

IL TRATTAMENTO DEI REFLUI CONCIARI

relazione a cura dell'ing. Andrea Favazzi

1. IL CONCETTO DI DEPURAZIONE
2. CERTIFICAZIONE AMBIENTALE
3. IL CICLO CONCIARIO E L'IMPATTO AMBIENTALE
4. IL TRATTAMENTO DEI REFLUI CONCIARI
5. INTERVENTI A LIVELLO DI PROCESSO PRODUTTIVO

Giugno 2001

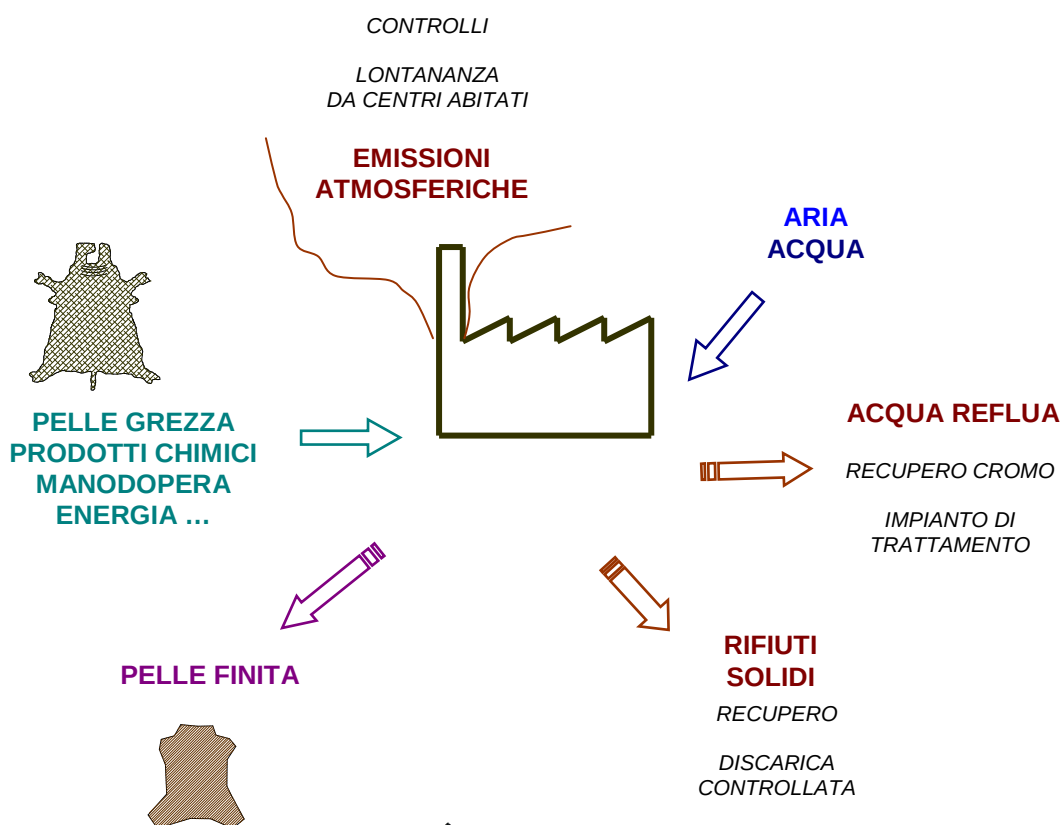
1. IL CONCETTO DI DEPURAZIONE

Poiché la strategia per uno sviluppo "sostenibile" dell'Industria conciaria non potrà in futuro prescindere dall'adozione di opportune misure atte a limitare l'impatto ambientale, si ritiene utile, prima di descrivere il trattamento dei reflui conciari, accennare al concetto di depurazione e di certificazione ambientale.

E' da notare che la produzione di "rifiuti" di ogni specie -gassosa, liquida, solida acustica, elettromagnetica ...- deve essere riferita a qualsiasi attività umana. Anche i nostri antenati producevano rifiuti, ma in modesta quantità e con caratteristiche tali da permettere il loro repentino rientro nel ciclo biologico.

Il progredire della conoscenza tecnico/scientifica e l'aumento delle attività umane -in particolare di quelle industriali- ha portato da un lato a un miglioramento della qualità della vita e dall'altro a una maggiore produzione di rifiuti e a loro caratteristiche sempre più complesse e fuori dalla logica dei cicli naturali di trasformazione delle sostanze. La questione ambientale ha così assunto negli ultimi decenni, una notevole importanza, specie in settori inquinanti come l'attività conciaria.

La rappresentazione schematica sotto riportata si riferisce a un'industria conciaria, ma può essere trasferita ad altre tipologie di industria; la presenza infatti di materie prime, beni ambientali comuni (aria, acqua e suolo), attività di trasformazione, prodotto finito e scarti di lavorazione sono tipici di ogni realtà industriale.



Oggi le quantità inquinanti immesse nell'ambiente da attività umane hanno raggiunto livelli considerevoli, in grado di incidere sul ciclo di vita delle sostanze e sui più grandi fenomeni naturali.

Qui di seguito si riporta come esempio il ciclo del Carbonio: si può notare come le attività artificiali siano ormai dell'ordine di grandezza dei fenomeni naturali.

Mentre all'inizio dell'era industriale la concentrazione di anidride carbonica nell'aria era di 280 parti per milione in volume, nel 1980 era divenuta di 335 parti per milione. Inoltre, nel 2025 la concentrazione di anidride carbonica nell'aria potrebbe raddoppiare il valore che aveva all'inizio dell'era industriale, raggiungendo le 560 parti per milione in volume, con gravissime conseguenze per lo stato dell'ambiente.

