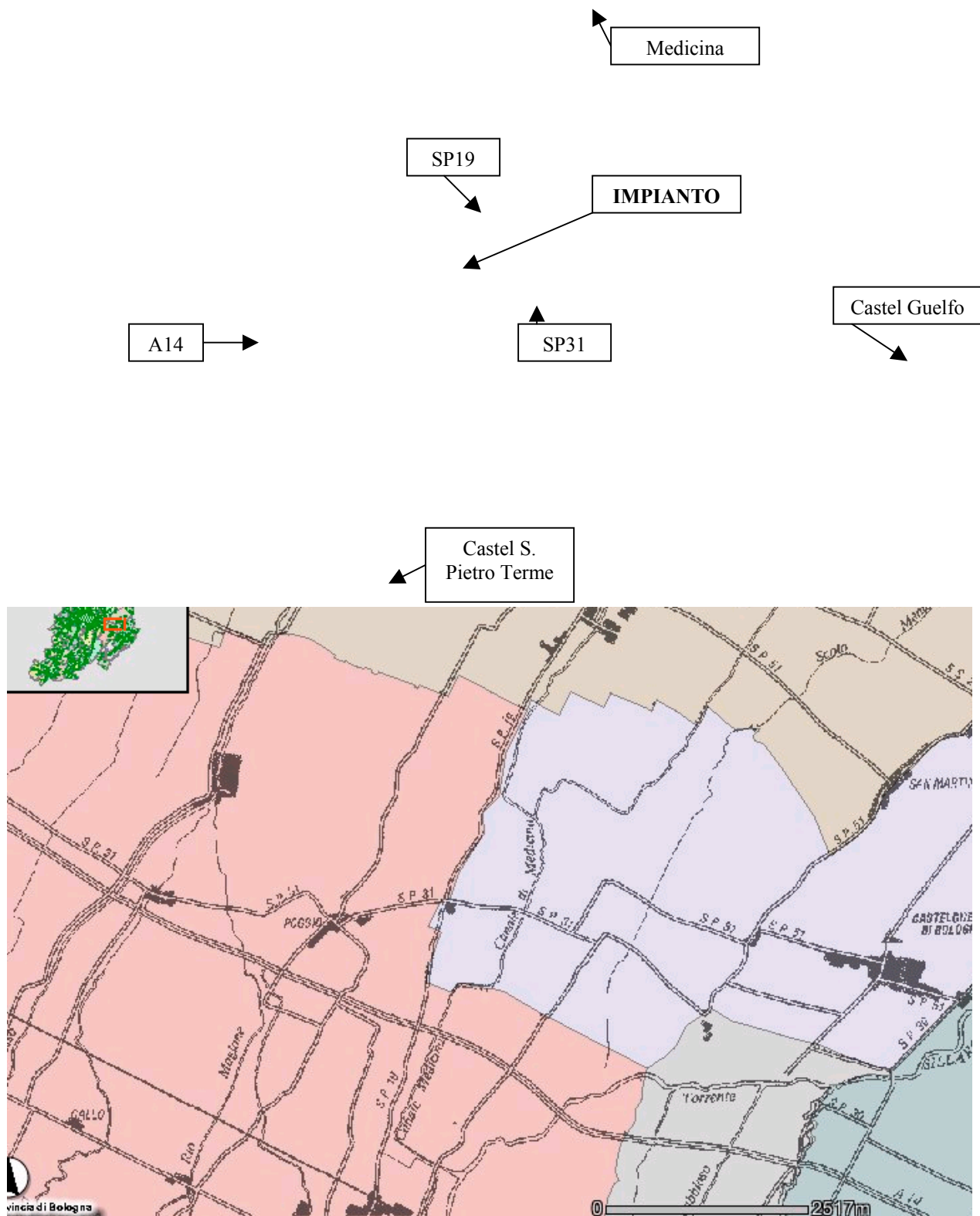
### **3.2 Inquadramento del sito**

Lo stabilimento Romagna Ecologia è ubicato in un lotto di terreno all'interno dell'area industriale in prossimità della località di Poggio Piccolo, nel Comune di Castel Guelfo, provincia di Bologna. L'area è situata a circa 4,5 km ad ovest dall'abitato di Castel Guelfo, circa 5 km a sud di quello di Medicina e a oltre 4 km a nord del centro abitato di Castel S. Pietro.

Dal punto di vista morfologico l'area è ubicata nella pianura bolognese, ad una quota topografica prossima ai 42 m s.l.m. Il lotto dell'impianto confina:

- A Nord e a Est con aree agricole.
- A Est con Via dell'Agricoltura, che serve la lottizzazione produttiva di cui l'impianto fa parte, e oltre la strada con altro insediamento produttivo.
- A Sud con altro stabilimento produttivo.



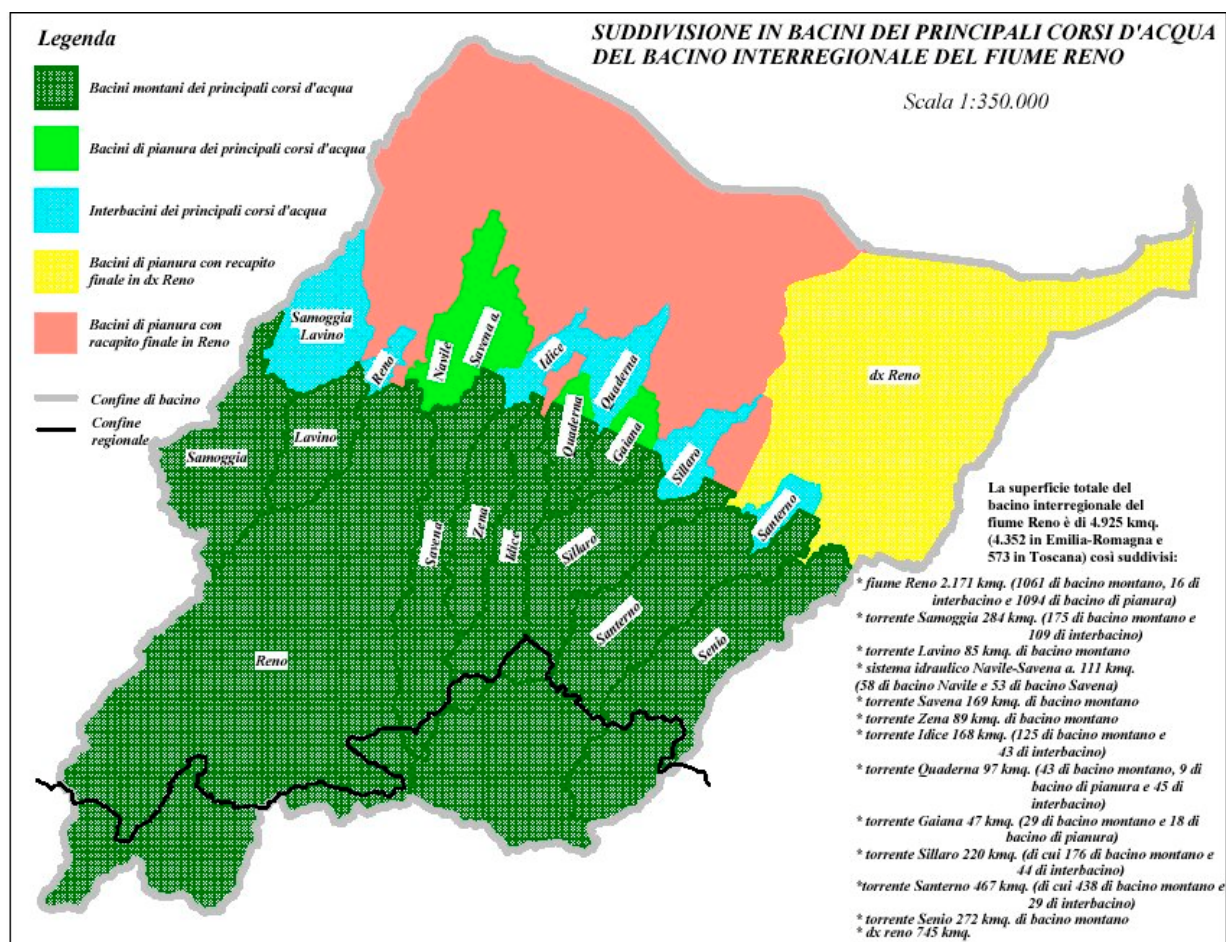


**Figura 2.** Localizzazione dell'area dell'impianto

### **3.3 Caratterizzazione idrografica e idrologica**

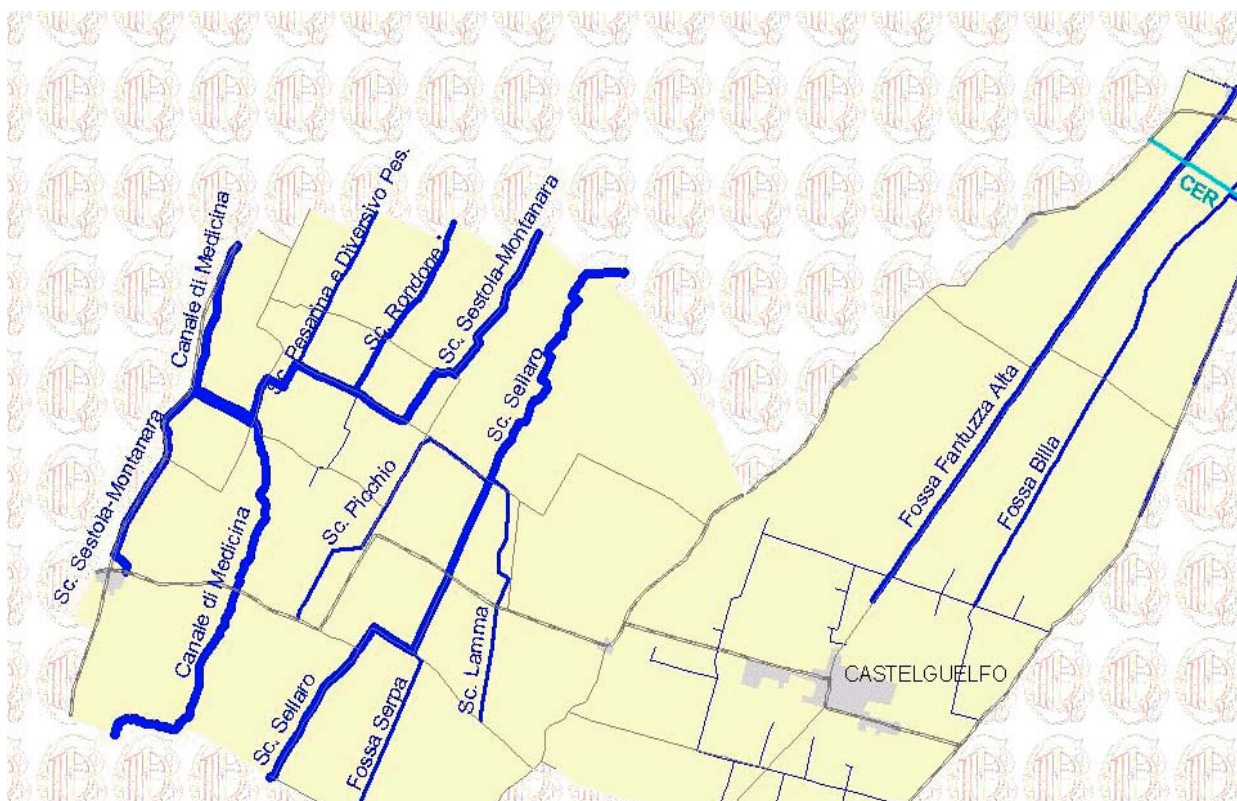
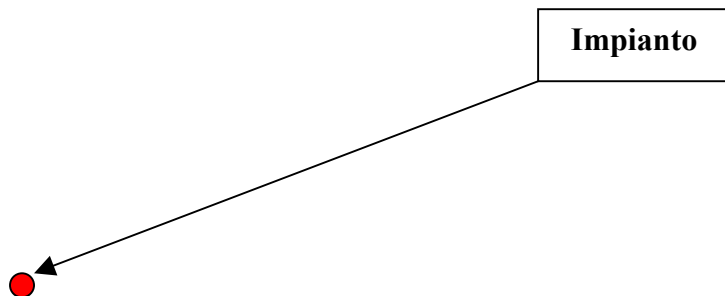
Il sito dell'impianto Romagna Ecologia Srl è inserito, dal punto di vista dell'assetto idrografico, all'interno del bacino interregionale del Fiume Reno e più in particolare nell'area dei bacini di pianura, tra torrente Gaiana, a ovest, e il torrente Sillaro a sud-est (vedi successiva figura).

posizione impianto



**Figura 3.** Suddivisione in bacini dei principali corsi d'acqua del bacino del Fiume Reno

L'area è inoltre interessata da un fitto sistema di canali artificiali e scoli delle acque meteoriche ed irrigue gestito dal Consorzio della Bonifica Renana; quelli più prossimi all'impianto sono il Canale di Medicina (circa 700 m a Est dell'impianto) e lo Scolo Sestola Montanara (circa 150-200 m a Ovest), che costituisce anche il recapito degli scarichi produttivi dell'impianto Romagna Ecologia.



