

---

**PERLA: NUOVE STRATEGIE PER L'AMBIENTE**  
**Materiali didattici per la gestione delle problematiche ambientali**  
**Comparto cuoio**

---

---

# PERLA: NUOVE STRATEGIE PER L'AMBIENTE

Materiali didattici per la gestione  
delle problematiche ambientali

a cura di

Simona Cerrai, Vittoria Giacomelli, Marco Mazzoni



Firenze, giugno 2002

---

**PerLA: nuove strategie per l'ambiente**  
**Materiali didattici per la gestione delle problematiche ambientali**  
**Comparto cuoio**

A cura di

Simona Cerrai, *Dirigente Formazione/Agenzia Formativa ARPAT*

Vittoria Giacomelli, *ARPAT*

Marco Mazzoni, *Responsabile Settore tecnico Promozione e produzione attività e servizi ARPAT*

Supervisione progettuale:

Stefano Beccastrini

Coordinamento tecnico-scientifico:

Marco Mazzoni

Coordinamento didattico-formativo:

Simona Cerrai

Redazione del Capitolo 2:

Marco Santoni, Stefano Giardinelli

Si ringraziano per la realizzazione dell'impianto progettuale:

Marco Santoni, Stefano Giardinelli, Cinzia Frascheri, Fabrizio Rozzi, Enrico Fabbri

© ARPAT, 2002

Coordinamento editoriale: Silvia Angiolucci, ARPAT

Redazione: Vittoria Giacomelli, Alessandra Grandi, Francesca Forni, Francesco Sbrana, Gabriele Rossi, ARPAT

Raccolta ed elaborazione dati: Pietro Carnevali

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze, giugno 2002

Copertina: Franco Signorini

---

## Indice

<b>PRESENTAZIONE</b>	
<i>Alessandro Lippi</i>	7
<i>Fabio Bernardini</i>	9
<b>PREMESSA</b>	
<i>Simona Cerrai</i>	11
<b>1 ARCHITETTURA E OBIETTIVI DEL PROGETTO PERLA</b>	13
<b>1.1 L'impianto metodologico secondo il modello DPSIR</b>	14
<b>1.2 Il percorso della conoscenza</b>	15
<b>1.3 Costruzione di un database sull'Ambiente</b>	17
<b>2 AMBIENTE E COMPLESSITÀ: ANALISI DEGLI SCENARI NEI SISTEMI AMBIENTALI LOCALI</b>	19
<b>2.1 L'ambiente come problema sociale: la forza delle azioni locali</b>	19
<b>2.2 Gli strumenti per l'analisi degli scenari locali</b>	20
<b>2.3 Un problema complesso</b>	20
<b>2.4 Una proposta di metodo: l'estensione del DPSIR e una nuova lettura dei dati</b>	21
<b>2.5 Una prima estensione del modello DPSIR</b>	22
<b>2.6 L'interpretazione e la comunicazione dei dati</b>	23
<b>2.7 Il modello qualitativo completo</b>	26
<b>3 IL SISTEMA DPSIR</b>	29
<b>3.1 Gli indici e gli indicatori ambientali per la Toscana</b>	30
<b>4 IL COMPARTO DEL CUIOIO IN TOSCANA</b>	35
<b>4.1 Organizzazione del Settore Conciario</b>	36
4.1.1 Insedimenti in Aree Industriali	37
<b>4.2 Tendenze evolutive</b>	37
<b>5 INFORMAZIONI GENERALI SUL SETTORE INDUSTRIALE</b>	39
<b>5.1 L'innovazione tecnologica</b>	41
5.1.1 Conservazione delle pelli	41
5.1.2 Depilazione	41
5.1.3 Concia al cromo	41
5.1.4 Rifinitone delle pelli	42

---

<b>6 IL PROCESSO</b>	43
<b>6.1 Generalità</b>	43
6.1.1 Utilizzo dei diversi tipi di pelle	43
6.1.2 Operazioni subite dalle pelli prima di essere messe in commercio	44
<b>6.2 La lavorazione delle pelli</b>	45
6.2.1 Descrizione sintetica delle singole fasi o cicli di lavorazione	45
6.2.2 Descrizione dei singoli stadi di ciascuna fase (nodi di lavorazione)	45
<b>7 IL PROCESSO DELLA CONCIA RISPETTO ALLE MATRICI AMBIENTALI</b>	59
<b>7.1 Acqua – Riviera</b>	59
<b>7.2 Aria – Riviera</b>	60
<b>7.3 Rifiuti – Riviera</b>	60
<b>7.4 Acqua – Concia</b>	60
<b>7.5 Rifiuti – Concia</b>	61
<b>7.6 Acqua – Tintura</b>	62
<b>7.7 Aria – Rifinizione</b>	62
<b>7.8 Rifiuti – Rifinizione</b>	63
<b>7.9 Trattamento acque</b>	63
<b>7.10 Sostanze presenti negli scarichi del ciclo conciario</b>	64
<b>7.11 Riduzione delle emissioni odorigene</b>	68
7.11.1 Il trattamento delle emissioni	68
<b>7.12 Sostanze emesse in atmosfera dal ciclo conciario</b>	69
<b>7.13 Produzione dei rifiuti e trattamento</b>	72
<b>8 STATO DELL'AMBIENTE NEL COMPRESORIO DEL CUIOIO</b>	73
<b>8.1 Acqua</b>	73
<b>8.2 Rifiuti</b>	73
<b>8.3 Aria</b>	77
<b>8.4 Suolo</b>	79
<b>8.5 Territorio</b>	79

## Presentazione

*PerLA: nuove strategie per l'ambiente*, rappresenta un progetto innovativo che evidenzia un impegno verso strategie di *governance* che l'Agenzia, in collaborazione con l'Area extradipartimentale della Scuola di Governo della Regione Toscana, ha ideato per conseguire obiettivi di protezione ambientale in una logica orientata alla sostenibilità delle azioni di governo del territorio toscano.

Un progetto ampio che mette in rete azioni di formazione "on line" costruite alla luce del modello DPSIR (Determinanti/Pressioni/Stato/Impatto/Risposte: fonte Agenzia Europea per l'Ambiente), e materiali didattici di approfondimento, che prendono (e prenderanno) in esame i vari comparti produttivi della nostra regione. Il momento storico caratterizzato da profondi cambiamenti, espressi anche dall'evoluzione delle politiche di protezione ambientale, nazionali e comunitarie, ha indotto l'Agenzia a continue riflessioni sia sulle attività di controllo e sugli approcci più idonei ai fini di una loro sempre maggiore qualificazione ed efficacia, sia sulle metodologie più adeguate per diffondere e favorire nuove forme di apprendimento.

Le attività di controllo dell'Agenzia, nel nuovo modello, svolgono funzioni di supporto delle politiche ambientali, poiché la conoscenza è strumento indispensabile per la loro elaborazione e attuazione, sia in fase di pianificazione degli interventi di tutela e risanamento (*ex ante*) che in fase di verifica della loro efficacia (*ex post*). Il modello DPSIR rappresenta il quadro di riferimento di queste conoscenze: esse, per ogni elemento del modello, devono poter essere veicolate in forma aggregata, sintetica e rappresentativa, mediante un sistema appropriato di indicatori e indici.

Questa pubblicazione, la prima di una serie che produrrà elementi di analisi sui principali comparti produttivi in Toscana, costituisce un materiale didattico ampio e documentato del più complesso Progetto "PERLA, Azioni di consulenza on line" promosso dalla Regione Toscana, Scuola di Governo e dall'Agenzia toscana.

Il progetto on line "Azioni di formazione per l'ambiente" rappresenta, infatti, lo strumento per l'avvio delle azioni di consulenza e diffusione per la tutela dell'ambiente finalizzate a potenziare le capacità professionali dei tecnici ARPAT e degli operatori delle Amministrazioni locali toscane e risponde all'esigenza di una maggiore integrazione, sul piano delle conoscenze e competenze, secondo la metodologia della Direttiva comunitaria IPPC (Integrated Prevention Pollution Control), recepita con D.Lgs. 374/97, e di una loro finalizzazione non soltanto alla vigilanza del rispetto della normativa ambientale, ma anche della conoscenza dei sistemi produttivi e delle infrastrutture, del territorio; insomma, della conoscenza mirata alla programmazione sostenibile del suo governo e del suo sviluppo, alla puntuale e rigorosa informazione, e supporto tecnico-ambientale delle istituzioni e della comunità nel suo complesso, alla predisposizione di un'azione permanente di "reporting ambientale". La finalità è quella di favorire la circolazione della conoscenza all'interno della "Comunità per l'ambiente" in modo da rispondere in maniera efficace alle istanze di governo e monitoraggio dei sistemi territoriali e ambientali.