Anno	Concentrazione di CO ₂ nell'aria <i>(parti per milione in volume)</i>
1850	280
1980	335
2025	560

Ma perché bisogna depurare?

Da quanto finora detto si può comprendere che lo sviluppo industriale, se incontrollato, porta al degradamento dell'ambiente, inizialmente in un'area geografica circoscritta, per poi diffondersi con il passare del tempo in una regione più ampia incidendo sull'equilibrio dell'ecosistema.

Per queste motivazioni bisogna controllare e ridurre l'impatto ambientale attraverso diversi strumenti:

- cicli produttivi ecologici
- recupero di energia e di materia
- utilizzo di materie a basso impatto ambientale
- risparmio energetico
- trattamento o pretrattamento dei reflui gassosi, liquidi e solidi dell'industria
- etc...

Le motivazioni che possono spingere a seguire una politica aziendale ecologica possono dipendere da ragioni:

- **economiche**
(recupero e riutilizzo di composti, riduzione dei consumi energetici e del consumo d'acqua)
- **legislative**
 - di tipo diretto (tassa sui rifiuti, limiti allo scarico)
 - di tipo indiretto (etichetta ecologica del prodotto)
- **etico sociali.**

In presenza di ragioni economiche è di interesse dell'azienda coinvolta adottare misure di recupero e riutilizzo in quanto goderà direttamente dei benefici monetari.

I problemi nascono soprattutto quando l'adozione di sistemi e trattamenti depurativi comporta una spesa per l'azienda. Allora per "costringere" chi inquina a depurare vengono approvate leggi che riguardano i limiti di concentrazione delle sostanze inquinanti allo scarico o che promuovono i prodotti con ciclo di trasformazione ecologico.

Ultima, ma non meno importante, rimane la ragione etico-sociale. Attraverso una politica di sensibilizzazione si spiega qual è il significato del rispetto dell'ambiente e si formano imprenditori e addetti attenti a una autentica salvaguardia della natura. In questo modo è la coscienza stessa degli individui che guida le scelte ambientali da prendere e ne controlla i risultati.

2. LA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE

Degli aspetti ora menzionati, vogliamo prenderne in esame uno, di cui si è parlato molto e che vuole diventare uno strumento per indirizzare i Governi a adottare una strategia per uno sviluppo sostenibile dell'industria produttiva: l'etichettatura ecologica o certificazione ambientale.

L'esperienza di altri Paesi ha dimostrato che per avere successo una tale strategia non può limitarsi alle tecnologie di depurazione tradizionali, ma deve necessariamente coinvolgere lo stesso processo produttivo che porta ad un più attento utilizzo dell'acqua e dei prodotti chimici e attraverso l'impiego di tecnologie e prodotti alternativi meno inquinanti.

Inoltre le nuove normative ambientali adottate (Eco-Audit e ISO 14000) hanno possibili ricadute commerciali e impongono ad ogni Paese esportatore la necessità di confrontarsi con standard di "qualità ecologica".

Per mantenersi vitale e competitiva, l'industria conciaria dovrà in futuro individuare soluzioni tecniche tali da soddisfare le richieste del mercato internazionale anche sotto il profilo del rispetto ecologico.

Le certificazioni ambientali sono destinate a diventare un importante fattore di marketing, e possono rappresentare un ritorno economico per quelle concerie che hanno fatto pesanti investimenti per ridurre gli impatti sull'ambiente.

Non entrando nel merito della definizione dei criteri su cui si basano le certificazioni ambientali, si conclude questa premessa affermando che non esiste un prodotto completamente ecologico e che qualsiasi sistema di certificazione ambientale dovrà considerare quali siano le tecnologie e i prodotti meno inquinanti attualmente disponibili.

3. IL CICLO CONCIARIO E L'IMPATTO AMBIENTALE

Dopo queste osservazioni, si descrive ora il ciclo della pelle e le relazioni con l'ambiente. Dalla seguente figura molto schematica si può evidenziare, da un lato, che la lavorazione della pelle rappresenta il recupero di un materiale di scarto di un'altra attività industriale (la macellazione) e, dall'altro, che l'attività conciaria utilizza grandi quantitativi di materia prima (pelle grezza, acqua e prodotti chimici) che in gran parte sono scaricati come rifiuti durante il ciclo di lavorazione.

Lasciando a parte il cammino della pelle finita, si analizzano quali sono gli attuali processi per il corretto trattamento e smaltimento dei rifiuti conciari.

I rifiuti solidi saranno, in parte, utilizzati da altre industrie come materie prime e, in parte, smaltiti in discarica. Una buona politica ecologica cercherà di aumentare la frazione di rifiuti riutilizzati e di diminuire quella smaltita direttamente.