**Figura 4.** Rete dei canali di bonifica nel territorio comunale di Castel Guelfo





**Figura 5.** Immagine dello Scolo Sestola Montanara

### 3.4 Qualità delle acque

Lo Scolo Sestola Montanara non è oggetto né di monitoraggi periodici né è stato oggetto recentemente di campagne di analisi (es: ARPA o Provincia) finalizzate alla determinazione dei livelli qualitativi delle acque; infatti in generale per i canali di scolo lo stato qualitativo delle acque non assume specifica rilevanza sotto il profilo ambientale. Infatti, come osservato, questi canali sono interessati da portate di acqua molto variabili (a volte anche nulle) in relazione alla piovosità, sono caratterizzati da ridotto grado di naturalità e non sono comunemente sede di ecosistemi di particolare importanza.

Va evidenziato che la qualità del corpo idrico a valle risente, oltre dello scarico di Romagna Ecologia, anche di altri scarichi che sono risultati presenti tra le 2 sezioni di controllo. I valori risultanti sono riportati nei seguenti prospetti:

SOSTANZE	Unità di misura	Valore a monte dello scarico	Valore a valle dello scarico
PH		7,8	7,4
Temperatura	°C	12,0	12,2
COD	mg/l	89	91
Alluminio	mg/l	0,09	0,08
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01
Boro	mg/l	0,30	1,3

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001
Cromo totale	mg/l	0,002	0,001
Cromo VI	mg/l	<0,05	<0,05
Ferro	mg/l	0,08	0,20
Manganese	mg/l	0,03	0,10
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001
Nichel	mg/l	0,002	0,009
Piombo	mg/l	<0,001	<0,001
Rame	mg/l	0,007	0,007
Selenio	mg/l	<0,001	<0,001
Stagno	mg/l	<0,001	<0,001
Zinco	mg/l	0,13	0,32
Cianuri totali	mg/l	<0,005	<0,005
Solfuri	mg/l	<0,2	<0,2
Solfiti	mg/l	<0,4	<0,4
Solfati	mg/l	240	250
Cloruri	mg/l	86	96
Fluoruri	mg/l	<0,1	1,2
Fosforo totale	mg/l	<0,1	<0,1
Azoto ammoniacale	mg /l	0,3	5,3
Azoto nitroso	mg/l	0,03	0,30
Azoto nitrico	mg /l	<1	1,1
Idrocarburi totali	mg/l	0,05	0,08
Fenoli	mg/l	0,068	0,111
Solventi organici aromatici	mg/l	<0,05	<0,05
Tensioattivi totali	mg/l	0,810	1,10
Solventi clorurati	mg/l	<0,1	<0,1

**Tabella IV** Risultati delle analisi dei campioni di acqua dello Scolo prelevati in data 19/03/2004

<b>Sostanze</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
PH		7,9	7,6

<b>Sostanze</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Temperatura	°C	13,1	13,0
COD	mg/l	18	83
Alluminio	mg/l	<0,03	<0,03
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01
Boro	mg/l	0,14	0,9
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001
Cromo totale	mg/l	<0,001	<0,001
Cromo VI	mg/l	<0,05	<0,05
Ferro	mg/l	0,11	<0,01
Manganese	mg/l	0,21	0,03
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001
Nichel	mg/l	<0,001	<0,001
Piombo	mg/l	<0,001	<0,001
Rame	mg/l	0,05	0,02
Selenio	mg/l	0,01	<0,001
Stagno	mg/l	<0,01	<0,001
Zinco	mg/l	0,41	0,41
Cianuri totali	mg/l	<0,005	<0,005
Solfuri	mg/l	<0,2	<0,2
Solfiti	mg/l	<0,4	<0,4
Solfati	mg/l	143	97
Cloruri (3	mg/l	44	47
Fluoruri	mg/l	0,2	0,1
Fosforo totale	mg/l	0,1	0,1
Azoto ammoniacale	mg /l	0,3	0,8
Azoto nitroso	mg/l	0,10	0,25
Azoto nitrico	mg /l	7,4	5,9
Idrocarburi totali	mg/l	0,04	0,07
Fenoli	mg/l	0,28	0,202
Solventi organici aromatici	mg/l	<0,05	<0,05
Tensioattivi totali	mg/l	0,920	0,95
Solventi clorurati	mg/l	<0,1	<0,1

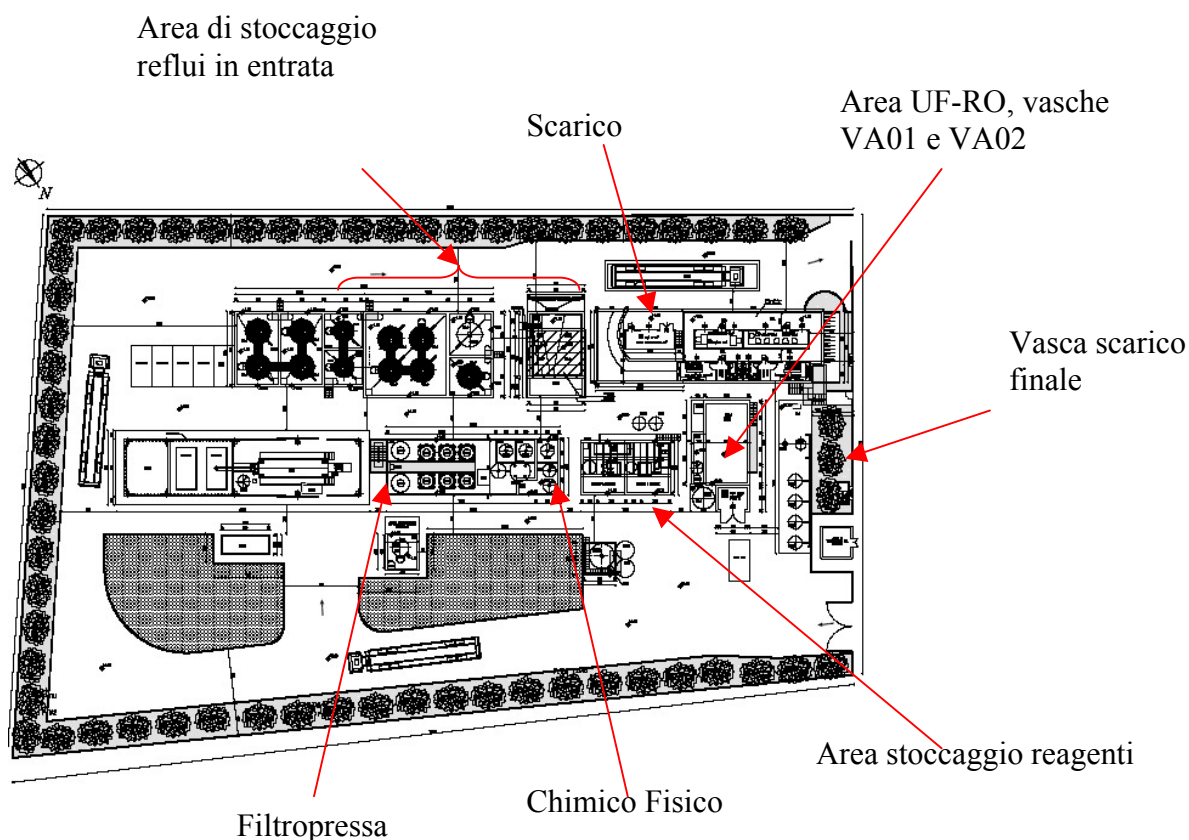


**Tabella V.** Risultati delle analisi dei campioni di acqua dello Scolo prelevati in data 28/04/2004

Benché lo Scolo non risulti un corpo idrico destinato a raggiungere specifici obiettivi di qualità in accordo al D. Lgs. 152/99, i dati mostrano che rispetto alcuni parametri il livello di qualità è basso mentre per altri più elevato, secondo i livelli fissati dall'allegato 1 del D. Lgs. 152/99.

### 3.5 Descrizione dell' impianto:

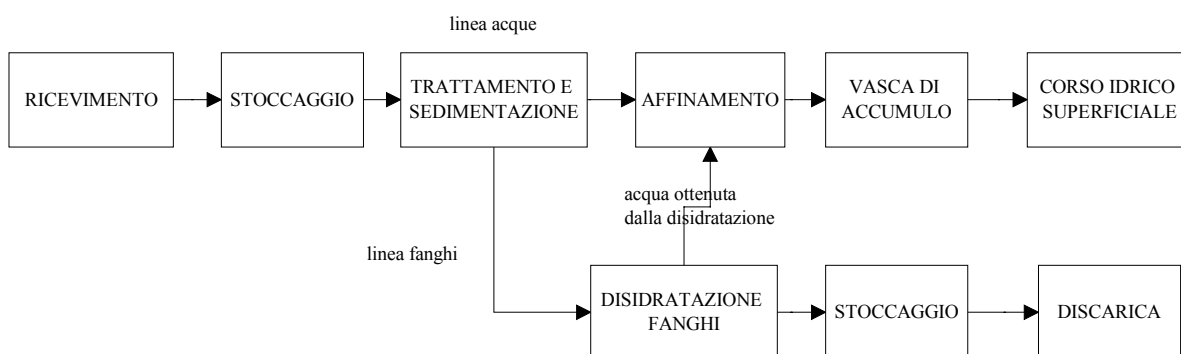
La planimetria generale dell'impianto Romagna Ecologia è schematicamente riportato in figura 3. Sono facilmente distinguibili tutte le parti principali dell'impianto descritte nei paragrafi successivi insieme ai principali processi depurativi che vengono adottati su questo impianto.



**Figura 6.** Planimetria generale di Romagna Ecologia con in evidenza le principali stazioni depurative

### 3.6 Caratteristiche tecniche e fisiche dell' impianto

Il processo di depurazione dei rifiuti in ingresso all'impianto è schematizzabile come segue in figura 6:



**Figura 7.** Schema a blocchi del processo depurativo di Romagna Ecologia

### 3.7 Linea trattamento rifiuti speciali

#### 3.7.1 Ricevimento

Il refluo, conferito tramite autobotte, viene inviato ad una grigliatura per la rimozione dei solidi sospesi dal refluo. A questo fine è presente uno sgrigliatore rotante autopulente con luce di filtrazione 2 mm. In uscita il refluo può essere indirizzato ad una delle due vasche di accumulo (VA01 e VA02) rispettivamente di capacità di 37 e 55 m<sup>3</sup> (Fig. 5). La seconda vasca, di maggiori

dimensioni, è adibita anche al ricevimento dei fanghi pompabili. Entrambe le vasche hanno una doppia parete e un sistema di monitoraggio dell'intercapedine.

Al fine di ridurre la dispersione di odori e aerosol, le vasche sono dotate di una copertura che chiude completamente la superficie delle vasche.



**Figura 8.** Immagine delle vasche di scarico VA01 e VA02

Dalle vasche di accumulo, è previsto il rilancio tramite pompe ai serbatoi di accumulo (per rifiuti liquidi) o ai decantatori (per i fanghi pompabili).

### ***3.7.2 Stoccaggio***

I reflui in arrivo dalle vasche di accumulo iniziale vengono inviati a dei serbatoi di accumulo in fibra di vetro e resine poliestere (Fig. 6) ad eccezione di quelli destinati a contenere olii esausti ed emulsioni oleose per i quali si è optato per l'acciaio, in osservanza ai requisiti stabiliti dal DM 392/96.



**Figura 9.** Serbatoi di stoccaggio

E' presente un serbatoio per ogni tipologia di refluo secondo lo schema riportato in tabella VI :

**Tabella VI** - Elenco serbatoi esistenti per lo stoccaggio dei reflui

<b>Tipologia di refluo</b>	<b>Serbatoio</b>	<b>Capacità di stoccaggio utile</b>
Acque di lavaggio	TK01 TK02	150 m <sup>3</sup>
Acque di verniciatura	TK03 e TK04	150 m <sup>3</sup>
Emulsioni oleose	TK05A TK05B TK06A TK06B	90 m <sup>3</sup>
Acque da processi galvanici (acidi)	TK07A	30 m <sup>3</sup>
Acque da processi galvanici (basici)	TK07B	30 m <sup>3</sup>
Acque da processi di stampa	TK08	50 m <sup>3</sup>
Prodotto contaminato ai sensi del DM 392/96	TK14	18 m <sup>3</sup>

Quanto al contenimento, sono previsti bacini comuni per i gruppi di serbatoi contenenti la stessa tipologia di rifiuto, separati da setti impermeabili; per le acque da processi galvanici, che possono avere valori di pH tali da provocare problemi di incompatibilità, sono previsti due serbatoi disposti in bacini di contenimento non comunicanti e alimentati da tubazioni indipendenti. I bacini di contenimento sono opportunamente dimensionati per contenere la somma del volume del

serbatoio di maggiore capacità e del volume delle acque di prima pioggia; le acque meteoriche accumulate all'interno dei bacini di contenimento, unitamente agli eventuali sversamenti, sono convogliate a gravità in uno specifico pozzetto all'interno dello stesso bacino per essere successivamente rilanciate con elettropompe sommergibili in dotazione all'impianto direttamente alle linee di decantazione.