L'idea guida del *Progetto PerLA* è di far diventare *attori consapevoli* di un *sistema* il gruppo di operatori, tecnici ed esperti dell'Agenzia e del sistema degli Enti locali, che si occupano di problematiche ambientali e che sono già attivi sul territorio, avviando e consolidando una "rete professionale" ad alto contenuto di specializzazione.

Con questo strumento ARPAT intende, oltre che garantire un sistema di qualità di formazione a distanza per il proprio personale, anche favorire un rapporto più vicino, in primo luogo, tra ARPAT e gli operatori del sistema degli Enti locali e, in secondo luogo, tra ARPAT e la comunità dei cittadini.

Il progetto si colloca, dunque, in linea con la strategia complessiva dell'Agenzia all'interno dell'offerta formativa di ARPAT e, in particolare, della messa a punto di strumenti conoscitivi e di indicatori ambientali, che costituiscono il presupposto necessario per l'impostazione di una diversa declinazione delle politiche ambientali che vogliono assumere la sostenibilità quale criterio fondamentale per il governo e lo sviluppo del territorio.

Alessandro Lippi  
Direttore generale ARPAT

---

Il dibattito da tempo aperto nelle società mature sulla capacità di governare sistemi di elevata complessità e, conseguentemente, sulla capacità di un'amministrazione di apprezzare e rispondere, nei tempi d'aspettativa, alle istanze che si manifestano nel corpo sociale, ha subito una svolta e un'accelerazione per effetto dell'evoluzione tecnologica e dell'elaborazione di una interpretazione metodologicamente diversa dalla stessa concezione di governo, maturata nelle democrazie occidentali dall'Ottocento in poi.

I concetti della *governance*, e cioè di un metodo che associa una pluralità di attori nella determinazione e gestione delle scelte di governo, e dell'*e.government*, che sottolinea il ruolo delle applicazioni tecnologiche nella costruzione del sistema di relazioni e degli strumenti di supporto decisionale e gestionale, a servizio dell'amministrazione, rappresentano due ambiti il cui sviluppo caratterizzerà sempre di più la modalità del governare.

Gli scenari evolutivi di questi due concetti, che già tendono a una sintesi nell'*e.governance*, aprono campi ricchi di insidie semplificative (ad esempio *governance* come delega delle responsabilità di governo ed *e.government* come costruzione di sistemi tecnologici autoreferenziali), ma anche di campi di applicazione e di sollecitazioni intellettuali suggestivi.

Ed è su questo campo che la Giunta Regionale, con la Scuola di Governo e l'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana, si sono misurate con PERLA. Un progetto che, procedendo dall'applicazione del modello comunitario DPSIR, è orientato alla costruzione di una comunità professionale nella quale si riconoscono tutti i soggetti che, a vario titolo, sono chiamati ad assumere decisioni che incidono sulla qualità ambientale e conseguentemente sulla concreta applicabilità di linee di sviluppo sostenibile.

Pertanto tecnologie e professionalità in rete per fornire:

- agli operatori pubblici e privati uno strumento per la conoscenza sistematica dei cicli produttivi e dei loro impatti ambientali e delle relative misure di prevenzione o attenuazione;
- ai dirigenti pubblici informazioni e modelli di simulazione per valutare gli effetti delle politiche d'intervento;
- agli amministratori locali per una base comune di riflessione e decisione.

Questa pubblicazione è parte di un progetto più ampio articolato in azioni on-line e materiali didattici di approfondimento, che prenderanno in esame volta per volta i vari settori produttivi (Industria, Agricoltura, Turismo, Traffico ecc.) che caratterizzano la regione toscana e che, nello stesso tempo, esercitando azioni di impatto sul territorio, ne vanno a colpire in maniera più o meno incisiva la qualità ambientale. L'analisi non rimane tuttavia limitata a quello che possiamo definire un "primo livello di studio", ma, scendendo sotto la superficie, stringe il cerchio e sposta di volta in volta l'attenzione verso i diversi comparti che a ciascun settore afferiscono. Si tratta di un primo lavoro che documenta lo sforzo sinergico tra istituzioni, e il cui successo in termini formativi è commisurato alla capacità di aver saputo interpretare i fabbisogni formativi della comunità toscana.

*Fabio Bernardini*  
Responsabile Area Extradipartimentale  
Relazioni di sistema con gli Enti Locali della Regione Toscana

---

---

*“...Tutti dovremo capire non solo che siamo di fronte a pericoli comuni, ma anche che oggi abbiamo l’opportunità di combatterli tutti insieme, intesi come un’unica comunità umana”.*  
da *“State of the world 2002”* – Stato del Pianeta e sostenibilità – Rapporto annuale”  
Introduzione di *Kofi Annan*, Segretario delle Nazioni Unite -ONU

## Premessa

A dieci anni dal summit di Rio de Janeiro e in vista di quelli che saranno i risultati del summit di Johannesburg 2002, già sappiamo che c’è maggiore consapevolezza delle tematiche ambientali, anche da parte delle comunità locali, e qualche miglioramento in settori di nicchia; ma gli indicatori globali continuano a mostrare una direzione sbagliata. Una delle priorità per il prossimo earth summit è quello di accelerare i percorsi di sostenibilità in tutti i campi, dalla salvaguardia del patrimonio ambientale fino alle garanzie di allargamento di conoscenze e scolarizzazione per tutti gli abitanti della terra.

Nel mondo occidentale, la conoscenza è il tratto distintivo delle nuove organizzazioni: la materia prima fondamentale e le risorse più critiche sono l’informazione, la conoscenza, la competenza. L’economia della conoscenza è una economia di beni immateriali e, più in generale, la dematerializzazione la vediamo avanzare da molte prospettive, in un mondo che diventa sempre più “virtuale”. Anzitutto il valore non sta più in un bene (prodotto o servizio che esso sia), ma nel suo utilizzo/uso. Produciamo, vendiamo, consumiamo, compriamo funzione d’uso, utilità percepita, applicazione: la distinzione tra prodotti e servizi diventa sempre più sfumata. Gli investimenti sono sempre più rivolti a fattori immateriali: ricerca, conoscenza, software. Il patrimonio della conoscenza, della competenza distintiva, della cultura, è uno degli elementi chiave che condiziona il come conseguire i risultati, la loro continuità nel tempo, il valore dell’impresa. Alla luce di queste premesse improntate ad una “filosofia della conoscenza” che ha sempre ispirato i programmi ARPAT di educazione/formazione, l’Agenzia, in virtù di una proficua collaborazione con la Scuola di Governo della Regione Toscana, ha ideato un progetto di formazione on line, accessibile anche ai tecnici degli Enti locali e della regione, denominato appunto “PerLA, azioni di consulenza on line per la gestione delle problematiche ambientali” - di cui questa pubblicazione costituisce un primo strumento didattico -, al fine di offrire, oltre che aggiornamento, anche servizi on line e consulenza agli operatori di tutta l’Agenzia e ai tecnici degli Enti istituzionali con i quali collabora.

*Simona Cerrai*  
ARPAT, Settore tecnico CEDIF  
Dirigente Ufficio Formazione/Agenzia formativa

---

# I ARCHITETTURA E OBIETTIVI DEL PROGETTO PERLA

Il Progetto “PerLA, nuove strategie per la gestione delle problematiche ambientali”, si caratterizza come un sistema aperto, composto da azioni di formazione on line, e materiali didattici di studio e di approfondimento dei vari comparti produttivi, finalizzati a “leggere”, sotto la lente del modello DPSIR, l’ambiente e il contesto socio-economico di un’area.