Le acque di scarico, quantitativamente maggiori rispetto ai rifiuti solidi (50-60 volte in peso), vengono suddivise in:

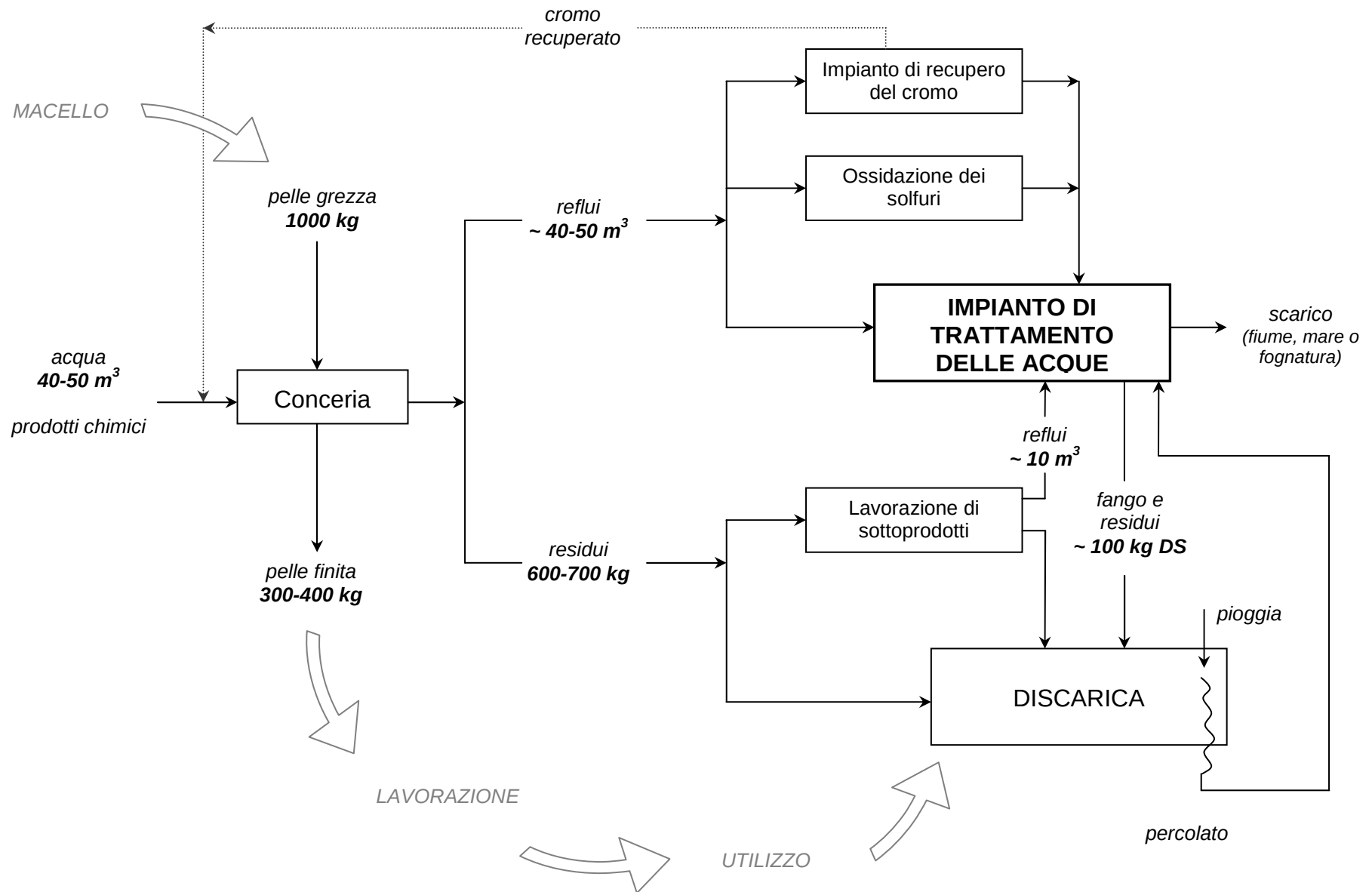
- bagni di concia per il recupero del cromo;
- bagni del calcinaio per l'ossidazione dei solfuri;
- scarico generale.

Qualora le concerie sono riunite in una limitata area geografica, è bene realizzare un unico impianto di depurazione che tratterà tutti gli scarichi conciari. In questo impianto parte degli inquinanti sarà degradata e parte sarà semplicemente separata dalla soluzione e sarà accumulata nel fango. Il fango dovrà essere smaltito in discarica oppure, se avrà appropriate caratteristiche chimiche, potrà essere utilizzato come fertilizzante in agricoltura, materiale per l'edilizia, materiale di riempimento per pavimentazioni stradali o altro.

Dallo schema è chiaro che, se il fango contiene sostanze tossiche, ci preoccuperemo di:

- impedire alle acque piovane di infiltrarsi nella discarica;
- raccogliere e trattare il percolato.

CICLO DELLA LAVORAZIONE DELLA PELLE



4. IL TRATTAMENTO DEI REFLUI CONCIARI

La realizzazione e la gestione di un impianto di trattamento di acque reflue devono tenere conto di molteplici aspetti:

- possibilità di realizzare un unico impianto consortile
- portata e carico inquinante (*pollution loads*) dei reflui da trattare
- limiti di legge da rispettare
- tipologia del corpo ricettore
- eventuale riutilizzo delle acque o dei fanghi prodotti

Il consumo d'acqua e le caratteristiche dell'effluente a sua volta dipendono da molti fattori e in particolare da:

- tipo e caratteristiche della pelle da lavorare
- processo conciario
- tecnologia utilizzata

Mediamente si può assumere che per 1 ton. di pelle bovina fresca sono necessari 40-50 m³ di acqua, mentre per 1 ton. di pelle ovo-caprina il valore aumenta a 70-80 m³.

Sapendo che una pelle bovina media pesa 21 kg e una ovo-caprina solo 4, il consumo per pelle lavorata diventa rispettivamente di 840-1100 e 280-320 litri di acqua.

Dal consumo d'acqua si ricava facilmente l'ordine di grandezza della **portata** di acque reflue che dovrà essere trattata.