Il bacino contenente i serbatoi per le emulsioni oleose e il serbatoio per gli olii esausti rispetta i requisiti dell'Allegato C del DM 392/96. L'olio esausto, recuperato dalla disoleatura prevista nella fase di decantazione, viene conferito al Consorzio Nazionale di raccolta e trattamento degli olii esausti.

E' inoltre presente una zona di stoccaggio reagenti, da impiegare nella fase di decantazione e condizionamento, all'interno di fusti o nei serbatoi come mostrato in tabella III:

**Tabella VII** - Elenco reagenti e relativi stoccaggi esistenti

<b>Reagente</b>	<b>Capacità di stoccaggio utile</b>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 × 8 m <sup>3</sup>
FeCl <sub>3</sub>	8 m <sup>3</sup>
Soda	8 m <sup>3</sup>
Policloruro di alluminio (PAC)	8 m <sup>3</sup>
Latte di calce	Silos, gruppo di dissoluzione miscelazione e pompaggio

Per ciascuno dei serbatoi è presente un bacino di contenimento in calcestruzzo armato con le stesse caratteristiche di quelli previsti per lo stoccaggio dei liquami.

E' inoltre presente uno stoccaggio dell'idrato di calcio e la preparazione automatica del latte di calce in un silo verticale di accumulo dotato di un serbatoio chiuso per la dissoluzione dell'idrato di calcio. Superiormente è installato un filtro a maniche che permette l'uscita dell'aria utilizzata per il trasporto pneumatico del prodotto durante il caricamento e una valvola di sicurezza che previene sia le sovra-pressioni che le eventuali depressioni rispettivamente durante il carico e lo scarico del prodotto.

### **3.7.3 *Trattamento e sedimentazione***

L'area destinata ai trattamenti chimico-fisici (dosaggio e miscelazione dei reagenti, flocculazione, decantazione e condizionamento) è realizzata all'interno di un bacino in calcestruzzo armato e contiene al suo interno 6 decantatori a fondo conico (DEC01→DEC06) e due vasche di preparazione fanghi (VA05 e VA05).

I decantatori hanno un volume complessivo di 60m<sup>3</sup>, mentre le vasche sono dimensionate per condizionare circa il 15% in volume del refluo trattato.



**Figura 10.** Decantatori per il trattamento chimico fisico



### **3.8 Tipologie di rifiuto e relativi trattamenti**

I trattamenti specifici per le principali tipologie di rifiuti sono rapidamente riassunti nel seguito:

#### ***3.8.1 Acque di lavaggio***

Generalmente questa tipologia di acque presenta una bassa concentrazione di sostanze inquinanti. Nell'ipotesi che il valore di pH sia fortemente alcalino (tra 8 e 10) sarà possibile effettuare direttamente il dosaggio di cloruro ferrico in soluzione al 41%. Il pH in questo caso tenderà a scendere sino a valori di 2-4. Raggiunti tali valori si potrà innalzare nuovamente il pH sino ad ambiente alcalino con latte di calce. In questo caso si sfrutta lo ione calcio per formare un fiocco lattiginoso molto pesante e di ampie dimensioni che porta il pH intorno a valori di 10-11. Ad una variazione repentina di pH corrisponde una formazione di fiocchi di precipitato di piccole dimensioni che successivamente possono essere agglomerati tra loro con l'ausilio di coagulanti sintetici a base di catene di polimeri. I fiocchi ormai formati non subiranno variazioni mentre l'ambiente alcalino raggiunto consentirà di evitare concentrazioni indesiderabili di ferro residuo nel chiarificato. Inoltre il polielettrolita avrà maggiore efficacia con un pH superiore a 7,5. Il polielettrolita a carica anionica permette appunto il coagularsi dei fiocchi e la formazione del precipitato chimico verso il fondo della vasca di sedimentazione.

#### ***3.8.2 Acque di verniciatura***

Queste acque contengono soluzioni acquose contenenti adesivi e sigillanti. Si opera quindi una opportuna variazione di pH per spezzare la struttura molecolare adesiva tramite il dosaggio di acido solforico concentrato al 41% con una conseguente discesa del pH fino a valori 1-2. In seguito si dosa cloruro ferrico. In questo modo lo ione ferro si lega con i sali disciolti per formare composti ferrici e/o ferrosi. Il pH in questo caso tende a scendere sino a valori di 2-4. Raggiunti tali valori si può innalzare nuovamente il pH sino ad ambiente alcalino con latte di calce e poi polielettrolita, come descritto nel paragrafo precedente.

### ***3.8.3 Acque da processi galvanici (acidi e basici)***

Queste acque vengono suddivise in acque acide e basiche. Il processo è principalmente mirato all'aggiustamento del pH e alla precipitazione degli eventuali metalli presenti tramite il dosaggio di opportuni reagenti (soda, latte di calce, etc.) sottoforma di idrossidi fioccosi di zinco, cadmio e rame che precipitano abbastanza facilmente e adsorbono le sostanze grasse che eventualmente si trovano in emulsione.

### ***3.8.4 Emulsioni oleose***

Il principio che governa il trattamento è la flottazione. In base al tipo di emulsione la rottura può avvenire con aggiunta di acido solforico al 41% fino a valori di pH di 1-2 oppure con soda concentrata al 30% fino a valori di pH di 9-10. Si attende la separazione, l'olio viene convogliato in serbatoio di stoccaggio con destinazione finale il Consorzio obbligatorio oppure altri impianti autorizzati mentre le acque vengono rilanciate in tesata all'impianto e trattate.

### ***3.8.5 Fanghi***

I fanghi pompabili vengono scaricati nella vasca di accumulo da 55 m<sup>3</sup> (VA02) da cui vengono rilanciati nei decantatori per l'eventuale condizionamento (con calce e polielettrolita) e poi filtropressati.

### 3.9 Affinamento

La fase di affinamento è attuata con un impianto costituito da:  
1 unità di ultrafiltrazione atta a separare nei liquidi particelle da  $10^{-2}$  a  $10^{-1}$   $\mu\text{m}$  ed eliminare quindi le sostanze colloidali presenti e preservare le membrane osmotiche della seconda unità garantendo così la perfetta funzionalità del trattamento.



**Figura 11.** Unità di ultrafiltrazione con sistema a membrane a spirale avvolta.



**Figura 12.** Sistema ad osmosi inversa con membrane a spirale avvolta.

1 unità a osmosi inversa con capacità di reiezione del 99,4% tale da consentire un rientro dei parametri inquinanti nei limiti consentiti dalla tabella di legge.

Il processo prevede:

- il chiarificato proveniente dal chimico-fisico viene inviato a un decantatore (DEK 07) per effettuare l'abbattimento, per via chimica, degli ioni solfato; questi composti, sono presenti nel reflu in concentrazione piuttosto elevata in quanto si utilizza acido solforico concentrato nel primo trattamento chimico-fisico. L'eliminazione dei solfati è uno stadio inevitabile in quanto la loro alta concentrazione determina sulle membrane osmotiche la precipitazione del solfato di calcio, sale insolubile che compromette in brevissimo tempo l'efficienza delle stesse. La rimozione dei solfati avviene per aggiunta di una sospensione di idrossido di bario, si ha così la formazione del sale insolubile bario solfato, il quale con l'aiuto di un polielettrolita viene fatto precipitare.
- il surnatante, che subisce una doppia filtrazione (filtro a sabbia e filtro a sacco da 50  $\mu\text{m}$ ) viene immesso nella vasca di accumulo iniziale VOX01.
- Tramite pompa sommersa viene introdotto in una vasca di polipropilene da 3  $\text{m}^3$  (T1) in cui si effettua in maniera automatica la correzione del pH, per cui sono previsti, in adiacenza due piccoli serbatoi per lo stoccaggio dell'acido e della base e relative pompe dosatrici.
- Il reflu, al pH operativo, viene mandato all'impianto di ultrafiltrazione e costituito da un filtro a cartuccia (filtrazione 20  $\mu\text{m}$ ) e da 2 vessel contenenti ciascuno 2 membrane di ultrafiltrazione (filtrazione 50 KD).
- Il permeato dell'ultrafiltrazione viene accumulato in una seconda vasca di polipropilene da 3  $\text{m}^3$  (T2) per la correzione del pH in quanto sono diverse le condizioni operative richieste e poi rilanciate in un serbatoio di accumulo della capacità di 5  $\text{m}^3$  (S6).
- Dal serbatoio S6 l'ultrafiltrato va ad alimentare l'impianto di osmosi inversa costituito da tre vessel contenenti ciascuno 4 membrane; l'impianto produce un concentrato che viene stoccato nella vasca VOX02 sottostante ed un permeato che viene inviato nella vasca di accumulo finale (VA12); qualora il permeato dell'osmosi non dovesse rientrare nei valori

limiti di legge per le acque superficiali può essere previsto, prima dell'immissione nella vasca finale un finissaggio sui filtri a carbone attivo.

### **3.10 Vasca di accumulo finale**

Vi è una vasca di accumulo finale delle acque di processo realizzate in calcestruzzo fuori terra con una capacità complessiva di 130 m<sup>3</sup> ed è in grado di raccogliere un volume superiore alla capacità di trattamento giornaliera di rifiuti liquidi. Da questa vasca si effettua il prelievo dei campioni per stabilire la conformità ai limiti di legge prima dello scarico in corso idrico superficiale. La vasca ha una funzione di equalizzazione finale.

### **3.11 Scarico in corso idrico superficiale**

Lo scarico avviene nello Scolo del Consorzio di Bonifica Renana Sestola-Montanara tramite una conduttura di scarico privata. La pompa di rilancio finale dello scarico al corpo idrico recettore assicura una portata non superiore a 6 l/s, in accordo a quanto prescritto dalla autorizzazione allo scarico ai sensi del D. Lgs. 152/99.

In particolare per quanto riguarda lo scarico l'impianto dispone di 3 distinti reti di raccolta e allontanamento di acque:

- Acque nere, provenienti dai servizi igienici, che vengono pre-trattate, in accordo ai regolamenti locali, in una vasca Imhoff prima di essere conferite a collettore comunale delle acque nere posto su Via dell'Agricoltura quindi al depuratore comunale di Castel Guelfo;
- Acque meteoriche, drenate tramite pozzetti e caditoie da tutta la superficie asfaltata interna all'impianto. Le acque vengono convogliate alla vasca di prima pioggia con capacità di circa 30 m<sup>3</sup> in grado di contenere i primi 5 mm di pioggia ricadenti sulla superficie impermeabilizzata; la quantità eccedente, tramite by-pass, vengono rilanciate, tramite stazione di sollevamento, alla condotta di fognatura bianca dell'area industriale posta sempre in corrispondenza di Via dell'Agricoltura e recapitante in Scolo Sestola Montanara. La presenza di valvola di non ritorno impedisce il rigurgito dalla rete fognaria dell'area industriale. Le acque di prima pioggia vengono convogliate in testa all'impianto per essere trattate.
- Acque di processo. Al termine del processo depurativo, una volta verificato il rispetto dei limiti normativi ed autorizzativi tramite controlli analitici di laboratorio, le acque vengono scaricate dalla vasca di accumulo finale al corpo idrico recettore (Scolo Sestola

Montanara) tramite una condotta interrata. Lo scarico finale delle acque di processo, autorizzato con atto PG n. 0169692 del 29/11/2001 Fasc 11.4.5/613/2001 della Provincia di Bologna, avviene nel rispetto dei limiti di Tabella 3, allegato 5 del D.Lgs. 152/99 per scarico in acque superficiali, con una portata non superiore a 6 litri/s.

### **3.12 Disidratazione e stoccaggio fanghi**

Dai decantatori, tramite tubazione dedicata, il fango viene inviato ad una filtropressa alimentata da una pompa a pistone bicilindrico; il refluo che si ottiene viene inviato alla fase di affinamento. L'area di stoccaggio fanghi palabili in uscita dalla fase di disidratazione del fango è costituita da un'area coperta posta immediatamente a valle della filtropressa dalla quale il fango è trasportato tramite coclea.



**Figura 13.** Immagine della filtropressa con 80 piastre con tele filtranti da 100x100 cm.

Nell'area coperta i fanghi sono stoccati in due cassoni scarrabili che una volta pieni vengono portati in discarica a mezzo di un trasportatore autorizzato.