L’idea guida del Progetto PerLA, nel suo complesso (le azioni on line e i materiali didattici), è di far diventare attore consapevole di un sistema il gruppo di operatori e specialisti che si occupano di problematiche ambientali, attivi sul territorio, avviando e consolidando una “rete professionale” ad alto contenuto di specializzazione.

Obiettivo dell’azione on line è quella di poter attivare, aggiornandola costantemente, la *Comunità per l’Ambiente*, formata da soggetti che operano istituzionalmente all’interno dell’Agenzia, degli Enti istituzionali preposti alla protezione ambientale, e in grado di fornire al proprio interno servizi in termini di:

- rilevazione costante di bisogni di apprendimento, rilevati sul territorio anche dalla rete dei referenti della formazione, e definizione di proposte di formazione e di consulenza di qualità;
- erogazione di iniziative di formazione a distanza, sul territorio e a livello interdipartimentale, e teleconsulenza in materia di ambiente;
- creazione di un luogo di incontro virtuale che, con l’uso delle tecnologie informatiche, permetta un interscambio tra esperti ARPAT e operatori tecnici;
- elaborazione di strumenti tecnici utili all’operatività quotidiana e accesso intelligente a un database che consenta la diffusione delle nuove metodiche o delle “pressioni” esterne sulle matrici ambientali;
- sviluppo di una funzione di “informazione” e di “educazione ambientale” per la diffusione di nuove istanze in materia ambientale rivolta, in modo particolare alla comunità dei cittadini nelle varie articolazioni.

Il progetto on line ha visto la creazione di un sistema ipertestuale in rete, di guida alla consultazione di un database tecnico-scientifico (denominato *reference manual*), con dati a supporto del lavoro di analisi da parte di tecnici e dirigenti tecnici ambientali. Il database, costruito sulla base del modello DPSIR, è caratterizzato da una struttura articolata e flessibile che sarà, nel tempo, aggiornato ed alimentato continuamente. Esso rappresenta una fonte informativa in grado di rispondere in maniera rapida ed efficace alle esigenze di servizio degli operatori; nello stesso tempo, vengono stimolati lo scambio di esperienze e il flusso informativo tra gli operatori coinvolti.

Il progetto è finalizzato alla riqualificazione e alla formazione continua degli operatori tecnici e dei dirigenti ARPAT e dei funzionari della Regione e delle amministrazioni locali, competenti in materia di “ambiente”. L’intervento si propone come ulteriore finalità quella di fornire uno strumento per l’elaborazione e la sintesi di dati di tipo territoriale, a supporto dell’attività politico-decisionale.

Il network, inizialmente finalizzato allo sviluppo della Comunità ARPAT, si configura come sistema aperto in grado di interagire con altri soggetti, pubblici, privati e misti, che si occupano di problematiche ambientali.

È, inoltre, in fase di sperimentazione una funzione di comunicazione per l’informazione permanente capace di coinvolgere sia i decisori locali (non necessariamente dalla sola area ambiente), sia i cittadini nel dibattito delle nuove istanze che provengono dal settore ambientale.

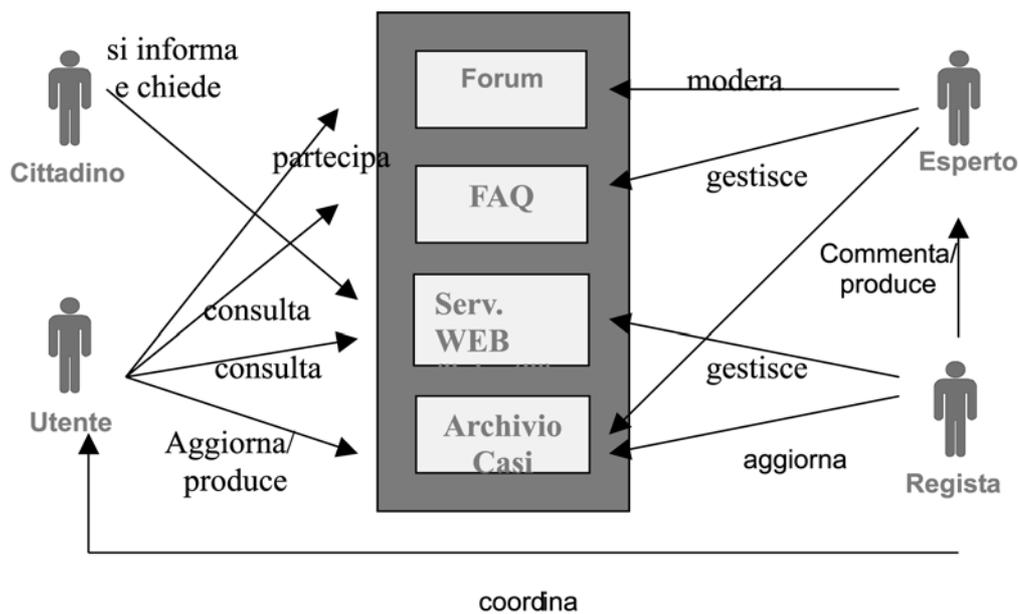
Il progetto coinvolge tutti gli addetti attraverso la creazione e la gestione di una rete di professionalità su tre livelli (o gruppi) che genera scambi e che è composta da tre tipologie di soggetti:

↑ gli *Utenti*: gli addetti alla gestione delle questioni ambientali, primi destinatari e diretti beneficiari del servizio (appartenenti ad ARPAT, Province e Comuni). Essi accedono allo scambio di informazioni da vari punti terminali dislocati sul territorio, tramite PC collegati in rete e utilizzando le tecniche del Forum Telematico e gli strumenti di formazione a distanza on line. Tramite stazioni di input specializzate, la regia pone all’attenzione della Comunità le istanze sorte dal basso e i casi di particolare interesse;

⇒ gli *Esperti*: i *consulenti della Comunità*, ovvero gli esperti e le eccellenze ARPAT; vengono individuati e attivati di volta in volta con attenzione e flessibilità sulla base dell’insorgenza di casi di interesse da parte degli utenti, delle dinamiche FAQ raccolte dalla rete e delle istanze poste dai cittadini;

↓ i *Gestori*: curano la crescita professionale degli Utenti con affiancamenti e sostegni “mirati” da parte degli Esperti, e daranno il loro Valore Aggiunto giocando il ruolo di *registi* della Comunità. La “cabina di regia”, individuata all’interno della funzione formazione del Settore tecnico CEDIF, coordina le attività e verifica il corretto andamento; inoltre elabora le informazioni ricevute per restituirle sotto forma di servizio mirato alle specifiche esigenze di lavoro e di riqualificazione continua degli utenti. Quest’ultima peculiarità rappresenta uno dei motivi principali del progetto, perché potrà consentire di avviare una funzione autonoma, generatrice di riqualificazioni continue e non un puro servizio telematico. La funzione della “cabina di regia” viene svolta dal CEDIF di ARPAT, in stretta collaborazione con i consulenti della Scuola di Governo.

La Scuola di Governo, avvalendosi anche dei consulenti indicati da ARPAT, svolge il ruolo di promozione e cabina di regia nei confronti del sistema delle autonomie locali.



Il progetto, attualmente in fase di sperimentazione, mentre cresce nei servizi, viene opportunamente comunicato. E' fondamentale per sfruttare le logiche di esternalità della rete che l'innovazione sia veicolata con chiarezza e che l'attivazione e la crescita della rete sia percepita nettamente anche all'esterno del progetto. La logica che deve guidare il tutto è quella di garantire la piena esportabilità: verso altre aree della regione e verso altre regioni; verso altri livelli di utenza e altri settori di interesse.

Come modalità attuativa è stata adottata quella della sperimentazione: l'obiettivo è quello di testare il processo inizialmente su tre zone campione, in modo da coinvolgere in una prima fase solo una popolazione contenuta, con interazioni facilmente monitorabili.