Più problematica è l'esatta valutazione delle caratteristiche degli effluenti, le quali dovrebbero essere definite per fase di lavorazione. Una conceria scarica alternativamente reflui con differenti concentrazioni di inquinanti. Generalmente per avere un'effluente con caratteristiche costanti si preferisce omogeneizzare gli scarichi mediante una semplice vasca di accumulo di opportune dimensioni.

Confrontando le **caratteristiche medie** di uno scarico conciario omogeneizzato con i limiti di legge, ad esempio italiani, si può calcolare quali debbano essere i rendimenti depurativi dei sistemi impiegati.

Essendo, infatti:

$$\eta = (C_o - C_L) / C_o \cdot 100\%$$

dove η = rendimento depurativo

C_o = concentrazione iniziale

C_L = concentrazione limite

si ottengono i risultati riportati in tabella.

Inquinante	Scarico conciaro (mg/l)	Scarico fognario civile (mg/l)	Limite per l'Italia (mg/l)	$\eta\%$
COD	9000-12000	550	160	98,7
BOD ₅	4000-6000	300	40	99,3
TKN	300	60		
N-NH ₄ ⁺ ⁽¹⁾	100		11,5 ⁽²⁾	88,5
N-NO ₃ ⁻			20	
Solidi Sospesi	5000-7000	450	80	98,9
Solidi Sedimentabili	100			
Solidi Totali	15000			
Cromo III	200-300	-	2	99,3
Solfuro	200	-	1	99,5
Solfato	1700	-	2 (1800)	99,9
Cloruro	4500	-	1200 (5000)	73,3

⁽¹⁾ azoto ammoniacale pesato in termini di azoto

⁽²⁾ il valore di 15 mg/l si riferisce al peso in azoto ammoniacale (rapporto tra i pesi molecolari 18/14)

COD (Chemical oxygen demand)

La Domanda Chimica di Ossigeno è la misura dell'ossigeno consumato per ossidare la sostanza organica con bicromato di potassio in due ore. Il valore del COD è quindi in relazione con la quantità di sostanza organica presente.

BOD (Biological oxygen demand)

La Domanda Biologica di Ossigeno è la misura dell'ossigeno consumato in un certo intervallo di tempo dai batteri che degradano la sostanza organica. Generalmente si misura per un tempo di 5 giorni (BOD₅). Tale valore fornisce una misura indiretta del carico inquinante e della biodegradabilità di un refluo.

SOLIDI TOTALI (Total solids)

Possono essere suddivisi secondo due criteri:

- dimensione
- volatilità

Secondo la **dimensione** si ha:

- solidi disciolti (dimetro < 0,45 micron)
- solidi sospesi sedimentabili (cono IMO con tempo di 2 ore)
- solidi sospesi non sedimentabili

Secondo la **volatilità** si ha:

- solidi volatili (a 600 °C)
- solidi non volatili (residuo fisso presente)

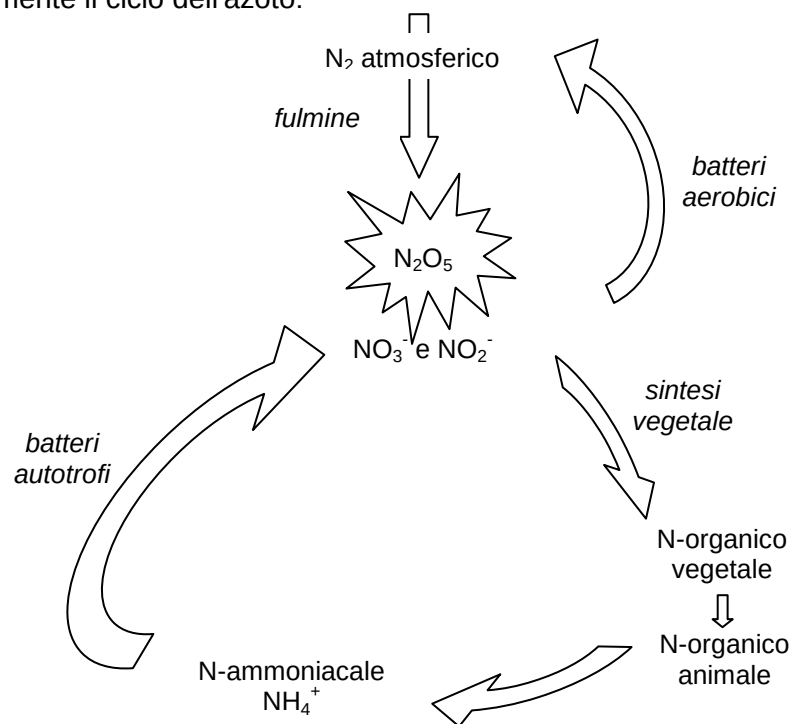
TKN

L'Azoto Totale secondo Kjeldahl misura la quantità di azoto dell'azoto organico e di quello ammoniacale. Il TKN non rappresenta tutto l'azoto presente perché non tiene conto dei nitrati e dei nitriti.

Si rappresenta schematicamente il ciclo dell'azoto:

Forme dell'azoto:

- N_2
- Nitrato
- Nitrito
- N-organico
- N-ammoniacale



CLORURI e SOLFATI

Sono sostanze poco tossiche ma difficilmente rimovibili con i trattamenti più comuni ed economici.

Il cloruro crea problemi se l'effluente deve essere utilizzato in agricoltura, in quanto ha concentrazioni 4 volte superiori a quella di riferimento (1200 contro 300 mg/l).