Questo modo di procedere comporta alcune problematiche associate sia alla scarsa tempestività con cui i trasportatori autorizzati rispondono alla richiesta di trasporto in discarica (i ritardi nel liberarsi dai fanghi si ripercuotono a ritroso in tutto il ciclo depurativo con un meccanismo a catena) sia alla impossibilità, in un cassone non drenato, di ridurre il peso dei rifiuti conferiti in discarica tramite la perdita di liquido per percolazione.

Per ovviare a tutto ciò, Romagna Ecologia sta progettando un diverso sistema di stoccaggio dei fanghi per il quale sta già avviando le dovute comunicazioni con la Provincia di Bologna. Il progetto prevede la costruzione di due muri laterali alla zona di stoccaggio fanghi (che uniti al muro esistente creerebbero un box chiuso su tre lati), la creazione di una pendenza della pavimentazione del 3% convogliata verso una canalina di raccolta del percolato e lo stoccaggio direttamente a terra del fango, che verrebbe poi movimentato tramite pala meccanica.

### **3.13 Criteri di valutazione dei reflui in ingresso all' impianto**

Condizione *sine qua non* un refluo può essere accettato e successivamente trattato in Romagna Ecologia è che il codice di identificazione secondo il registro europeo del rifiuto sia compreso tra i codici in autorizzazione. A questo proposito la rete commerciale di Romagna Ecologia e tutti i produttori di rifiuto compresi gli stoccatore e gli intermediari che afferiscono all'impianto si impegnano ad indicare sul campione o su una scheda di accompagnamento il codice identificativo del rifiuto e tutti i dati che ne permettano una rapida identificazione. Le operazioni di omologa di un rifiuto avvengono previa consegna di un campione al laboratorio di analisi locato all'interno dell'impianto stesso dove verrà compilata una *scheda del rifiuto* che conterrà indicazioni circa i principali parametri chimico-fisici e di trattabilità del reflu. Viene altresì fornita dal produttore-stoccatore-intermediario insieme al campione una analisi chimico-fisica dettagliata e firmata da un chimico iscritto all'ordine professionale, che certifichi la qualità del reflu. Sarà premura del chimico interno verificare che i parametri e i codici riportati attendano alle caratteristiche contenute nell'autorizzazione dell'impianto e siano quanto più rispettati i limiti imposti dalla normativa vigente. Nei casi in cui si renda necessaria verranno condotte all'interno del laboratorio, analisi specifiche per controllare quei parametri chimici non riportati nella scheda di accompagnamento al campione.

Una volta terminate le analisi il campione potrà essere omologato e quindi ne verrà fissato il conferimento all'impianto che potrà avvenire a mezzo autocisterna o cisternette volumetriche (1 mc). All'atto del conferimento, prima delle operazioni di scarico, sarà premura di un'operatore e del chimico prelevare un campione da mandare immediatamente al laboratorio dove verranno velocemente testati i principali parametri chimico fisici e verrà condotto una rapida prova di trattabilità seguendo le indicazioni contenute nella *scheda del rifiuto* precedentemente compilata sulla base del campione analizzato all'atto dell'omologa. Se tutti i dati saranno confermati si potrà procedere allo scarico del reflu ed alla sua immissione nella linea depurativa. In casi eccezionali, quando non siano rispettate le caratteristiche del reflu all'atto dell'omologa, si potrà respingere il carico.

### 3.14 Trattamento chimico – fisico

Il trattamento chimico fisico o trattamento primario rappresenta il cuore dell'impianto di depurazione di Romagna Ecologia. I processi chimici che vengono impiegati in questa sezione dell'impianto permettono di ottenere una prima vera e propria nonché decisa depurazione dei reflui ritirati. L'aggiunta ai reflui di determinati reagenti chimici permette di operare un abbattimento di una frazione percentuale molto elevata degli agenti inquinanti ed in particolare di molti metalli.

Il trattamento chimico fisico può essere eseguito in parallelo su sei decantatori; ad ogni singolo decantatore arrivano una serie di linee, manovrabili tramite appositi rubinetti, che permettono di far giungere i reflui direttamente dalle vasche di scarico, oppure da ogni singolo serbatoio di stoccaggio. Inoltre ogni decantatore presenta un'altra batteria di linee manovrabili attraverso appositi rubinetti, attraverso i quali è possibile dosare le materie prime necessarie per la lavorazione dei reflui. Tutte le linee sono disposte allo stesso modo per ogni decantatore ed in maniera speculare rispetto al camminamento centrale.

Sulla struttura sono anche presenti 3 tubi volanti collegati alla linea dell'acqua di rete utilizzabili per la pulizia dei decantatori, a fine lavorazione e un tubo volante per la linea del polielettrolita, manovrabile attraverso un rubinetto ad aria compressa che controlla una pompa a membrana.

Consideriamo il caso in cui il refluo sia direttamente inviato dalle vasche di scarico al trattamento chimico fisico, ma è applicabile anche ai rifiuti che vengono movimentati dallo stoccaggio. L'addetto al chimico fisico deve assicurarsi che i rubinetti di tutte le linee dei decantatori siano sempre chiusi, compresi i rubinetti della linea fanghi e della linea del chiarificato, nonché quello relativo al controllo del livello fanghi. Dovrà quindi aprire solo il rubinetto corrispondente allo scarico del decantatore vuoto nel quale si intende lavorare. A questo punto il refluo è pompato direttamente al chimico fisico ed in particolare nel decantatore prescelto.

Una volta che la vasca di scarico si è svuotata si procederà alla pulizia della stessa con acqua di rete. Anche le acque di lavaggio della vasca seguiranno lo stesso destino del refluo e quindi inviate nello stesso decantatore del refluo sul chimico fisico. Conclusa tale operazione per prima cosa si procede allo spegnimento della pompa e poi successivamente alla chiusura dei rubinetti delle vasche e poi dei rubinetti nei decantatori.

Riempito il decantatore si può procedere al trattamento chimico-fisico; per prima cosa è necessario azionare l'agitatore che è fondamentale per ottenere una giusta miscelazione e omogeneità del rifiuto e delle materie prime di lavorazione.

Quello che si vuole ottenere è la formazione di un fango morbido costituito da fiocchi che al loro interno inglobano le sostanze inquinanti ed in particolare macromolecole e metalli. Tutti i reagenti che vengono dosati durante la lavorazione sono acidi forti, basi forti o sali di acidi o basi forti che danno origine a vere e proprie reazioni chimiche le quali portano alla formazione di strutture denominate "complessi". In determinate condizioni di pH ed in presenza di polielettroliti,



questi complessi tendono ad aggregarsi ulteriormente formando dei fiocchi pesanti che si depositano sul fondo del decantatore dando origine al fango.

L'aggiunta di acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) o di soda caustica ( $\text{NaOH}$ ) per annullare la basicità iniziale o l'acidità iniziale di un refluo sono la prima cosa da effettuare dopo avere controllato il pH. Questa prima operazione pone le condizioni iniziali di destabilizzazione delle cariche elettriche le quali mantengono in soluzione i nostri agenti inquinanti. La successiva aggiunta di composti come il cloruro ferrico ( $\text{FeCl}_3$ ) o il cloruro di alluminio ( $\text{AlCl}_3$ ) o il solfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) favorisce la formazione e l'appesantimento dei complessi in soluzione; infatti i cosiddetti Metalli di Transizione come il Ferro (Fe) o l'Alluminio (Al) hanno la caratteristica di formare degli ottimi complessi con moltissime sostanze e molecole.

L'aggiunta di Calce poi permette di ottenere un addensamento della soluzione e di creare le condizioni di pH ideali affinché possa agire il polielettrolita, formando fiocchi di varie dimensioni più pesanti dell'acqua, le quali tendono a depositarsi dando origine al fenomeno della flocculazione.

Nei casi in cui il chiarificato presenta una colorazione dovuta a pigmenti in soluzione che non precipitano nelle normali condizioni di trattamento, può rendersi necessaria l'aggiunta di carboni attivi che hanno la caratteristica di adsorbire in superficie queste sostanze decolorando l'acqua.

La lavorazione primaria chimico fisica non deve essere considerata come una parte a se stante della depurazione ma come una parte integrata nel ciclo depurativo dell'impianto; la lavorazione chimico fisica deve essere condotta nella maniera più efficiente possibile al fine di produrre un chiarificato con caratteristiche chimiche ben precise che ne permettano una facile e veloce lavorazione successiva.

Il valore di pH a fine lavorazione è molto importante; una basicità compresa tra pH 8 e pH 10 rappresenta il presupposto migliore per un successivo corretto funzionamento dei sistemi che si trovano a valle del chimico fisico. E' importante che i parametri chimici in uscita dalla lavorazione chimico-fisica siano controllati; a tale scopo il chimico dell'impianto valuta dopo ogni lavorazione la qualità dei trattamenti e ne decide la destinazione successiva (DEK7, VA02, Vasca scarico finale).

Terminata poi la lavorazione il trattato viene lasciato riposare per diverso tempo in modo da permettere la precipitazione e la deposizione del fango sul fondo del cono del decantatore. Il primo trattato a dover essere scaricato è il surnatante o chiarificato.

La linea di scarico del chiarificato dai decantatori è unica e, grazie alla presenza di pompe, permette di smistare velocemente il refluo a diverse destinazioni.

Sulla vasca in zona scarico è posizionata una grata che permette di fermare gli eventuali corpi grossolani presenti nel decantatore. Una volta scaricato il fango mantenendo aperta la linea, si procede alla pulizia del decantatore con acqua di rete che finirà anch'esse nella vasca di condizionamento. A questo punto dopo avere ultimato il lavaggio si deve immediatamente chiudere il rubinetto sul fondo del cono del decantatore e poi il rubinetto di scarico della linea fanghi. In

questa maniera il decantatore è pulito e pronto per ricevere un nuovo rifiuto e avviare una nuova lavorazione.

Anche per quanto riguarda il condizionamento dei fanghi, la presenza di un agitatore permette di omogenizzare il fango e prepararlo adeguatamente alla filtropressatura; questa operazione prevede l'aggiunta di Calce in sacchi e di polielettrolita in modo da formare dei fiocchi densi, pesanti e stabili.

Per capire se si deve procedere o meno ad appesantire il fango si deve anche tenere in considerazione il comportamento che questo ha sulla filtropressa; se un fango è troppo leggero la filtropressa pompa molto velocemente ed in continuo e questo vuol dire che le tele non riescono a trattenere bene il fango che tende a rompersi e a passare nel filtrato. In questa maniera non si riesce a separare la parte acquosa da quella solida e si è costretti a ritrattare tutto; una buona filtropressatura quindi è sinonimo di un fango ben condizionato.

E' importante non eccedere nella quantità di calce e polielettrolita aggiunto poichè questi materiali rilasciano in soluzione ioni che vanno ad appesantire ulteriormente i parametri chimici di pH e conducibilità. Si deve tenere in considerazione che il percolato del filtropressa (l'acqua di risulta della filtropressatura) segue la via del trattamento sulle membrane ad alte prestazioni.

Una volta che i fanghi sono stati condizionati adeguatamente si può procedere all'apertura del rubinetto che permette la fuoriuscita del fango verso la pompa che alimenta la filtropressa.

### **3.15 Filtropressatura dei reflui**

Il processo di filtropressatura permette di pressare il fango ottenuto nella lavorazione chimico fisica per separare in maniera fisica la parte acquosa dalla parte solida. Ciò che si ottiene è un fango altamente disidratato che viene smaltito in apposite discariche.

La filtropressa o il filtropressa è una macchina pneumatica dotata di diversi pannelli muniti di tele filtranti sulle quali il fango si deposita e viene letteralmente "spremuta" dell'acqua in eccesso in modo da renderlo anidro e cioè privo dell'acqua. La macchina che viene utilizzata in impianto è una filtropressa automatica (Della Toffola) dotata di 80 pannelli filtranti (ciascuno da 1 m<sup>2</sup>).