In un secondo momento, dopo aver testato e valutato i risultati conseguiti e aver tratto le conseguenti indicazioni operative, l'iniziativa potrà essere trasferita a tutto il territorio e l'utenza della Toscana

## 1.1 L'impianto metodologico secondo il modello DPSIR

Il *reference manual* rappresenta lo strumento on line per l'avvio delle azioni di formazione e diffusione per la tutela dell'ambiente, finalizzate a potenziare le capacità professionali dei tecnici ARPAT e degli operatori delle Amministrazioni locali toscane. La finalità è quella di favorire la circolazione della conoscenza all'interno della "Comunità per l'ambiente", in modo da rispondere in maniera efficace alle istanze di governo e monitoraggio dei sistemi territoriali e ambientali.

L'impianto metodologico, innovativo in ambito formativo, scelto sia per il *reference manual* sia per il comparto produttivo illustrato in questa pubblicazione, è quello ispirato al modello *DPSIR* (Driving Forces, Pressure, State, Impact, Response), validato a livello internazionale dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (E.P.A.), e già utilizzato in ARPAT.

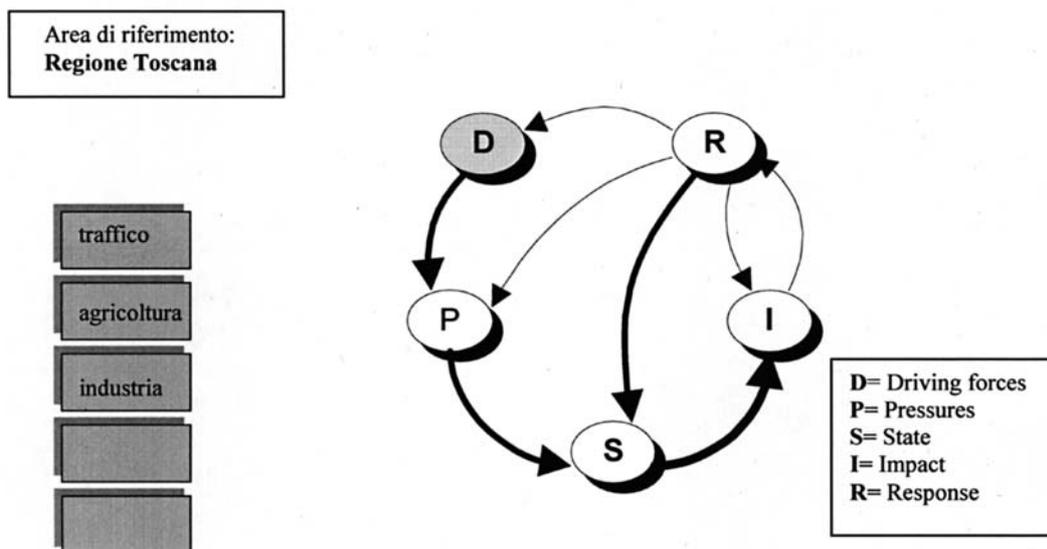
La scelta di questo modello risponde all'esigenza di generare molteplici percorsi di apprendimento caratterizzati da diversi livelli di approfondimento, in modo tale da trasferire agli operatori una visione sistemica delle problematiche connesse al controllo globale dell'ambiente.

La base conoscitiva per gli operatori è rappresentata da una serie di percorsi ipertestuali telematici (FaDol): la trama dei percorsi consente, da un lato, di effettuare collegamenti e richiami nell'ambito delle tematiche proposte, e, dall'altro di approfondire - grazie a pubblicazioni di questo tipo - l'esame dei vari comparti che afferiscono ai settori produttivi della Regione Toscana. I singoli fruitori potranno tracciare una propria "rotta di navigazione", nell'ambito dei materiali che verranno messi a disposizione *on line*, a seconda della necessità individuali di apprendimento degli elementi base di conoscenza e degli strumenti che caratterizzano la gestione delle questioni ambientali. Gli utenti, nella libera navigazione, avranno l'aiuto di una "bussola intelligente" rappresentata dalla proposta di percorsi formativo logico-ragionati.

## 1.2 Il percorso della conoscenza

**LIVELLO I** A un primo livello del *reference manual* si propone una spiegazione generale del modello DPSIR, riferendolo all'area territoriale dell'intera regione Toscana.

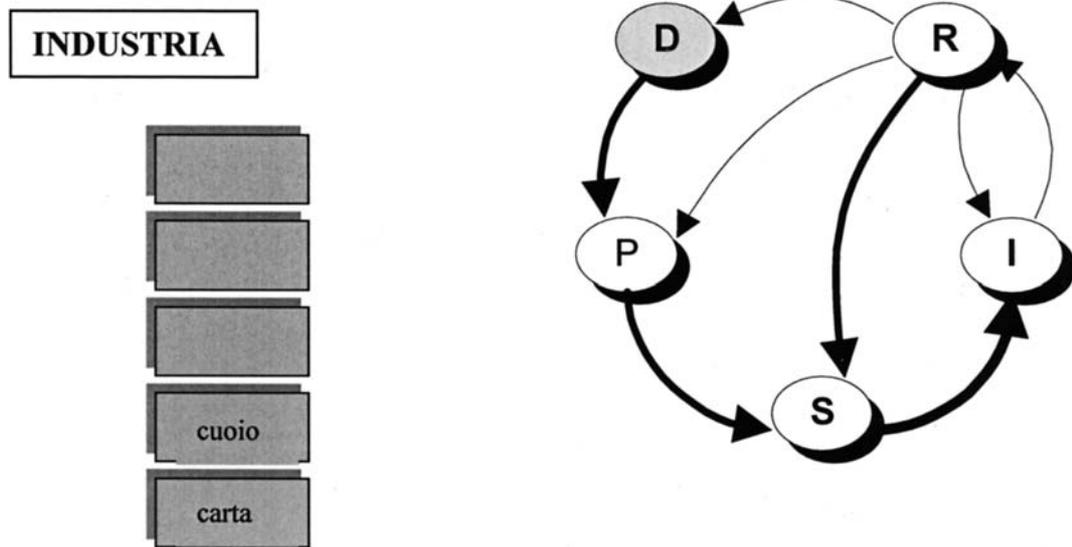
“I Determinanti (Drivers) descrivono le macroaggregazioni di attività antropiche responsabili dell'origine delle principali Pressioni (Pressure) esercitate sull'ambiente, determinandone lo Stato (State) e gli Impatti (Impact) sulle singole matrici. Gli indicatori di Risposta (Response) descrivono, infine, l'efficacia delle politiche messe in atto per la tutela dell'ambiente e per il ripristino delle condizioni originarie”.



Ogni singola voce dello schema DPSIR è “cliccabile”, così come “cliccabili” sono le frecce che indicano un flusso di informazioni e/o “materia”. Da ogni link si accede a una descrizione della voce considerata e dei relativi indicatori, con elementi informativi e/o introduttivi.

Il tasto relativo ai Drivers (**D**, nella casella colorata), invece, è già esploso elencando nelle caselle a lato i *settori determinanti* (agricoltura, industria, traffico ecc.) che vengono esaminati e studiati ai livelli successivi della struttura.

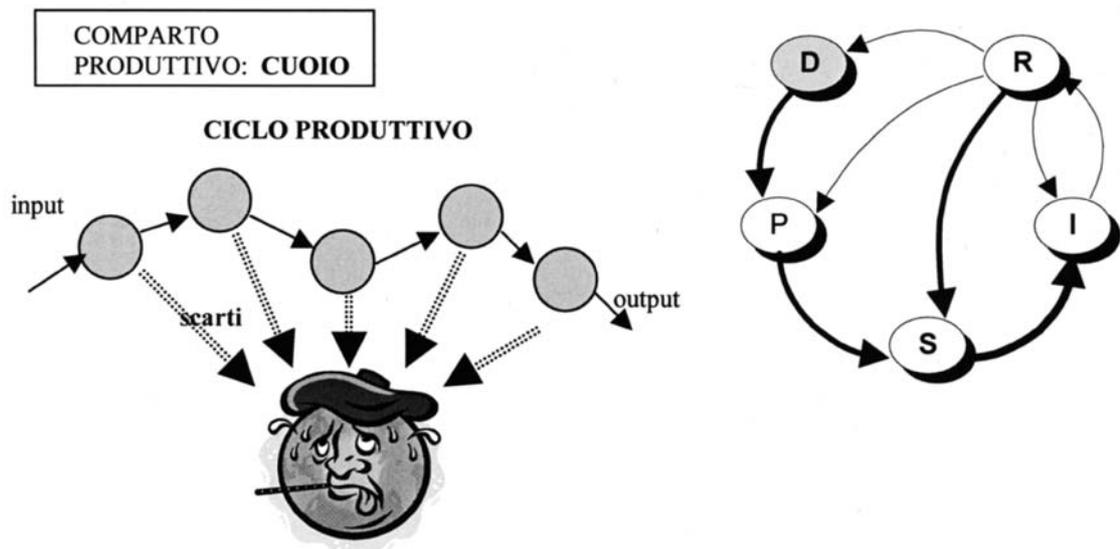
LIVELLO II Così, cliccando, ad esempio, sul tasto “INDUSTRIA”, si accede al secondo livello del reference manual:



A questo livello il settore industriale viene messo in relazione con lo schema concettuale e gli indicatori del DPSIR: i pulsanti e le frecce del modello sono elementi cliccabili che aprono su finestre di approfondimento.