Si ricorda che nel caso di scarichi in mare non sussistono problemi di rimozione di questi inquinanti, poiché le concentrazioni marine sono di molto superiori (20.000 mg/l di cloruri). Il cloruro è percettibile bevendo a concentrazioni di 250-350 mg/l.

CROMO

Generalmente è presente come cromo trivalente che è di colore verde e si rimuove facilmente facendo precipitare l'idrossido a pH 8. La forma esavalente è fortemente tossica e cancerogena.

Come tutti i metalli pesanti, il cromo negli impianti di trattamento in minima parte viene ridotto dalla degradazione biologica e il restante viene accumulato nei fanghi di sedimentazione.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Tenendo conto di tutti i fattori sovraesposti si può ora rappresentare lo schema tipico di un impianto di trattamento sottolineando la funzione e i rendimenti depurativi di ogni singola fase. E' opportuno precisare che alcuni pretrattamenti (grigliatura fine) possono essere fatti direttamente in concerta abbattendo notevolmente il carico inquinante dello scarico e risolvendo i problemi di sedimentazione dei reflui nelle condotte di raccolta all'impianto centrale.

1. PRETRATTAMENTI (*Pre-treatment*)

GRIGLIATURA GROSSOLANA (*Coarse screening*)

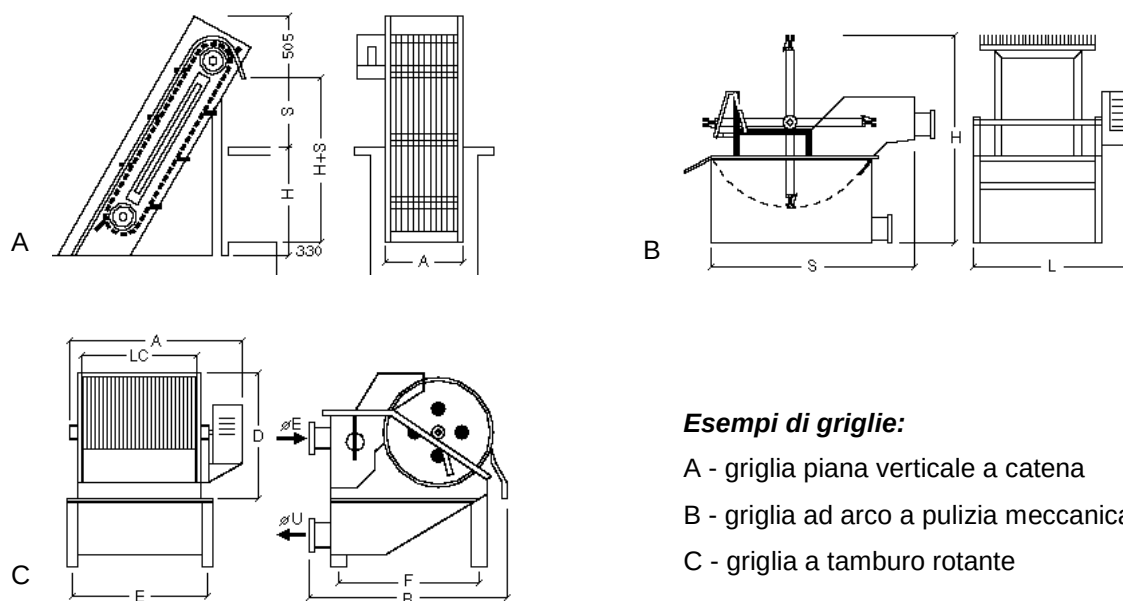
Consiste in una semplice grigliatura dell'effluente per evitare che corpi estranei di grosse dimensioni vadano a contatto con i primi dispositivi meccanici dell'impianto (pompe, paratie ...).

STAZIONE DI SOLLEVAMENTO (*Pumping station*)

La prevalenza (*head*) delle pompe impiegate deve tenere conto delle perdite di carico (*loss of pressure*) dell'impianto e dello scarico nel ricettore che deve essere per gravità anche in condizioni meteoriche sfavorevoli.

GRIGLIATURA FINE (*Fine screening*)

E' realizzata attraverso griglie a maglie (*mesh*) molto ravvicinate e sono provviste di un sistema di pulitura automatico. Generalmente sono di tipo PIANO, ARCO o a TAMBURO.



Esempi di griglie:

- A - griglia piana verticale a catena
- B - griglia ad arco a pulizia meccanica
- C - griglia a tamburo rotante

OMOGENEIZZAZIONE (*Homogenization*)

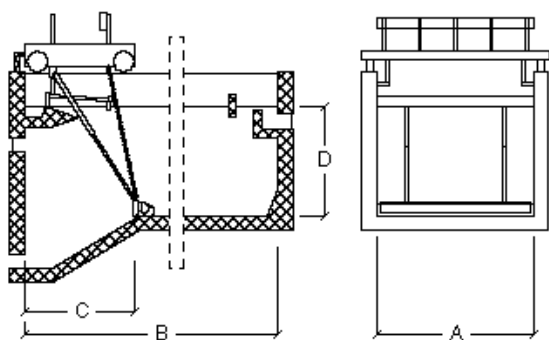
Consiste in una vasca di accumulo dimensionata in modo tale che le caratteristiche inquinanti e le portate variabili ciclicamente degli scarichi conciarli siano equalizzate. In genere si considera un tempo di ritenzione idraulico pari a 5 giorni per piccole concerie e al 40-60% della portata giornaliera nel caso di un consorzio. Per impedire la decomposizione anaerobica e quindi la formazione di cattivi odori, si può effettuare una miscelazione meccanica o un'aerazione per mezzo di diffusori (*aerators*). L'aerazione, comunque, deve essere effettuata per eliminare i solfuri quando non sono separati e pretrattati separatamente.