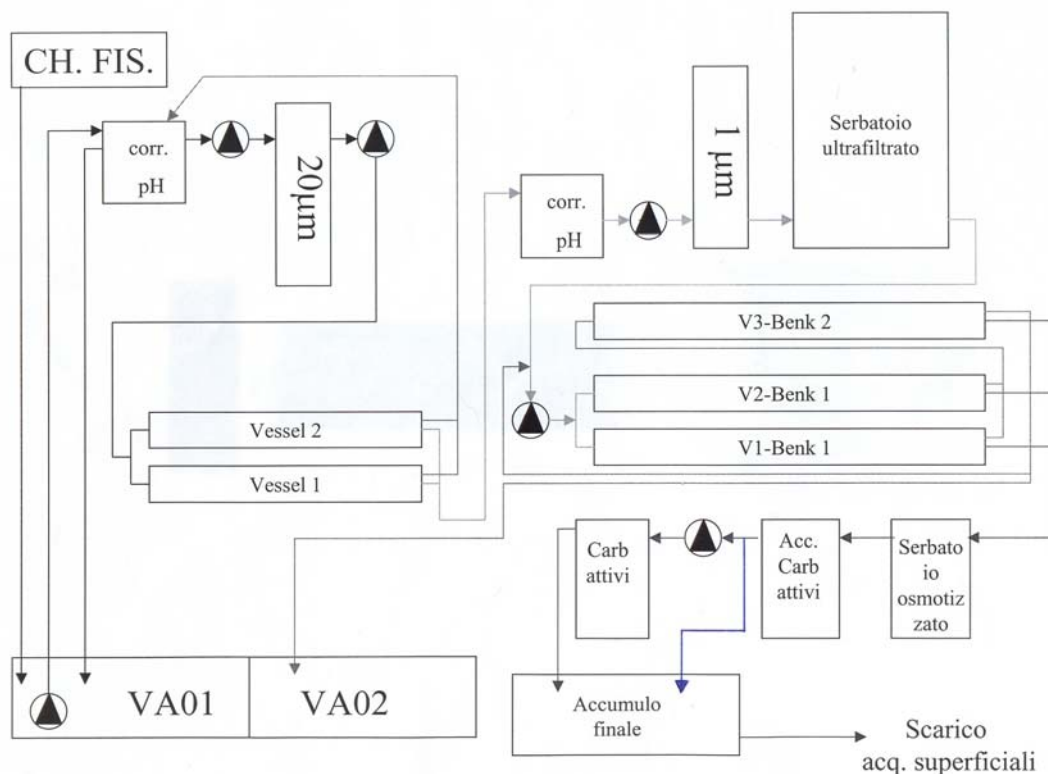
Questa macchina è dotata di una pompa di aspirazione a pistoni che preleva il fango da una delle due vasche ai piedi della struttura del chimico-fisico per immetterli direttamente sulle tele filtranti; qui, in seguito alla pressione esercitata dal pistone principale, si ha la spremitura dei fanghi che tendono a depositare la parte solida e a compattarsi tra le tele formando dei pannelli. Quando i pannelli sono pieni e cioè si è raggiunto il massimo di disidratazione possibile la macchina non riesce più a pompare e quindi si ferma o deve essere fermata per permetterne la pulizia.

La parte liquida viene scaricata attraverso una serie di ugelli laterali in una grondaia collegata attraverso una linea apposita ad un serbatoio di accumulo. Qui attraverso una pompa sommersa l'acqua di risulta della filtropressa viene rilanciata o al DEK 7 o alla VA02.

Le acque di risulta del filtropressa provengono da un fango che oltre al trattamento chimico-fisico ha subito anche un probabile trattamento di condizionamento. Durante questa fase vengono aggiunti altri prodotti quali calce e polielettrolita che contribuiscono ad appesantire il fango per la filtropressatura ma contemporaneamente contribuiscono anche ad aumentare il carico di sostanza disciolte in acqua andando ad alterare, a volte in maniera troppo pesante, i valori di conducibilità dell'acqua. Per valori troppo alti di conducibilità risulta poi molto faticoso il processo di filtrazione su membrane ad alte prestazioni che in alcuni casi può rivelarsi pericoloso in quanto durante la concentrazione all'interno delle macchine possono verificarsi fenomeni di precipitazione non voluti che possono portare ad un blocco totale delle macchine e di conseguenza di tutto il processo depurativo.

### **3.16 Trattamento Ultrafiltrazione Osmosi Inversa**

Lo schema a blocchi in figura 9 mostra brevemente il funzionamento del sistema UF-RO: l'impianto di ultrafiltrazione è stato progettato per poter ospitare due vessel in parallelo ognuno dei quali ospita a sua volta due membrane da 8 “ a spirale avvolta montate in serie. Questa configurazione permette di trattare nell'unità di tempo un grande volume di refluo ottenendo un ultrafiltrato con caratteristiche chimico-fisiche adatte ad un trattamento di osmosi inversa. I parametri di pH e conducibilità sono monitorati in continuo in ingresso ed in uscita sia dal sistema di ultrafiltrazione sia dal sistema di osmosi inversa. Un ulteriore controllo sulla torbidità dell'ultrafiltrato viene condotto in laboratorio con un nefelometro che permette di valutare l'eventuale presenza di sostanze in sospensione ed eventuali colloidali che potrebbero danneggiare le membrane da osmosi.



**Figura 14.** Schema tecnico del sistema UF-RO

L'osmosi inversa invece presenta una configurazione impiantistica diversa da quella della ultrafiltrazione e risulta attualmente sovradimensionata rispetto all'ultrafiltrazione. Infatti sono presenti due banchi di osmosi inversa montati in serie. Il primo banco è costituito da due vessel montati in parallelo ognuno dei quali è contiene quattro membrane montate in serie: il permeato in uscita viene inviato per caduta alla vasca finale, mentre il concentrato viene inviato al secondo banco. Questo è costituito da un vessel contenente quattro membrane montate in serie: il permeato in uscita si riunisce a quello proveniente dal primo banco mentre il concentrato viene eliminato nella vasca sottostante destinata a smaltimento. Questo schema costruttivo così concepito può essere considerato un sistema a concentrazione che permette di concentrare ulteriormente il refluo trattato in modo da recuperare fino ad un massimo teorico del 70% del refluo in entrata. Ad ulteriore protezione sia dall'ultrafiltrazione che dell'osmosi inversa sono stati montati a monte dei banchi, due batterie di filtri a cartuccia in fiocco di polipropilene, rispettivamente da 20µ per l'UF e da 1µ per l'RO.

### 3.16.1 Trattamento Ultrafiltrazione - UF

La sezione di ultrafiltrazione è costituita nel suo cuore filtrante da due vessel in parallelo che portano ciascuno due membrane in serie; le membrane da UF a spirale avvolta sono in

POLIACRILONITRILE (GE-Osmonics, Industrial, 50000 Dalton), un polimero studiato appositamente per la reiezione delle sostanze lipofile. Queste membrane sono particolarmente ideali per emulsioni, o comunque per acque che contengono oli.

L'acqua precedentemente scaricata in VA01 viene aspirata in una vasca di equilibratura T1, dotata di agitatore, pompe di dosaggio per acido e base e di un troppo pieno scolmante sulla vasca stessa. In questa vasca viene stabilizzato il pH ad un valore generalmente basico (valore di pH compreso tra 8 e 9) ideale per mantenere gli oli in emulsione e non separare le fasi.

Contemporaneamente al pH viene monitorata tramite sonda la conducibilità elettrica, il pH della sottostante VA01 è generalmente molto basico, circa 10/12 e viene portato al valore desiderato per mezzo di un dosaggio determinato dal monitoraggio del pH stesso con una soluzione di acido citrico al 18%.

L'acqua viene poi aspirata e inviata alle membrane circolando prima in una batteria di cartucce filtranti con porosità di 20  $\mu\text{m}$  (Pall-Clariss) posti a protezione delle membrane da UF.

L'acqua viene poi pompata sulle membrane dove avviene la vera separazione e si ottengono due prodotti:

1. Concentrato: questa parte di liquido è quella più abbondante e viene rilanciata in T1 dove si va a miscelare con l'acqua proveniente dalla VA01
2. Permeato: è la quantità minore e rappresenta la frazione "buona" o ultrafiltrato che viene inviata ad una seconda vasca di equilibratura del pH, T2, specifica per il sistema ad Osmosi Inversa, RO.

In questa seconda vasca di equilibratura, T2, il pH viene riportato ad un valore debolmente acido compreso tra 6 e 6.8. Questa acidificazione avviene dosando la medesima miscela di acido citrico e si rende necessaria per diminuire nell'acqua da osmotizzare la presenza dei carbonati che per via del processo di concentrazione che avviene all'interno delle membrane da RO potrebbero precipitare dando luogo al blocco delle membrane.

### **3.16.2 Trattamento Osmosi Inversa**

La sezione di osmosi inversa è costituita nel suo cuore filtrante da tre vessel divisi in due banchi filtranti di cui il primo banco è costituito da due vessel in parallelo che portano ciascuno quattro membrane in serie e il secondo banco disposto in serie con gli altri due e costituito da un vessel con all'interno quattro membrane in serie. Questo sistema così sviluppato funziona in concentrazione e cioè il permeato, cioè l'acqua osmotizzata di entrambi i banchi viene raccolta in un unico accumulo finale, mentre l'acqua concentrata proveniente dal primo banco viene convogliata al secondo banco per un ulteriore passaggio e recupero di acqua da scaricare.

Le membrane da RO a spirale avvolta sono in polimero di cellulosa (GE-Osmonics). L'acqua proveniente dalla UF viene dapprima raccolta in T2 dove viene regolato il pH e portato al valore di debolmente acido (6-6.8) dopodiché una pompa controllata da un sistema a livello invia il refluo dapprima su un sistema a cartucce filtranti con porosità di 1µm (Pall-Claris) e poi per caduta ad uno stoccaggio da 5 m<sup>3</sup>.

L'acqua viene poi pompata sulle membrane; qui avviene la vera separazione e si ottengono due prodotti:

1. Concentrato: questa parte di liquido viene divisa in due frazioni una che viene eliminata direttamente in VA02 ed una che viene ricircolata e inviata a monte dell'impianto di RO a livello della pompa di alimentazione dell'RO in modo da essere miscelato con il refluo ultrafiltrato.
2. Permeato: rappresenta la frazione osmotizzata che viene raccolta in un serbatoio e per caduta può successivamente essere o direttamente scaricato in vasca finale o fatto passare tramite una pompa su una batteria di carboni attivi per un finissaggio e poi successivamente destinato alla vasca di scarico finale.

### 3.17 Rifiuti contenete cromo esavalente

Lo scopo è quello di dotare l'impianto di una linea per il trattamento dei rifiuti tossico-nocivi; in particolare, il processo depurativo sarà in grado di abbattere efficacemente i rifiuti caratterizzati dalla presenza di cromo esavalente.

Nel complesso, i rifiuti (già autorizzati o nuovi) contenenti Cr<sup>VI</sup> che l'impianto tratterà sono di seguito identificati:

CER	P	Denominazione
040104		Liquido di concia contenente cromo
060101	P	Acido solforico ed acido solforoso (miscela solfocromica)
060315	P	Ossidi metallici contenenti metalli pesanti
060704	P	Soluzioni ed acidi, ad es. acidi di contatto
110107	P	Basi di decapaggio
110111	P	Soluzioni acquose di lavaggio, contenenti sostanze pericolose
120301	P	Soluzioni acquose di lavaggio
160303	P	Rifiuti inorganici, contenenti sostanze pericolose

CER	P	Denominazione
160506	P	Sostanze chimiche di laboratorio contenenti o costituite da sostanze pericolose, comprese le miscele di sostanze chimiche di laboratorio
160507	P	Sostanze chimiche inorganiche di scarto contenenti o costituite da sostanze pericolose
160904	P	Sostanze ossidanti non specificate altrimenti

**Tabella VIII** Elenco rifiuti che saranno conferibili all'impianto dopo l'attivazione della linea tossico-nocivi.

Risulta importante sottolineare che la modifica non porterà ad un aumento della potenzialità complessiva di trattamento rispetto a quella già autorizzata dalla Provincia di Bologna (33.880 t/anno). Il progetto prevede l'utilizzo di procedimento di abbattimento del cromo esavalente innovativo rispetto alla prassi attuale e che permette di ridurre gli impatti soprattutto sulla componente atmosfera, non esalando gas odorigeni e tossici come l'anidride solforosa.

La via classica per ottenere la riduzione dei cromati è l'utilizzo di sodio bisolfito ( $\text{NaHSO}_3$ ); questo in soluzione si dissocia ed il potere riducente dello zolfo permette la riduzione del cromo esavalente a cromo trivalente. Lo ione bisolfito tende a dissociarsi con la formazione di  $\text{SO}_2$  che tende ad abbandonare la soluzione per passare in fase gassosa. L'alcalinizzazione della soluzione a pH intorno a 8,5 permette la precipitazione del cromo come idrossido, il processo scelto consiste invece nella riduzione dei cromati tramite solfato ferroso; questa metodologia, finora conosciuta come efficace in ambiente fortemente acido risulta funzionare bene anche in ambiente neutro od alcalino.