Vengono inoltre elencati i comparti produttivi che saranno descritti al terzo livello della struttura. Esplorendo uno di essi, si accede a una sezione che focalizza la propria attenzione sul ciclo produttivo:

LIVELLO III

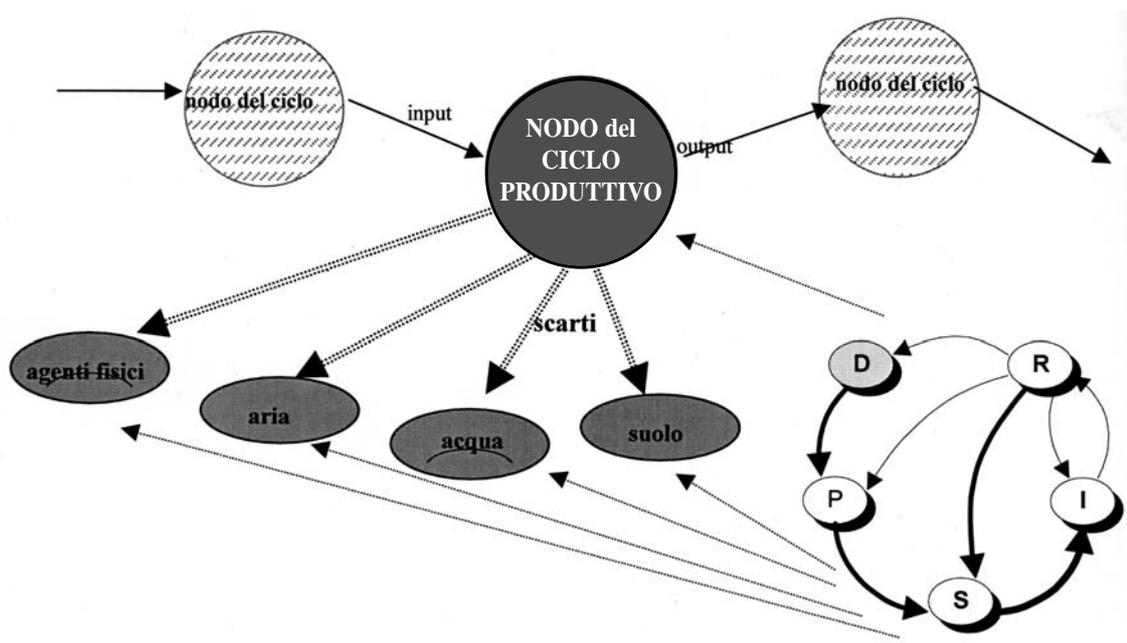


Qui si esamina come il ciclo produttivo nel suo insieme fa *Pressioni* sullo *Stato*. Quest’ultimo può esser descritto attraverso le “matrici” (acqua, aria, suolo e agenti fisici).

La descrizione degli indicatori relativi all’Impatto del processo produttivo dovrebbe, invece, riferirsi a un’area geografica ben precisa, che si può visualizzare, ad esempio, a partire da una carta geografica del territorio toscano.

Ogni nodo del processo produttivo è a sua volta cliccabile e consente l'accesso al livello finale della struttura. Qui sono presi in esame i singoli nodi del processo, attraverso il concetto del black box: per ognuno di essi si considerano INPUT, OUTPUT e prodotti di scarto. Entrano in gioco le matrici, su cui il ciclo esercita il suo impatto. L'incontro "forte" tra ciclo e matrici assume il contenuto di rapporto tra Pressioni e Stato.

LIVELLO IV



Il database del *reference manual* è strutturato in modo tale da rendere possibili queries che permettono un'aggregazione delle informazioni per aree territoriali ben precise, o per matrici o per comparti: le riflessioni sugli effetti e le sinergie delle molteplici variabili che agiscono in aree definite saranno così una concreta espressione di quell'*approccio sistemico* che rappresenta uno dei criteri ispiratori del lavoro.

### 1.3 Costruzione di un database sull'Ambiente

Il processo di informazione continua può essere garantito solo se fondato su una consistente base di dati relativi alla gestione delle problematiche ambientali (normative e casi di eccellenza on line), che deve arricchirsi nel tempo e divenire patrimonio comune di informazione condivisa da parte di tutti gli operatori. Pensando allo schema a tre livelli, si percepisce subito l'importanza di avere una "raccolta razionale" di materiale: il percorso di autoformazione (navigazione) non può e non deve essere di natura teorica, ma deve fondarsi su un approccio di tipo bottom-up, facendo riferimento a casi reali, risolti o a istanze e pressioni insorgenti sul territorio.

La presenza di questo materiale didattico, così strutturato, favorisce la creazione di una base di conoscenza comune tra gli operatori e, allo stesso tempo, stimola i singoli operatori a una ricerca attiva attraverso la navigazione tra casi reali, e alla discussione in rete.

E' evidente che, per la natura stessa del progetto, il suo valore aggiunto è da ricercarsi nella capacità di unire teoria e pratica, nella necessità di aggiornamento continuo dei dati e nella sperimentazione continua da parte dei fruitori del progetto stesso.

---

## 2 AMBIENTE E COMPLESSITÀ: ANALISI DEGLI SCENARI NEI SISTEMI AMBIENTALI LOCALI

### 2.1 L'ambiente come problema sociale: la forza delle azioni locali

Fin dalla preistoria la presenza umana ha prodotto cambiamenti nell'ambiente, soprattutto la sistematica distruzione delle foreste col fuoco. Per procurarsi pascoli, l'uomo che, per nostra gloria, continuiamo a chiamare "sapiens", ha fatto sorgere le savane, le praterie e a volte, alterando il clima, i deserti.

Ancora oggi siamo la causa primaria, l'unico determinante, dei danni prodotti sull'ambiente. Nonostante si parli diffusamente di *attività antropiche* pochi degli specialisti e dei politici che si dedicano alla tutela dell'ambiente operano nella piena consapevolezza che, in realtà, stanno affrontando un problema socio economico.

Tutti i giorni veniamo sensibilizzati attraverso un bombardamento mediatico sul buco dell'ozono, sull'effetto serra, sul riscaldamento dell'atmosfera e i ghiacci del Polo Sud ecc. Tutti fenomeni molto lontani e di portata mondiale: che possiamo fare a riguardo? Come è possibile agire proattivamente e consapevolmente per non assistere allo svolgersi di questi eventi con atteggiamento fatalistico?

Siamo consapevoli che le politiche ambientali, per avere efficacia, debbano essere globali al pari dei danni continuamente prodotti. Ma ci sentiamo anche frustrati e impotenti e crediamo che la stessa sensazione sia provata, a volte, dai nostri amministratori locali.

Essi sono, perlopiù, incerti sul fatto che la tutela locale possa produrre, nel tempo, risultati importanti. In altre parole: l'attenzione locale, evidentemente alla portata di tutti, viene ritenuta inadeguata alla soluzione di problemi così ampi?