DISSABBIATURA E DISOLEATURA (*de-sanding and degreasing*)

L'eliminazione preliminare delle sostanze solide pesanti e delle sostanze galleggianti ha lo scopo di proteggere i trattamenti seguenti (abrasione delle pompe e sovraccarico del sedimentatore). Esistono due tipologie di dissabbiatori: quelli a canale, in cui la separazione della sabbia avviene esclusivamente per gravità, e quelli meccanizzati dove si induce una turbolenza in modo artificiale.

2. TRATTAMENTO MECCANICO e CHIMICO-FISICO (*Primary sedimentation*)

La sedimentazione meccanica o primaria agisce principalmente sui solidi sedimentabili. Tali sostanze che andrebbero comunque rimosse nel trattamento biologico in questa fase sono separate a costo energetico "nullo". Nel caso di reflui conciarli, tale sedimentazione è potenziata con una flocculazione chimica (aggiungendo sali di alluminio e di ferro o polielettrolita) consentendo la rimozione di parte della sostanza non sedimentabile e disciolta. I rendimenti depurativi possono essere così portati dal 50-60% all'80-95% per i solidi sospesi e dal 25-30% al 40-50% per il BOD. L'azoto e il fosforo rimossi saranno quelli presenti nella sostanza organica sedimentata e quindi pari al 10-15%. Nel caso di flocculazione chimica, i sali aggiunti si ritroveranno nei fanghi e quindi andranno ad aumentarne il volume e ad arricchirli di metalli pesanti. Inoltre si potrebbe ottenere una riduzione del fosforo dell'80-90% e ciò è da considerarsi un fattore positivo solo se a valle del trattamento non si effettua una sedimentazione biologica o se il contenuto di fosforo è comunque sufficiente per lo sviluppo dei batteri.



Vasca di sedimentazione rettangolare dotata di ponte raschiatore a ponte mobile.

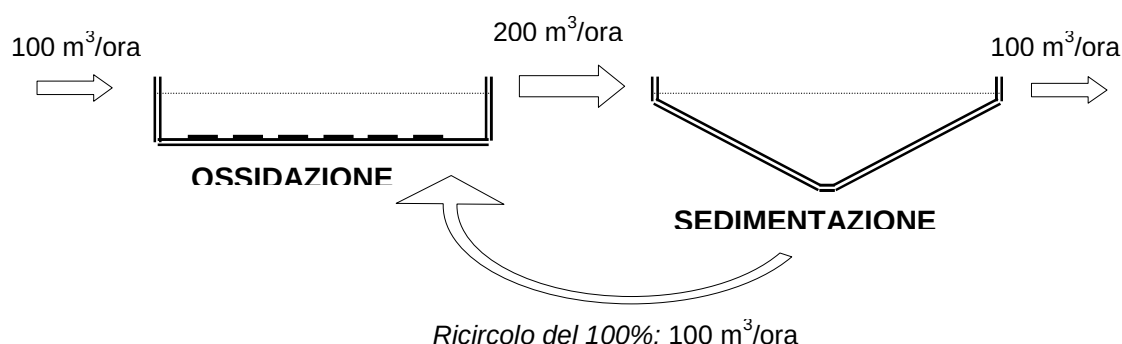
3. TRATTAMENTO BIOLOGICO

Si basa sull'attività aerobica di popolazioni batteriche eterotrofe che utilizzano la sostanza organica come fonte di carbonio. Sulla base della composizione chimica dei batteri si può approssimare che ogni 100 grammi di BOD rimossi se ne eliminano 5 di Azoto e 1 di Fosforo. Si deve garantire, quindi, la presenza dell'azoto e del fosforo per avere una crescita della popolazione batterica in grado di consumare la quasi totalità della sostanza carbonacea. Il trattamento è composto da una vasca di ossidazione e da una vasca di sedimentazione. Lo sviluppo dei batteri viene effettuato nella vasca di ossidazione e deve tenere conto dei seguenti fattori:

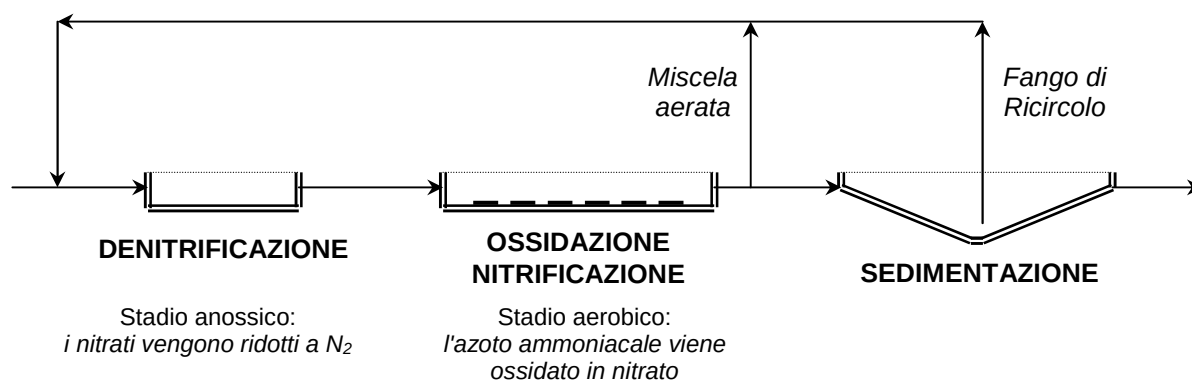
- temperatura
- pH
- presenza di sostanze tossiche
- quantità di batteri già presenti
- disponibilità di azoto e fosforo
- ossigeno disciolto

Nella vasca di ossidazione tutti questi parametri devono essere tenuti sotto controllo e in particolare si deve garantire l'ossigenazione dell'effluente per mezzo di aeratori e la presenza di una certa quantità di batteri riciclando parte dei fanghi del sedimentatore biologico. Il rapporto di ricircolo può superare anche il 100%.