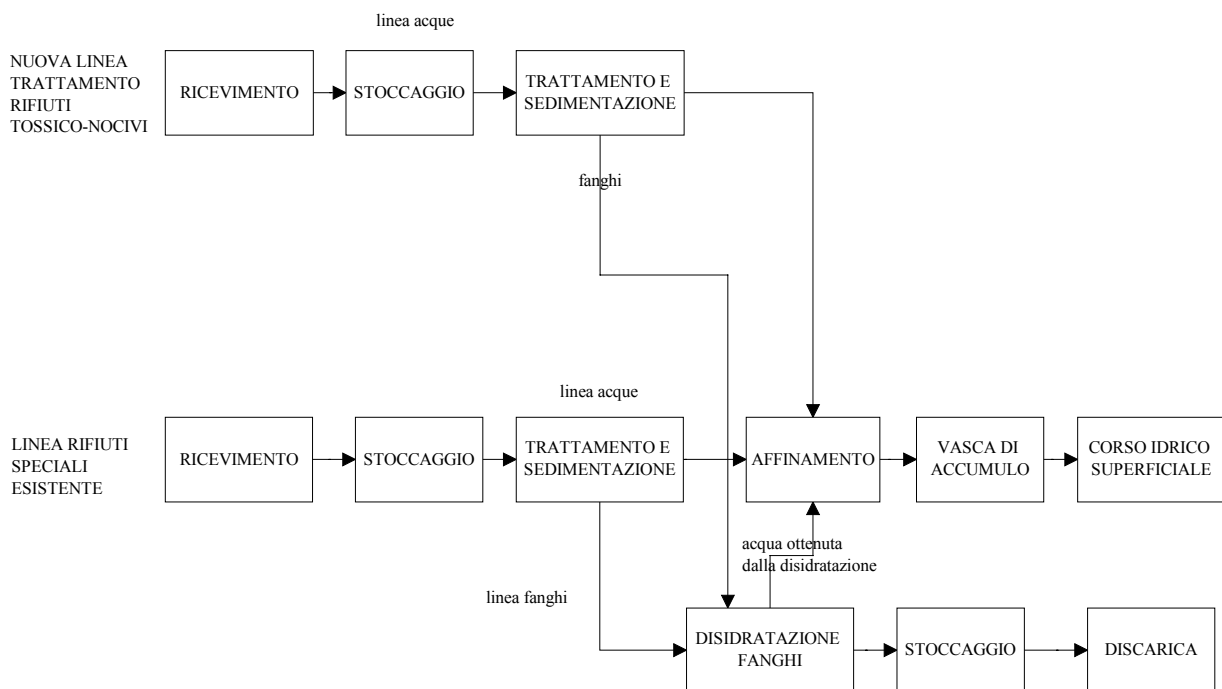
Il procedimento consiste in una aggiunta di solfato ferroso (in soluzione o allo stato solido) in quantità stechiometrica o fino ad un prefissato valore redox analogamente a quanto già viene fatto con il bisolfito, quindi alcalinizzare fino al pH circa 8,5 per permettere la precipitazione di cromo e ferro come idrossidi.

L'azione riducente del ferro, che si ossida da  $\text{Fe}^{\text{II}}$  a  $\text{Fe}^{\text{III}}$ , permette la riduzione del cromo esavalente in trivalente. Lo zolfo in soluzione è presente come ione solfato, stabile e non volatile, non dando quindi adito a problemi di odori come nel caso dell'anidride solforosa.

La nuova linea di trattamento risulta completamente distinta dalle linee esistenti dedicate ai rifiuti speciali (non tossico-nocivi) finché questo non perde le sue caratteristiche di rifiuto tossico-nocivo: la zona di scarico delle autobotti, lo stoccaggio provvisorio, i decantatori per il trattamento e la sedimentazione dei reflui, saranno costruiti ex-novo e costituiranno una linea separata, indipendente e specifica per il trattamento di rifiuti tossico-nocivi contenenti cromo esavalente. Al termine del trattamento di riduzione, sia i fanghi che l'acqua perdono le loro caratteristiche di tossicità dovute alla presenza di cromo esavalente e possono quindi essere inoltrati alle fasi

rispettivamente di disidratazione e di affinamento comuni al processo di smaltimento dei rifiuti speciali non tossico-nocivi già autorizzato e funzionante.

Lo schema di processo a seguito della modifica impiantistica è rappresentato in figura.



**Figura 15.** Schema a blocchi del nuovo processo depurativo di Romagna Ecologia



L'impianto è dimensionato per trattare 30 m<sup>3</sup>/d di refluo. Ipotizzando un ciclo lavorativo di 260 gg/anno, il quantitativo di rifiuti trattati su base annua è pari a 7800 m<sup>3</sup>/anno. Per il funzionamento della nuova linea è prevista la costruzione di:

- una nuova area di scarico autobotti, con relativa vasca di accumulo;
- 2 serbatoi di stoccaggio più 2 eventuali per future necessità;
- 6 vasche di trattamento;
- 3 serbatoi per reagenti (soda, acido solforico, polielettrolita);
- 1 bacino di preparazione della soluzione di solfato di ferro;
- relative tubazioni, pompe, etc.

Il processo di trattamento dei rifiuti tossico-nocivi in progetto risulta così articolato:

- **Ricevimento:** dall'area di sosta per le autobotti, il refluo viene quindi immesso in una vasca prefabbricata in cemento armato contenente una vasca in acciaio inox 304 (capacità 17 m<sup>3</sup>). Tra le due vasche vi è una intercapedine di alcuni cm con sistema di controllo per rilevare eventuali infiltrazioni.
- **Stoccaggio:** lo stoccaggio avverrà in due serbatoi in PEHD di circa 19 m<sup>3</sup> ognuno. La presenza di due serbatoi permette di stoccare contemporaneamente rifiuti con caratteristiche diverse e tra loro incompatibili, ad esempio reflui acidi e basici.
- **Trattamento e sedimentazione:** dai serbatoi di stoccaggio i reflui vengono inviati a 6 decantatori cilindrici (di volume geometrico 8,3 m<sup>3</sup> ciascuno), realizzati in vetroresina e appoggiati direttamente a terra. All'interno dei serbatoi verranno miscelati i reagenti per ottenere le opportune variazioni di pH, gli agenti riducenti per la riduzione del Cromo VI a Cromo III, ed eventuali additivi per facilitare la sedimentazione. Al termine del trattamento l'acqua depurata viene inviata all'esistente fase di affinamento del refluo, già descritta in precedenza. Il fango estratto dal fondo viene inviato all'esistente filtropressa che è in grado di assorbire l'ulteriore carico di lavoro dovuto alla nuova linea e inoltre il numero di pannelli filtranti, oggi limitato a 60, può essere aumentato a 80, aumentando quindi la capacità della macchina.
- **Stoccaggio prodotti chimici:** a servizio del nuovo impianto sono previsti 3 nuovi stoccaggi di sostanze chimiche (1 serbatoio di soda in PEHD da 5 m<sup>3</sup>, dotato di proprio bacino di contenimento; 1 serbatoio di acido solforico in PEHD da 5 m<sup>3</sup>, dotato di proprio bacino di contenimento; 1 vasca di dissoluzione per il polielettrolita in PEHD da 0,5 m<sup>3</sup>). Il solfato di ferro verrà stoccato solido in sacchi da 25 kg o big bags nel locale filtropressa. Verrà movimentato con muletto e appoggiato su un'apposita struttura metallica sopra la vasca di preparazione della sospensione di 2-3 m<sup>3</sup> con fondo inclinato. Un operatore preparerà manualmente la soluzione costituita da solfato di ferro e la stretta quantità di acqua

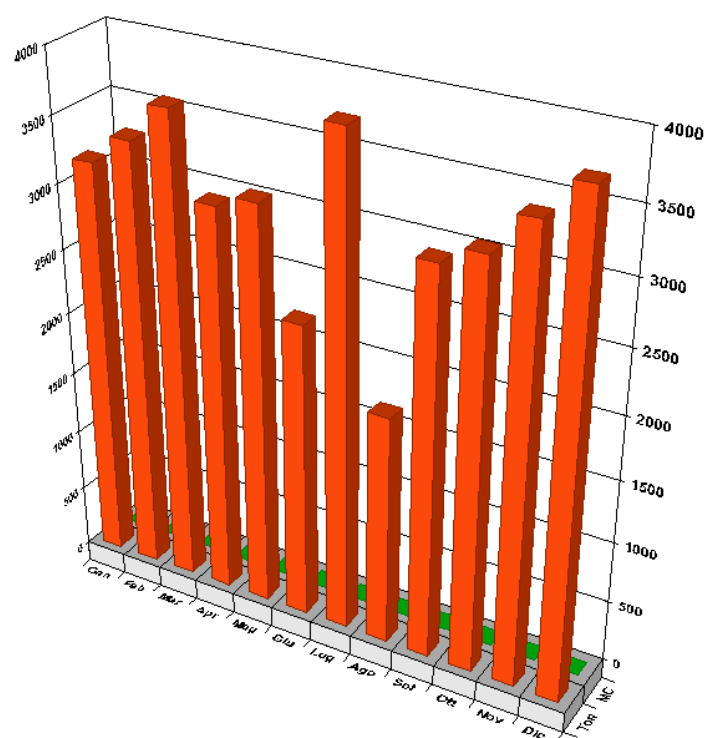
necessaria per rendere il tutto movimentabile tramite una pompa peristaltica fino ad uno dei 6 serbatoi di trattamento.

## **CONCLUSIONI**

### **4.1 Piattaforma Romagna Ecologia s.r.l.**

Anche la piattaforma trattamento reflui gestita da Romagna Ecologia srl può essere considerata come un' impresa di trasformazione e recupero delle acque di origine industriale le quali, in uscita, vengono scaricate in acque superficiali e quindi reintrodotte nel ciclo biologico naturale con valori chimico-fisici ottemperanti a quelli richiesti dalla normativa vigente.

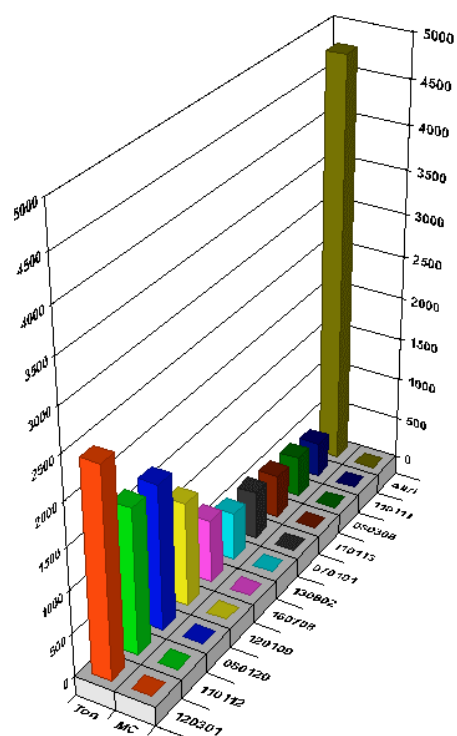
Il volume di reflui conferiti durante l'anno 2004 e la relativa divisione per codice CER sono mostrati in figura.



**Figura 16.** Grafico dei volumi di refluo conferiti nell'anno 2004.

**Tabella IX** Quantitativi mensili totali di refluo conferito nell'anno 2004.

MESE	Kg
GENNAIO	883.640,000
FEBBRAIO	1.089.560,000
MARZO	1.462.310,000
APRILE	1.168.245,000
MAGGIO	1.450.463,000
GIUGNO	1.156.320,000
LUGLIO	1.773.028,000
AGOSTO	796.196,000
SETTEMBRE	1.388.645,000
OTTOBRE	1.078.313,000
NOVEMBRE	1.215.400,000
DICEMBRE	1.626.825,000
<b>TOTALE</b>	<b>15.088.945,000</b>



**Figura 17.** Grafico dei principali codici CER in autorizzazione conferiti nell'anno 20004

**Tabella X** - Riassunto annuale dei codici CER conferiti durante l'anno 2004.

<b>CER</b>	<b>Kg</b>
020301	14.700,000
050103	266.420,000
050106	31.860,000
060101	139.668,000
060102	50.108,000
060106	19.305,000
060205	25.562,000
060313	80,000
060314	341.380,000
060405	1.354,000
060502	15.380,000
060503	213.160,000
070101	551.140,000
070201	27.540,000
070401	840,000
070501	26.060,000
070512	126.820,000
070601	301.880,000
070612	245,000
070699	330.380,000
070701	190.430,000
080112	77.120,000
080116	61.460,000
080118	1.300,000
080120	1.696.145,000
080202	7.240,000
080308	481.500,000
080313	1.260,000
080316	5.420,000
080416	76.940,000
090101	40.180,000
090102	22.920,000
090104	8.240,000
090105	3.000,000
100119	820,000

110105	230.305,000
110106	136.150,000
110109	2.060,000
110111	416.680,000
110112	1.697.300,000
110113	503.120,000
110114	37.880,000
110115	1.750,000
110198	137.827,000
110299	9.600,000
120108	15.420,000
120109	1.211.103,000
120114	58.000,000
120115	12.340,000
120118	181.870,000
120199	51.580,000
120301	2.436.310,000
130105	197.170,000
130307	140,000
130309	300,000
130502	35.880,000
130507	6.280,000
130802	556.120,000
130899	281.400,000
160305	21.013,000
160306	7.640,000
160708	743.260,000
160709	176.110,000
160799	314.480,000
190206	6.820,000
190802	124.360,000
190810	23.600,000
190812	31.420,000
190813	9.780,000
190814	170.180,000
190902	82.180,000
190904	3.660,000



<b>TOTALE</b>
---------------

<b>15.088.945,000</b>
-----------------------

Dai dati riportati nelle varie tabelle si deduce come il volume di refluo vari molto nel corso dell'anno; in particolare si nota come i mesi con maggiore volume di conferimento siano quelli di marzo luglio e dicembre mesi che coincidono con il fermo macchine dovuto alle festività pasquali, estive e natalizie. Questo trend è tipico poiché in questi periodi dell'anno tutte le attività produttive chiudono per alcuni giorni o effettuano cambiamenti nelle linee di produzione; tutto questo comporta la necessità di effettuare lavaggi, pulizie o smaltimento di eventuali fondi di lavorazione.