Noi siamo certi che il contributo locale possa essere molto importante. Un'azione puntuale, diffusa e continua può produrre un benefico effetto leva. Gli esempi sono molti. Uno per tutti: Los Angeles, campione mondiale d'inquinamento negli anni '60, come sarebbe potuta ritornare a condizioni vivibili senza il *Clean Air Act*? Ma anche a Londra il famoso smog, che ha caratterizzato l'atmosfera di tensione in tanti film noir, non c'è più da molti anni.

Il decisore che agisce a livello locale è "li": è quindi obbligato a superare la dematerializzazione dell'esperienza. Deve osservare la realtà che lo circonda; inoltre attraverso l'azione, vedendone gli effetti, impara: può così generare emulazione e cultura condivisa.

E' anche un modo per difendersi dal preoccupante fenomeno di iperspecializzazione dei dati che vengono forniti. La statistica applicata ai grandi numeri e ai grandi raggruppamenti può dare significati storici a un fenomeno. A livello locale spesso non funziona altrettanto bene: se la visione è attivata da punti di vista eccessivamente bassi, l'interpretazione dei fenomeni perde di significato. Nella maggior parte dei casi mancano dati storici e quindi si sopperisce aumentando il dettaglio delle osservazioni. Davvero poca attenzione è invece dedicata a ricercare le cause primarie, a interpretare le forze sociali o individuare le motivazioni che rendono un'attività intoccabile su un territorio.

Occorre invece osservare il contesto, gli altri sistemi, vedere le interazioni tra ambiente e società. Nessuna politica – dunque neanche quella ambientale - può prescindere da un'analisi di aree geografiche più ampie e, a livello di scenario locale, dall'analisi del contesto sociale, culturale ed economico dell'area sulla quale si intende intervenire.

Da una parte è evidente che le variabili, i comportamenti e gli attori da considerare nello scenario di riferimento sono numerosi, eterogenei e spesso di difficile individuazione, analisi, interpretazione e governo. Dall'altra sembra che le attitudini degli amministratori ad analizzare gli scenari ambientali non siano così affinate come quelle sviluppate nei confronti degli scenari sociali o economici, con cui da sempre essi si confrontano.

Su questa scarsa attitudine grava, a volte, anche un'eccessiva (o non equilibrata) sensibilità verso i problemi legati all'occupazione: si possono così prendere decisioni senza considerare l'impatto sull'ambiente di nuove installazioni industriali.

Oppure si demonizzano alcune attività economiche mitizzandone altre: per decenni si è pensato all'agricoltura come ad un'attività bucolica! Che dire ora della mucca pazza, dell'atrazina nelle falde acquifere e degli anticrittogamici che ci arrivano dalla frutta?

C'è da dire che, anche tra i cittadini, solo pochi hanno sviluppato una significativa sensibilità verso l'ambiente. Questo non ha ancora un adeguato valore di mercato e pochi si preoccupano di farlo crescere. Occorrerà farlo capire a tutti, soprattutto ai giovani che vedono svanire il loro patrimonio naturale giorno dopo giorno.

La soluzione dei problemi ambientali è responsabilità e compito di tutti. Nessuno può più tirarsi indietro con l'alibi del problema planetario. Il tecnico deve far conoscere ciò che accade e quali sono i suoi timori. Il politico deve raccogliere queste informazioni e utilizzarle per una strategia di azione nel breve, medio e lungo periodo. I cittadini devono pretendere di essere informati.

Occorre allora elaborare strumenti per fornire informazioni comprensibili, piene di significato e immediatamente fruibili, ai cittadini. Renderli capaci di fare autonomamente e continuamente l'analisi dello scenario dove vivono, producono e si divertono. Dar loro la possibilità di interagire con gli operatori, di confrontarsi coi politici. Il confronto svilupperà consapevolezza e capacità d'intervento sul sistema locale, indirizzando anche le azioni politiche a più largo raggio.

L'analisi dell'ambiente deve essere corredata degli strumenti necessari ad accrescere le sensibilità, ora troppo basse, nei riguardi degli aspetti sociali ed economici che, prepotentemente, influenzano decisioni cieche. Tutto ciò prestando molta attenzione ai tempi,

consapevoli che la tutela locale è già la risposta dovuta e che qualsiasi azione contro l'ambiente può innescare bombe ad orologeria che prima o poi esploderanno.

## 2.2 Gli strumenti per l'analisi degli scenari locali

La previsione con l'analisi degli scenari si sta diffondendo, tuttavia non è ancora considerata una scienza: le metodiche proposte spesso confliggono, altre volte si escludono per mancanza di strumenti d'integrazione. Viene prevalentemente applicata su aree o contesti molto ampi nella convinzione che i grandi numeri possano, per compensazione statistica, attenuare gli errori o facilitare la comprensione di fenomeni, per loro natura complessi.

Non crediamo che la complessità risulti più comprensibile allargando i confini o aumentando gli elementi osservati così da fare una media che generi un significativo effetto leva. Occorre invece affrontare i dati con una voglia di capire più determinata, su un fronte più limitato, nel quale le conoscenze sono presenti e sedimentate. Dove, possedendo la mappa cognitiva del sistema ambiente, si possa costruire uno scenario significativo.

Una definizione è però necessaria: *l'analisi di scenario è un metodo per prevedere e formulare una strategia che s'indirizza ai problemi di previsione nelle società moderne, complesse e in rapido cambiamento. Gli scenari sono rappresentazioni globali delle situazioni studiate, comprendenti fattori economici, tecnologici e ambientali interagenti tra loro e con quelli sociali e politici.*

Nello specifico uno scenario è la descrizione degli eventi che possono portare una vasta regione a una determinata situazione futura, oppure la descrizione dello stato futuro di un sistema ambientale locale.

L'analisi di uno scenario è un gioco di squadra. Affrontarla da soli è possibile ma non molto produttivo. Non c'è contraddittorio: se manca la dimensione multidisciplinare, mancano altre visioni e diverse prospettive. E' allora importante mettere a punto, e far condividere, mezzi finalizzati a stimolare negli operatori dibattiti e riflessioni più ampi.

Un altro aspetto che vogliamo ridimensionare è l'estensione dell'area da analizzare. Spesso gli scenari sono riferiti ad aree geografiche eccessivamente grandi, non comprensibili, dove agiscono dinamiche sconosciute agli operatori. Si perde il senso della realtà e, a volte, anche del quotidiano. Quando i confini sono contenuti ogni operatore può invece, per esperienza, portare contributi fondamentali alla soluzione dei problemi interni. Inoltre riesce a individuare e comprendere le minacce dall'esterno.

L'analisi degli scenari, affrontata con un gruppo multidisciplinare, rappresenta un percorso indispensabile per accrescere la *sensibilità sistemica*, elevare il punto di vista sull'area osservata e migliorare la visione strategica adottando un approccio di *problem solving*.

Gli approcci necessari per la comprensione strategica, per la gestione delle questioni ambientali, ma anche indispensabili per modificare la qualità degli interventi sono:

- produrre statistiche più ricche di *significato*, che diano informazioni a tutti;
- individuare ed evidenziare gli *effetti leva* di alcuni elementi;
- interpretare le correlazioni sistemiche per ottenere ulteriore *valore informativo*.

Per modificare i comportamenti degli addetti un ruolo di primo piano può essere giocato dalla costruzione di modelli di scenari in grado di evidenziare i significati statistici e di rappresentare le dinamiche più rilevanti della *realtà*. In altre parole i modelli, richiedendo dati qualitativamente e quantitativamente significativi (pochi, ma che rappresentano gli effetti leva), possono forzare, cambiando, il comportamento degli operatori. Per *realtà* intenderemo il "sistema ambiente", più o meno ampio, di nostro interesse; per *modello di scenario* una rappresentazione del sistema che può essere manipolata per effettuare *esperienze reversibili* su possibili sviluppi futuri: prove attraverso cui è possibile ritornare indietro e ripetere l'esperimento con altri dati.

## 2.3 Un problema complesso

Abbiamo detto che la base territoriale dei modelli che suggeriamo di utilizzare è volutamente locale. Non si pensi che questo riduca più di tanto la complessità dei sistemi osservati.

I limiti geografici contenuti non risolvono alcuni problemi che è opportuno evidenziare subito. Si possono classificare nei punti seguenti:

- influenze dell'*environment*;
- complessità degli *ecosistemi*;
- complessità del sistema *sociale*.