Il trattamento biologico consente una buona rimozione della sostanza organica biodegradabile: si rimuove l'80-90% del BOD. L'azoto e il fosforo vengono eliminati semplicemente perché utilizzati dai batteri e quindi sono in rapporto 100:5:1 con il BOD (100BOD : 5N : 1P). Per quanto riguarda i solidi sospesi la rimozione è dell'80-90%.



Se il carico di azoto del refluo è elevato si può eliminare attraverso una variante del trattamento biologico che consiste nella nitrificazione-denitrificazione (*nitrification-denitrification*). In questo caso lo schema impiantistico si complica notevolmente in quanto la rimozione dell'azoto viene effettuata attraverso la formazione di due specie batteriche che operano in condizioni fisiche differenti. Non entrando in dettaglio nella descrizione del processo si presenta di seguito il flow-sheet del trattamento.



4. DISINFEZIONE

In genere consiste in una clorazione (*chlorination*) dell'effluente, prima dello scarico nel ricettore finale, e serve ad abbattere in maniera decisiva i microviventanti presenti (coliformi).

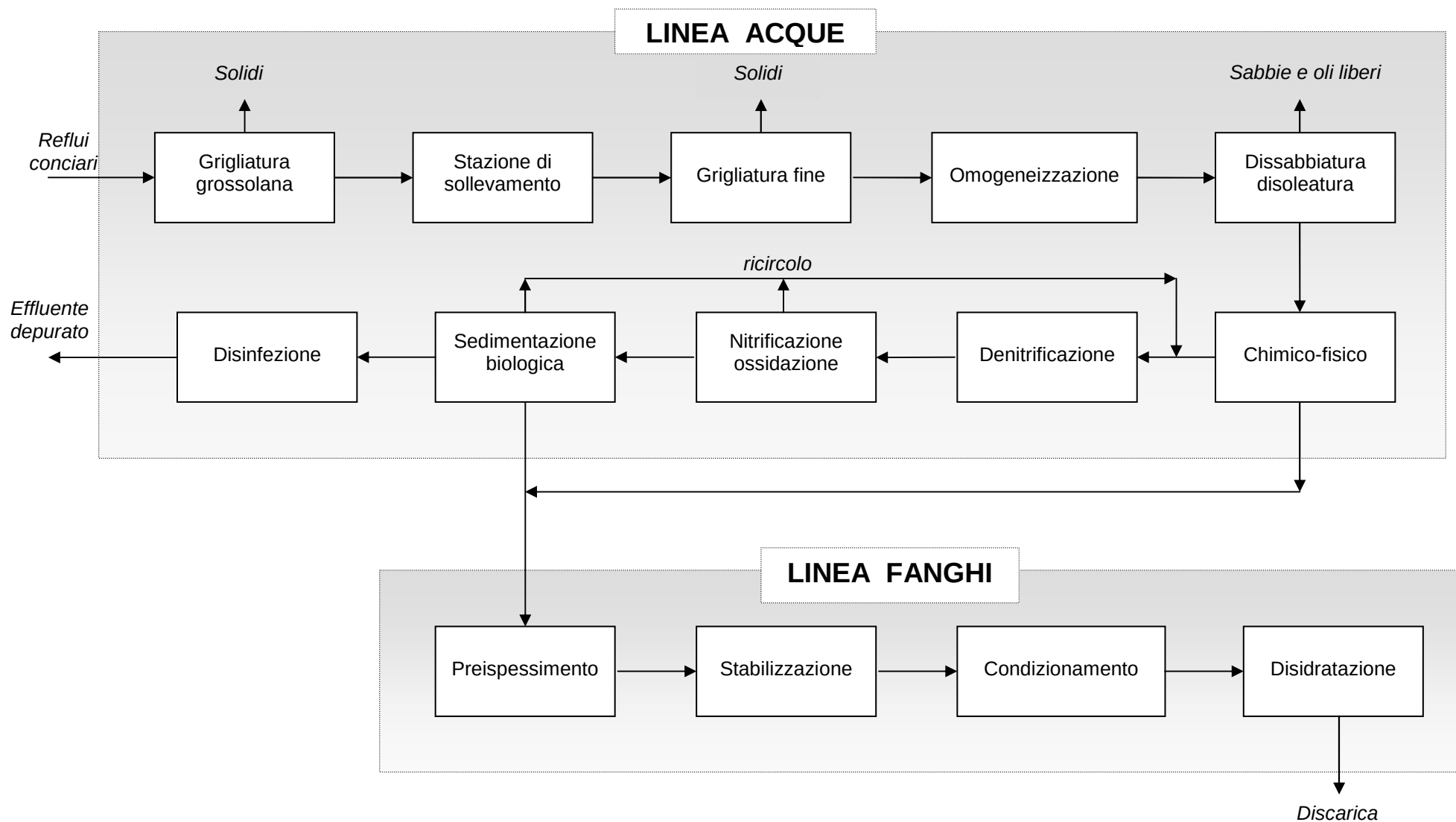
5. LINEA FANGHI

I fanghi prodotti nella depurazione dei liquami sono dei liquidi con elevati tenori di solidi in sospensione (30.000 mg/l) ed elevata putrescibilità. Il loro corretto smaltimento nell'ambiente presuppone pertanto forme di stabilizzazione e di disidratazione secondo cicli che possono comprendere:

- **Preispezzimento** (*thickening*) - Si aumenta per via fisica la concentrazione. Generalmente si effettua per sedimentazione e più raramente per flottazione o centrifugazione.
- **Stabilizzazione** (*stabilization*) - Processo di tipo biologico (aerobico o anaerobico) o chimico (calce) che ha lo scopo di ridurre la putrescibilità.
- **Condizionamento** (*conditioning*) - E' una flocculazione (processo di formazione di fiocchi inquinanti facilmente separabili) che migliora le caratteristiche di disidratabilità del fango.
- **Disidratazione** (*dewatering*) - Processo di ulteriore separazione dell'acqua in modo da rendere paleggiabile il fango e da ridurre il volume da smaltire. Si effettua per centrifugazione, filtrazione o essiccamento naturale o termico.

Riepilogando si può affermare che i rendimenti di rimozione conseguibili per i principali processi in uso sono quelli riportati nella seguente tabella. I valori vanno intesi come rendimenti globali per l'intero ciclo di depurazione spinto fino al trattamento indicato.

Inquinante	Scarico conciaro (mg/l)	$\eta\%$ richiesto	$\eta\%$ chimico-fisico	$\eta\%$ biologico	$\eta\%$ terziario	$\eta\%$ disinfezione
BOD ₅	4000-6000	99,3	40-50	80-90	80-95	85-95
TKN	300	~90	10-15	20-30	70-80	70-80
Solidi Sospesi	5000-7000	98,9	80-95	80-90	80-95	80-95



5. INTERVENTI A LIVELLO DI PROCESSO PRODUTTIVO

Alcune delle problematiche che si riscontrano nel trattamento degli scarichi conciari possono essere parzialmente risolte attraverso interventi preventivi fatti in concerìa. Gli interventi più importanti raccomandati riguardano la riduzione del consumo di acqua o il suo parziale riutilizzo, una migliore utilizzazione di prodotti chimici (alto esaurimento o tecniche di riciclaggio), e l'utilizzo di processi ecologici.

Riduzione del consumo di acqua o parziale riutilizzo

Una riduzione del consumo può essere consigliabile quando la concerìa usa eccessive quantità di acqua. In questo modo ci sarà un risparmio dei costi di trattamento degli scarichi dovuto al minor volume e alla conservazione dell'acqua.

Migliore uso dei prodotti chimici

Un uso più razionale dei prodotti chimici è sempre e comunque raccomandabile, ma, in generale, a causa di difficoltà economiche dell'industria conciaria a livello globale, ciò viene spesso effettuato dalla concerìa stessa senza considerare gli aspetti ambientali.

Prodotti chimici ecologici

L'utilizzo di sali di cromo ad alto esaurimento o di metodi alternativi di concia, di prodotti senza ammoniaca in decalcinazione e di sostituti dei solfuri, in depilazione sono alternative di processo possibili, ma devono anche essere considerati la qualità finale della pelle ed i costi di produzione. Attualmente alcuni problemi (qualità, costi, fattibilità, ecc.) e, talvolta, i pregiudizi limitano l'utilizzazione su larga scala di detti prodotti. Tuttavia, sotto la pressione sia della gravità dei problemi ambientali, sia degli sforzi tecnici e commerciali delle società coinvolte nella riduzione dell'inquinamento, le tecnologie ecologiche saranno sempre più in grado di competere con quelle tradizionali.

Riciclo dei bagni di depilazione

Il riutilizzo dei bagni di depilazione (*lime-sulphide unhairing liquors*) (calce-solfuri) è una tecnica comunemente usata in molti Paesi industrializzati. I due processi che vengono generalmente adottati sono:

- riciclo senza eliminazione di solidi
- riciclo con eliminazione di solidi (grigliatura fine e/o sedimentazione).

Altre tecnologie in fase di lavorazione

Esistono altri due sistemi, ampiamente adottati in Italia, che meritano di essere citati:

- l'asportazione meccanica di sali aderenti alla pelle prima del rinverdimento,
- l'asportazione dei peli e il recupero dei bagni del calcinaio.

Nel primo processo parte del sale viene rimosso manualmente, scuotendo energicamente la pelle grezza salata o facendola passare attraverso un bottale (*drum*) con una barra rotante di acciaio

Il secondo processo, più interessante, si basa sulla salvaguardia, completa o parziale, del pelo e sull'uso di specifici enzimi proteolitici. Il pelo viene rimosso, ma non completamente distrutto (disciolto) come avviene invece tramite la depilazione tradizionale con calcio e solfuri e, perciò, può facilmente essere separato con una griglia fine.

Il pelo recuperato, dopo un adeguato trattamento di idrolisi (*hydrolysis*), viene utilizzato per la preparazione di fertilizzante.

Se paragonato al processo tradizionale di depilazione, la tecnologia per la salvaguardia del pelo permette di ottenere:

- riduzione del 20-30% di solidi sospesi, BOD, COD e TKN,
- riduzione del 50-60% di S_2^- .

L'utilizzo di questi metodi permette di conseguire evidenti vantaggi e benefici economici in fase di gestione del CETP. In particolare si ottengono:

- minor consumo di prodotti chimici durante il trattamento primario,
- minori costi per il trattamento e il trasporto del fango prodotto,
- minor consumo di energia nel trattamento biologico.