Da un punto di vista costruttivo-impiantistico la piattaforma presenta soluzioni ingegneristiche interessanti che rispecchiano quanto esposto nel paragrafo precedente. In particolare tutta l'area su cui sorge l'impianto è stata concepita come un bacino contenitivo in modo da evitare eventuali inquinamenti del sottosuolo; tutte le strutture presenti in impianto si trovano all'interno di bacini contenitivi in calcestruzzo armato trattato in superficie con vernici resistenti agli agenti chimici.

Tutti gli stoccaggi sono disposti in bacini contenitivi costruiti sotto il piano di campagna; le tubazioni di raccordo tra le varie sezioni dell'impianto passano sotto il piano calpestabile in appositi cunicoli in calcestruzzo verniciato dotati di coperture rimovibili e di sistemi di pompaggio e rilancio nelle vasche iniziali in caso di rotture o perdite di liquidi.

In origine il processo depurativo della piattaforma trattamento reflui gestita da Romagna Ecologia srl ed autorizzato con P.G. N. 0122608 del 22.07.02, prevedeva una sezione di trattamento chimico fisico, un trattamento complementare di ossidazione biologica, ed una fase di finissaggio su filtri a sabbia e/o carboni attivi. Allo stato attuale nella sezione chimico fisico si sono ottenuti ottimi risultati sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo:

- Liquido surnatante limpido
- Abbattimento quasi totale dei metalli
- Abbattimento del COD attorno al 70%

Da questa ultima valutazione si deduce che per quanto buone siano le condizioni operative e la qualità dei reagenti chimici utilizzati, un processo di abbattimento di tipo chimico fisico a reagenti è nettamente insufficiente a portare i valori dei parametri inquinanti entro i limiti fissati dalla normativa per lo scarico in fognatura pubblica e si è ben lontani da ottenere una qualità dell'acqua che la normativa richiede per lo scarico in acque superficiali a cui Romagna Ecologia è

autorizzata. In tabella sono riportati alcuni valori medi analitici determinati in alcuni mesi di attività sulla base di analisi effettuate all'uscita dal chimico fisico su oltre 50 campioni di refluo.

**Tabella XI** - Principali parametri chimici misurati in uscita dal trattamento chimico fisico

<b>Parametro</b>	<b>Valor medio ( ppm o mg/l )</b>
COD	5129
Cloruri	2814
Azoto Ammoniacale	159
Azoto Organico	221
Azoto Nitrico	65
Solfati	1427

Conoscendo già in partenza, in base ad esperienze precedenti, il massimo risultato ottenibile dal trattamento chimico fisico, la società Romagna Ecologia aveva previsto un trattamento di ossidazione biologica complementare alla sezione chimico fisico, al fine di abbattere la frazione organica presente nei reflui.

A tale scopo era stata prevista la costruzione di due vasche fuori terra della capacità di 60 m<sup>3</sup> ciascuna, dotate entrambe di un sistema di insuflaggio di ossigeno puro e di un particolare sistema di miscelazione a tubo venturi.

All'inizio della attività di trattamento reflui le due vasche sono state riempite con acque chiarificate provenienti dal chimico fisico, caratterizzate da un valore di COD di circa 10.000 ppm; successivamente le vasche sono stati inoculate con l'aggiunta di un prodotto commerciale (ECOSANA L) e sono state poi aggiunti nutrienti quali urea e trifosfato sodico e attivato il rifornimento di ossigeno puro mantenuto sempre ad un livello costante tramite dosatori automatici.

Per ottenere poi una biomassa di batteri ottimale sono stati eseguiti controlli periodici dei nutrienti e, quando necessario, aggiunte successive di biomateriale.

Un primo problema riscontrato nella gestione di questo sistema è da imputare a problemi di tempo: purtroppo per riuscire a portare i valori dei parametri degli inquinanti entro i limiti previsti dalla legge per gli scarichi in acque superficiali sono stati necessari più di due mesi, nonostante sia stato effettuato un upgrading impiantistico in termini di miscelazione e movimentazione della biomassa e del volume totale da trattare.

Un altro problema riscontrato in fase di lavorazione è stata l'immissione di ulteriore refluo da trattare nelle vasche, che ha determinato notevoli cambiamenti nella composizione chimica generale, causando una drastica diminuzione del numero dei microrganismi preposti al trattamento annullando totalmente risultati ottenuti.

Una soluzione adottata fu la scelta di alimentare la due vasche con fango attivo proveniente da un grosso impianto biologico al fine di arricchire la fauna batterica, ma anche questa scelta si è rivelata inefficace ed i tempi per effettuare lo scarico delle acque trattate sono rimasti invariati.

Sono passati alcuni mesi durante i quali si sono sperimentate una serie di altre soluzioni possibili, ma inefficaci; si sono raggiunte in seguito delle conclusioni inerenti alla configurazione impiantistica della piattaforma ed alle caratteristiche chimico fisiche del tipo di refluo in ingresso:

- Il volume delle vasche destinate alla depurazione biologica ( $60 \text{ m}^3$ ) risulta insufficiente per poter accogliere il chiarificato giornaliero proveniente dal chimico fisico (circa  $100 \text{ m}^3/\text{die}$ ); inoltre trattandosi di un sistema a batch e non in continuo, gli scompensi che si apportano all'equilibrio microbiologico, ad ogni svuotamento delle vasche, sono talmente intensi da rendere molto lento il conseguimento dei risultati richiesti. Viene quindi a cadere la complementarietà dei due trattamenti depurativi (chimico fisico e biologico) in quanto procedono a velocità notevolmente diverse.

- Le caratteristiche chimiche del chiarificato sono tali da non renderlo particolarmente adatto alla depurazione biologica, infatti il rapporto COD/BOD è molto elevato (circa 50) e valori molto alti di questo rapporto sono caratteristici di reflui non/o molto difficilmente biodegradabili. Anche altri fattori quali l'elevata salinità (alta concentrazione di cloruri, solfati, sodio), la presenza di bassissime concentrazioni di sostanze tossiche e la probabile presenza di ammoniaca (che ad alte concentrazioni perde la caratteristica di nutriente) hanno potuto influenzare negativamente l'ossidazione biologica; ossidazione aggravata dal fatto che i volumi delle vasche certamente non permettono di sfruttare l'effetto diluizione, cosa che accade nei grossi impianti di trattamento biologico.

In attesa di trovare una soluzione alternativa alla depurazione biologica, Romagna Ecologia per procedere con l'attività di smaltimento, è ricorsa al conferimento del chiarificato in uscita dal chimico fisico presso impianti biologici esterni.

Riflettendo sulle caratteristiche del refluo si è intuito che una valida soluzione fosse la tecnologia della separazione molecolare, un metodo quindi di tipo fisico che, mentre trova da tempo una larga applicazione nel settore alimentare, farmaceutico, dell'elettronica di precisione, della potabilizzazione, ecc. , comincia solo da qualche anno ad essere impiegato nell'ambito del trattamento dei reflui ed in particolare dei reflui eterogenei.

Successivamente a diverse prove condotte su impianti pilota e dopo una riflessione sui risultati ottenuti, è stata scelta una configurazione impiantistica come quella presentata nel capitolo precedente e con le seguenti caratteristiche:

- Una unità di ultrafiltrazione atta separare nei liquidi quelle particelle da  $10^{-1}$  a  $10^{-2}$  micron, ad eliminare quindi le sostanze colloidali presenti e preservare le membrane osmotiche della seconda unità garantendo la perfetta funzionalità del trattamento.
- Un' unità di osmosi inversa con capacità di reiezione del 99,4% tale da consentire un rientro dei parametri inquinanti nei limiti consentiti dalla tabella di legge.
- Le vasche che originariamente erano state adibite al trattamento biologico sono state convertite rispettivamente all'accumulo per il sistema UF-RO (VA01) e per lo scarico del concentrato dell'RO (VA02).

**Tabella XII** - Principali parametri analizzati in entrata ed in uscita dal sistema UF-RO.

Parametri	COD mg/l	N-NH <sup>4+</sup> mg/l	N-NH <sup>3-</sup> mg/l	Fe <sup>3+</sup> mg/l	Fenoli mg/l
Refluo in ingresso all'ultrafiltrazione (da chimico fisico)	10583	67,6	34,8	1,46	5,28
Permeato osmosi inversa	191	7,72	0,947	0,072	0,424

Se il permeato in uscita dall'osmosi non rientra nei limiti previsti da normativa per lo scarico in acque superficiali, è previsto un passaggio su carboni attivi.

Tutto il processo è automatizzato e controllato da PLC il che permette un lavorazione in continuo nelle 24 ore.

**Tabella XIII** – Tabella dei valori analitici controlli effettuati dal laboratorio di Romagna Ecologia preliminarmente agli scarichi avvenuti nel 2002 e 2003 registrati allo scarico: (1) valori registrati per scarico dopo trattamento biologico, (2) valori registrati per lo scarico dopo passaggio su UF-RO.

Parametro	Risultati analisi (mg/l)										.L.tab. 3 all. 5 D.Lgs. 152/99 mg/l)
	8/102 002 (1)	8/102 002 (1)	15/11 2002 (1)	28/102 003 (2)	6/11 2003 (2)	21/11 2003 (2)	27/112 003 (2)	3/12 2003 (2)	15/122 003 (2)	23/122 003 (2)	
COD	138	153	155	136	122	151	148	154	151	155	160
N- NH4	00,3	00,215	00,034	70,17	50,16	12,3	11,4	90,4	13,2	80,7	15

Parametro	Risultati analisi (mg/l)										.L.tab. 3 all. 5 D.Lgs. 152/99 mg/l)
	8/102 002 (1)	8/102 002 (1)	15/11 2002 (1)	28/102 003 (2)	6/11 2003 (2)	21/11 2003 (2)	27/112 003 (2)	3/12 2003 (2)	15/122 003 (2)	23/122 003 (2)	
N-NO2	00,05	00,036	00,028	N.R.	N.R.	00,08	00,073	N.R.	00,083	00,055	00,6
N-NO3	00,873	10,27	12,4	00,614	10,03	00,069	10,8	60,4	30,54	50,78	20
P totale	70,523	80,57	70,98	00,4	00,73	00,708	00,69	00,115	N.R.	000,715	10
Solfati	47	694	919	34,3	57	343	329	213	321	341	1000
Cloruri	728	854	1084	113	186	367	253	349	319	273	1200
Nichel	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	/	00,834	/	00,06	N.R.	2
Rame	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	/	/	/	/	/	00,1
Piombo	N.R.	N.R.	N.R.	/	/	00,063	/	/	/	/	00,2
Cromo	N.R.	N.R.	N.R.	/	/	/	00,507	/	/	/	2
Cadmio	N.R.	N.R.	N.R.	/	/	/	/	/	/	/	00,02
Zinco	/	/	/	00,224	N.R.	00,224	/	/	/	00,15	00,5
Ferro	/	/	/	/	/	00,405	00,703	00,536	10,03	00,56	2
Fenoli	/	/	/	00,23	00,15	00,236	00,356	N.R.	N.R.	N.R.	00,5
Formaldei de	/	/	/	00,475	N.R.	00,296	/	N.R.	N.R.	N.R.	1

Una considerazione di carattere economico va fatta confrontando lo stato dell'impianto prima e dopo l'upgrade subito tramite l'acquisto della tecnologia UF-RO: la scelta impiantistica del trattamento biologico evidenziava l'intenzione di minimizzare i costi di lavorazione e delle materie prime sfruttando al meglio lo stadio chimico fisico per abbattere la maggior percentuale di inquinanti per poi passare il chiarificato al trattamento biologico. Purtroppo vista la natura dei reflui in ingresso alla piattaforma (elevato valore di COD e soprattutto di rapporto COD/BOD) la sezione di finissaggio biologico si è rivelata ben poco efficace e dal rendimento quasi nullo; questo ha comportato una crescita dei costi di lavorazione in quanto ogni aggiunta di nuovo refluo danneggiava i batteri già acclimatati, i tempi di trattamento si dilatavano di molto come anche il tempo necessario per riavviare l'acclimatazione della flora batterica nelle vasche di ossidazione; il tutto si trasformava in termini economici in costi alti e produttività quasi nulla e di conseguenza in una perdita di competitività dell'impianto.