Per *environment* s'intende tutto ciò che non è compreso nel modello di un sistema. Il suo ruolo (e le sue azioni: ma non si parla di interazioni!) è espresso in termini di perturbazioni di confine che turbano, o possono rompere, gli equilibri interni del sistema. Chi opera su un sistema locale ristretto non può ignorare ciò che accade in una zona vicina se da questa si hanno influenze sull'ambiente. Ad esempio, nel Valdarno, la centrale termoelettrica di Santa Barbara, nel comune di Cavriglia, è osservata con preoccupazione

anche dagli abitanti di Laterina, comune non confinante!

La complessità degli *ecosistemi* si misura con la loro biodiversità. Un sistema ecologico con molte specie (o variegate attività) si presenta più complesso di uno che, pur avendo individualità più numerose, ha poche specie diverse. E' più difficile da capire e da prevedere ma presenta una maggior forza di autopoiesi: cioè reagisce meglio alle aggressioni.

La complessità *sociale* è un'estensione del concetto precedente agli individui di una società e ci si riferisce alla loro articolazione. Entrano in gioco, rendendo più complesse le dinamiche: gli interessi economici (anche del singolo); l'influenza dei mass media; i fenomeni d'intelligenza (e di stupidità) collettiva.

Non ultima l'ormai diffusa dematerializzazione dell'esperienza: moltissimi cittadini non hanno esperienza diretta di vita a contatto con la natura tanto che si racconta che i bambini metropolitani, portati in fattoria, si meravigliano di vedere le galline con la pelliccia!

Queste evidenze richiedono particolari accortezze nell'analisi nel momento in cui si affronta uno scenario. A maggior ragione se si utilizzano i macromodelli suggeriti dalla comunità scientifica: possono infatti portare ad una visione troppo asettica della situazione. Uno di questi è il DPSIR (Drivers, Pressure States, Impacts, Responses), proposto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente.

Noi suggeriamo di utilizzare questo modello sia come motore concettuale per le nostre riflessioni sulle dinamiche, sia come "classificatore" dei dati da utilizzare nelle analisi di scenario.

## 2.4 Una proposta di metodo: l'estensione del DPSIR e una nuova lettura dei dati

Il modello DPSIR costituisce, a livello tecnico, un riferimento e una struttura in grado di fare ordine nella proliferante massa di dati rilevati sull'ambiente. Tuttavia crediamo che, così com'è conosciuto ed applicato, possa ancora condurre a una visione parziale degli scenari di riferimento.

La lettura di numerosi *report* sullo stato dell'ambiente ci ha condotto a un convincimento: la standardizzazione suggerita dal DPSIR, nonostante crei una base comune per l'interpretazione dei fatti ambientali, reitera:

- la creazione di schemi tecnici in cui i fenomeni fisici, chimici e meteorologici si intrecciano, sempre *in modo poco evidente*, con quelli sociali, economici e politici;
- l'addensamento, per accumulo, di dati statistici.

Nel modello sono rappresentate le relazioni (influenze o reazioni); quasi tutte partono da R, e legano, con andamento ciclico antiorario, le variabili incluse nei singoli *box*: questo si può apprezzare sia in Fig. 1 che in Fig. 2.

L'unico ritorno di causa effetto su R è dall'Impatto! Ciò nasconde eccessivamente il problema del tempo e trasmette una visione molto parziale e unidimensionale delle reali dinamiche, e dei continui tentativi, da parte di forze economiche e sociali, di influenzare, osteggiare o cambiare le decisioni politiche.

Le dinamiche e le pressioni che stanno dietro ad una decisione politica per una normativa ambientale (R) sono tantissime e il DPSIR non le considera!

Per avere una maggiore significatività dal DPSIR occorre estenderlo ad altri contesti. L'operazione è culturalmente innovativa: si riconosce al DPSIR il rango di sistema e lo si pone in interazione col suo contesto. In altre parole si evidenzia lo scambio di informazioni tra il sistema DPSIR e gli altri sistemi del contesto (Fig. 1).

I flussi d'informazione rappresentano l'energia vitale e il DPSIR, in quanto ordinatore e attrattore di significati, può svolgere il compito di regolatore autopoietico del sistema: il sistema nervoso e sensoriale che, trasformando dati e/o informazioni in informazioni mirate e comunicate, assicura la tempestività e la pertinenza degli interventi.

Se il DPSIR è alimentato con dati si irrobustisce e può contribuire a restituire informazioni ad alto Valore Aggiunto a tutti i destinatari.

L'inclusione delle variabili economiche, sociali e politiche implica (a causa dei meccanismi di emotività, sensibilità e influenzabilità delle persone) un forte incremento degli intrecci dei rapporti causa effetto dei modelli costruiti secondo la standardizzazione DPSIR.

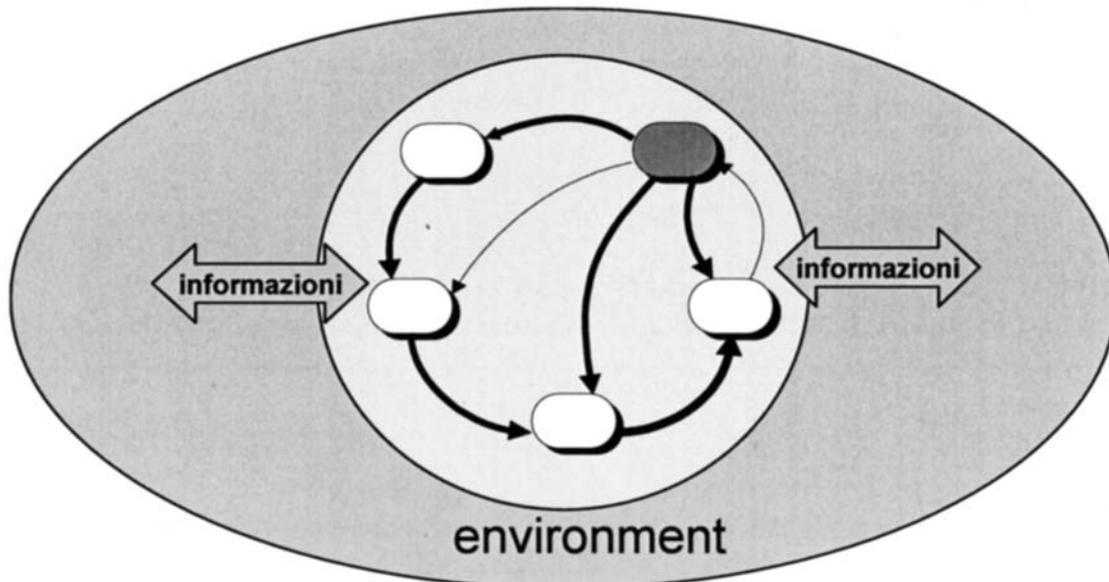


Fig. 1 Il DPSIR ed il suo contesto.

Nei fenomeni sociali la complessità è generata dal numero di soggetti coinvolti e dalla spiccata “non linearità” delle influenze di causa effetto, che li interconnettono. Tali relazioni sono spesso nascoste o non evidenti; comunque non immediatamente interpretabili. Accade allora che gli interventi, sebbene orientati verso alcuni obiettivi, li manchino clamorosamente e diano luogo, dopo tempi non noti a priori, a effetti secondari di particolare rilevanza.

Un altro aspetto molto importante, strettamente legato a questi, è infatti il ritardo temporale con cui tali fenomeni danno esiti negativi e che, soprattutto a causa dei tempi lunghi, rende molto difficili, in quanto improponibili, correzioni in corso d’opera delle strategie attuate, dato che sembrano prive di motivazione.

Dunque, se uno scopo dei modelli di reporting o d’interpretazione ispirati al DPSIR è quello di fornire strumenti ai decisori politici per attuare politiche ecosostenibili, appare necessario offrire agli amministratori anche gli strumenti tecnici e concettuali per governare la *complessità* degli scenari su cui agiscono tramite le proprie decisioni; questo per metterli in condizione di programmare interventi che possano assumere le connotazioni di intervento di sistema, e non solo di semplice (anche se necessaria) risposta all’emergenza.