In tabella XIV e XV ad integrazione dei dati di "autocontrollo" riportati in tabella III, Romagna Ecologia ha incaricato un laboratorio terzo qualificato di svolgere analisi ad ampio spettro dei propri scarichi. I dati sono completati dai valori di qualità del corpo idrico a monte e valle dello scarico, ricordando che la qualità a valle risulta determinata anche da altri scarichi che sono risultati presenti tra le 2 sezioni di controllo.

L'upgrade effettuato ha richiesto un notevole sforzo economico, creando una sezione di lavorazione ad alta tecnologia dai costi di manutenzione ben superiori ad una sezione di ossidazione biologica. I valori in uscita però hanno giustificato questo investimento riportando la qualità delle acque in uscita entro i limiti tabellari della 152/99. Le quantità in uscita (circa 30 m<sup>3</sup>/die di permeato da RO) sono per ora sufficienti per supportare il volume di acqua in entrata (una media di circa 45 m<sup>3</sup>/die di refluo in entrata) ma si dovrà provvedere in uno sviluppo futuro dell'impianto innanzitutto ad un potenziamento della sezione di UF, attualmente in grado di servire solo per la metà della potenzialità l'osmosi inversa (dimensionata per un teorico di 70 m<sup>3</sup>/die).

**Tabella XIV** - Concentrazioni dei campioni prelevati in data 19/03/2004

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
PH		7,8	7,5	5,5-9,5	7,4
Temperatura	°C	12,0	12,5	(1)	12,2
COD (come O <sub>2</sub> ) (2)	mg/l	89	92	≤ 160	91
Alluminio	mg/l	0,09	0,05	≤ 1	0,08
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01	≤ 0,5	<0,01
Boro	mg/l	0,30	1,5	≤ 2	1,3
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,02	<0,001
Cromo totale	mg/l	0,002	0,001	≤ 2	0,001
Cromo VI	mg/l	<0,05	<0,05	≤ 0,2	<0,05
Ferro	mg/l	0,08	0,24	≤ 2	0,20
Manganese	mg/l	0,03	0,13	≤ 2	0,10
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,005	<0,001
Nichel	mg/l	0,002	0,015	≤ 2	0,009
Piombo	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,2	<0,001
Rame	mg/l	0,007	0,004	≤ 0,1	0,007
Selenio	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,03	<0,001
Stagno	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 10	<0,001
Zinco	mg/l	0,13	0,10	≤ 0,5	0,32

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Cianuri totali (come CN)	mg/l	<0,005	<0,005	≤ 0,5	<0,005
Solfuri (come S)	mg/l	<0,2	<0,2	≤ 1	<0,2
Solfiti (come SO <sub>2</sub> )	mg/l	<0,4	<0,4	≤ 1	<0,4
Solfati (come SO <sub>3</sub> ) (3)	mg/l	240	270	≤ 1000	250
Cloruri (3)	mg/l	86	118	≤ 1200	96
Fluoruri	mg/l	<0,1	1,1	≤ 6	1,2
Fosforo totale (come P) (2)	mg/l	<0,1	<0,1	≤ 10	<0,1
Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> )(2)	mg /l	0,3	11	≤ 15	5,3
Azoto nitroso (come N) (2)	mg/l	0,03	0,45	≤ 0,6	0,30
Azoto nitrico (come N) (2)	mg /l	<1	1,1	≤ 20	1,1
Idrocarburi totali	mg/l	0,05	0,06	≤ 5	0,08
Fenoli	mg/l	0,068	0,168	≤ 0,5	0,111
Solventi organici aromatici	mg/l	<0,05	<0,05	≤ 0,2	<0,05
Tensioattivi totali	mg/l	0,810	1,14	≤ 2	1,10



<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Solventi clorurati (5)	mg/l	<0,1	<0,1	≤ 1	<0,1

**Tabella XV** Concentrazioni dei campioni prelevati in data 28/03/2004

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
PH		7,9	7,1	5,5-9,5	7,6
Temperatura	°C	13,1	13,0	(1)	13,0
COD (come O <sub>2</sub> ) (2)	mg/l	18	151	≤ 160	83
Alluminio	mg/l	<0,03	<0,03	≤ 1	<0,03
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01	≤ 0,5	<0,01
Boro	mg/l	0,14	1,6	≤ 2	0,9
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,02	<0,001
Cromo totale	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 2	<0,001
Cromo VI	mg/l	<0,05	<0,05	≤ 0,2	<0,05

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Ferro	mg/l	0,11	<0,01	≤ 2	<0,01
Manganese	mg/l	0,21	0,01	≤ 2	0,03
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,005	<0,001
Nichel	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 2	<0,001
Piombo	mg/l	<0,001	<0,001	≤ 0,2	<0,001
Rame	mg/l	0,05	<0,001	≤ 0,1	0,02
Selenio	mg/l	0,01	<0,001	≤ 0,03	<0,001
Stagno	mg/l	<0,01	<0,001	≤ 10	<0,001
Zinco	mg/l	0,41	0,04	≤ 0,5	0,41
Cianuri totali (come CN)	mg/l	<0,005	<0,005	≤ 0,5	<0,005
Solfuri (come S)	mg/l	<0,2	<0,2	≤ 1	<0,2
Solfiti (come SO <sub>2</sub> )	mg/l	<0,4	<0,4	≤ 1	<0,4
Solfati (come SO <sub>3</sub> ) (3)	mg/l	143	46	≤ 1000	97
Cloruri (3)	mg/l	44	39	≤ 1200	47
Fluoruri	mg/l	0,2	<0,1	≤ 6	0,1
Fosforo totale (come P) (2)	mg/l	0,1	<0,1	≤ 10	0,1

<b>SOSTANZE</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore a monte dello scarico</b>	<b>Valore allo scarico</b>	<b>Limiti per scarico in acque superficiali (D. Lgs. 152/99, All. 5, Tab. 3)</b>	<b>Valore a valle dello scarico</b>
Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> )(2)	mg /l	0,3	0,6	≤ 15	0,8
Azoto nitroso (come N) (2)	mg/l	0,10	0,50	≤ 0,6	0,25
Azoto nitrico (come N) (2)	mg /l	7,4	<0,2	≤ 20	5,9
Idrocarburi totali	mg/l	0,04	0,05	≤ 5	0,07
Fenoli	mg/l	0,28	0,185	≤ 0,5	0,202
Solventi organici aromatici	mg/l	<0,05	<0,05	≤ 0,2	<0,05
Tensioattivi totali	mg/l	0,920	0,97	≤ 2	0,95
Solventi clorurati (5)	mg/l	<0,1	<0,1	≤ 1	<0,1



(\*) I limiti per lo scarico in pubblica fognatura indicati in tabella 3 sono obbligatori in assenza di limiti stabiliti dall'autorità d'ambito o in mancanza di un impianto finale di trattamento in grado di rispettare i limiti di emissione dello scarico finale. Limiti diversi stabiliti dall'ente gestore devono essere resi conformi a quanto indicato alla nota 2 della tabella 5 relativa a sostanze pericolose.

1. Per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3°C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1°C. Per i laghi la temperatura dello scarico non deve superare i 30°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre 50 metri di distanza dal punto di immissione. Per i canali artificiali, il massimo valore medio della temperatura dell'acqua di qualsiasi sezione non deve superare i 35°C, la condizione suddetta è subordinata all'assenso del soggetto che gestisce il canale. Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i 1000 metri di distanza dal punto di immissione. Deve inoltre essere assicurata la compatibilità ambientale dello scarico con il corpo recipiente ed evitata la formazione di barriere termiche alla foce dei fiumi.

2. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue urbane valgono i limiti indicati in tabella 1 e, per le zone sensibili anche quelli di tabella 2. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue industriali recapitanti in zone sensibili la concentrazione di fosforo totale e di azoto totale deve essere rispettivamente di 1 e 10 mg/L.

3. Tali limiti non valgono per lo scarico in mare, in tal senso le zone di foce sono equiparate alle acque marine costiere, purché almeno sulla metà di una qualsiasi sezione a valle dello scarico non vengano disturbate le naturali variazioni della concentrazione di solfati o di cloruri.

4. Sono inclusi in questo parametro PCB e PCT

5. Esclusi i composti come i pesticidi clorurati rientranti sotto i parametro 44, 45, 46, 47 e 48.

6. All'atto dell'approvazione dell'impianto per il trattamento di acque reflue urbane, da parte dell'autorità competente andrà fissato il limite più opportuno in relazione alla situazione ambientale e igienico sanitaria del corpo idrico recettore e agli usi esistenti. Si consiglia un limite non superiore ai 5000 UFC/100mL

7. Il saggio di tossicità è obbligatorio. Oltre al saggio su *Daphnia magna*, possono essere eseguiti saggi di tossicità acuta su *Ceriodaphnia dubia*, *Selenastrum capricornutum*, batteri bioluminescenti o organismi quali *Artemia salina*, per scarichi di acqua salata o altri organismi tra quelli che saranno indicati dall'ANPA in appositi documenti tecnici predisposti al fine dell'aggiornamento delle metodiche di campionamento ed analisi. In caso di esecuzione di più test di tossicità si consideri il risultato peggiore. Il risultato positivo della prova di tossicità non determina l'applicazione diretta delle sanzioni di cui al Titolo V, determina altresì l'obbligo di approfondimento delle indagini analitiche, la ricerca delle cause di tossicità e la loro rimozione.

I valori allo scarico risultano conformi ai limiti di cui alla tabella 3, allegato 5 del D.Lgs. 152/99.

## BIBLIOGRAFIA:

Antonelli M. (1999). *Studio del processo BAC per l'affinamento di acque reflue di origine tintoria aifini di un riutilizzo industriale tessile nel comprensorio comasco*. Tesi di dottorato. Politecnico di Milano, D.I.I.A.R.

ASTM (1986). *Standard test method jor determination oj iodine number oj activated carbon*. D 4607-86.

Bouillot P., Servais P., Billen G., Levi Y. (1992). *Elimnation du carbne organique dissous biodégradable durant lafiltration biologique sur charbon actij en grains*. Revue de Sciences . de l'eau, 2., 33-49.

Camper A.K., Broadaway S.C., LeChevallier M.W., McFeters G.A. (1987). *Operational variables and the release oj colonised granular activated carbon partic/es in drinking water*. Journal of AWWA, 79(5), 70-74.

Cheremisinoff P.N., Ellerbusch F. (1978). *Carbon Adsorption Handbook*. Ann Arbor Science Publishers, Collingwood, MI (USA).

Chudyk W.A., Snoeyink V.L. (1984). *Biorigeneration oj activated carbon saturated with phenol*. Env. Sci. Tech., 18(1), 1-5.

DeWaters J.E., DiGiano F.A. (1990). *The influence of ozonated natural organic matter on the biodegradation of a micropollutant in a GAC bed*. Journal of A WW A, g 69-75.

Dussert B.W., Kovacic S.L. (1997). *Impact oj drinking water preozonation on granular activated carbon quality and performance*. Ozone Sci. & Eng., !2, 567-571.

Eckenfelder W.W. Jr. (1989). *Industrial Water Pollution Control*. McGraw Hill International I Edition, n ed. i

Faust S.D., Aly O.M. (1983). *Chemistry ojwater trealment*. Ann Arbor Science, Butterworth Publishers, Woburn, MA (USA).

Hozalski R.M, Bouwer E.J. (1998). *Deposition and retention oj bacteria in backwashed*

*filters*. Journal ofAWWA, 90(1), 71-85.

LeChevallier M.W., Hassenauer T.S., Camper A.K., McFeters G.A. (1984). *Disinfection of bacteria attached to granular activated carbon*. Appl. Environ. Microbiol., ~ 918-923.

Minke R., Rott U. (1998). *Three-stage process for the economical in-plant treatment and reuse of the industrial waste of a textile finishing factory*. Proceedings of 2<sup>o</sup> International Conference "Advanced Wastewater Treatment, Recycling and Reuse", Milano, 14-16 September.

Nishijima W., Tojo M., Okada M., Murakami A. (1992). *Biodegradation of organic substances by biological activated carbon - simulation of bacterial activity on granular activated carbon*. Wat. Sci. Tech., 26(9/11), 2031-2034.

Nishijima W., Okada M. (1993). *The role of attached bacteria in BAC treatment*. Journal of Water & Waste, ~ 703-711.

Nishijima W., Kim W.H., Shoto E., Okada M (1998). *The performance of an ozonated biological activated carbon process under long term operation*. Wat. Sci. Tech., 38(6), 163169.