Per dare significatività e completezza al modello - nell’ottica DPSIR – occorre ora estenderlo agli aspetti socio-economici, introdurre cioè, nuove variabili e esaminare le relazioni di queste ultime con quelle più propriamente fisiche, fino a disegnare i flussi e i relativi ritardi.

## 2.5 Una prima estensione del modello DPSIR

Allo scopo di illustrare sinteticamente il metodo facciamo un primo passo verso l’estensione del DPSIR agli altri sottosistemi: sullo schema di partenza del modello, da noi qualificato con i valori delle influenze sistemiche, cerchiamo di inserire altre variabili, come illustrato in Fig. 2.

Per prima cosa consideriamo gli effetti che può avere un ciclo produttivo nocivo sulla salute degli addetti alla produzione:

- *Idir*: impatto diretto, cioè gli effetti sulla salute causati direttamente agli operatori dalla prossimità alle pressioni nelle attività economiche rischiose.

Il segno dell’influenza è positivo (spinta alla crescita): all’aumentare delle pressioni si ha più impatto. Resta da determinare il tempo medio dopo cui si ha visibilità certa del fenomeno. La crescita può essere rapida ed improvvisa: tipo disastro! La sua latenza è comunque molto inferiore a quella del tempo necessario ad avere visibilità di un impatto.

L’impatto diretto produce attenzione nelle rappresentanze sindacali, questa attenzione si esprime in capacità di pressione sulle decisioni politiche.

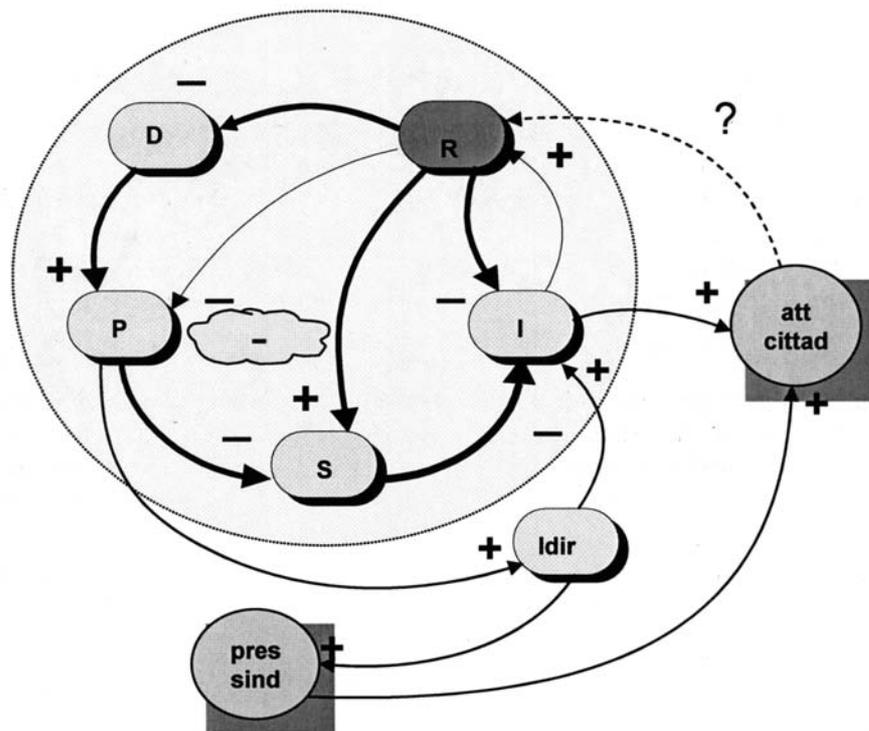


Fig. 2 Prima estensione

- *pres.sind.*: pressione esercitata prevalentemente dalle parti sociali (ma, a volte, anche da gruppi di pressione politica, ad esempio, comitati di cittadini, associazioni *no profit* ecc.) su altre entità del sistema (prevalentemente su decisori politici, su imprenditori).

L'azione dei sindacati è prima diretta alla sensibilizzazione dei cittadini. Ci sono motivi di interesse diretto reciproco: i lavoratori che hanno subito danno hanno l'interesse immediato da parte dei familiari. Esistono anche motivazioni di ricerca del consenso attuale prima di fare una qualsiasi azione di pressione sia sugli imprenditori, sia sui politici. Purtroppo succede spesso che il tempo di ritardo è così lungo che non sono più presenti i responsabili: si ricorre allora all'azione politica per ottenere miglioramenti o appoggi in sede legale.

- *att.citt.*: attenzione dei cittadini alle problematiche dell'ambiente in relazione agli aspetti legati alla qualità della vita.  
In ogni caso l'attenzione dei cittadini subisce l'influenza positiva dell'impatto globale (se noto!) e dell'azione informativa dei sindacati.

Questo è solo il primo passo per estendere il DPSIR agli altri sottosistemi socio economici. Abbiamo disegnato una parte del sottosistema che identifica le relazioni e le dinamiche della *Sensibilità Eco Sociale*, cioè delle reazioni dei cittadini nei riguardi dei danni apportati all'ambiente, o alle decisioni (le Risposte) per la sua tutela: influenza tratteggiata in figura.

Quando l'estensione è completa i decisori dispongono di un modello generale dello scenario, articolato in sottosistemi, dove poter fare previsioni e ipotizzare risultati o problemi. Ma per poterlo fare devono disporre di dati aggiornati, comprensibili e comunicabili.

## 2.6 L'interpretazione e la comunicazione dei dati

Uno dei principali problemi che si presentano quando ci si accinge a utilizzare dati di tipo ambientale è la difficoltà di individuare con chiarezza ciò che effettivamente serve, trovandosi di fronte a distese di tabulati pieni di numeri!

Molto spesso tali cifre non "parlano", non ci dicono niente. Talvolta le grandi raccolte di dati sono il frutto del lavoro di novelli certosini che si adoperano per mettere insieme valori di indici, livelli di inquinamento, concentrazioni di agenti nocivi e quanto altro serve a poter giustificare la produzione di pesantissimi, e non solo in senso fisico, manuali sullo stato dell'ambiente. Ma ... "cui prodest"?

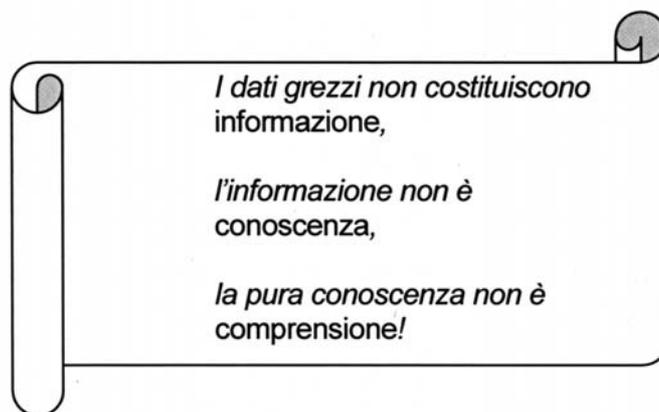
Sicuramente queste valanghe di dati, e sottolineiamo dati (non informazioni), sono di scarso aiuto per chi deve comprendere le dinamiche di un sistema complesso come l'ambiente, ed eventualmente prendere delle decisioni in materia.

Ecco che allora diviene fondamentale, soprattutto per manager e decisori politici, poter riflettere e lavorare utilizzando strumenti efficaci e di facile interpretazione, strutturati in modo comprensibile secondo una logica semplice ed essenziale.

E' sempre bene tenere a mente il processo che porta alla comprensione dei fenomeni partendo dai dati grezzi:

*dati → informazione → comunicazione → comprensione*

Ma anche alcune perle di saggezza, vere e proprie gocce d'ambrosia:



I motivi per cui può essere necessario disporre di dati sull'ambiente sono svariati. Soffermiamoci sui tre che riteniamo più significativi:

- 1) *Effettuare delle ricerche di tipo scientifico finalizzate alla spiegazione di fenomeni.*
- 2) *Informare la popolazione (aggregata in varie forme) sullo stato dell'ambiente.*
- 3) *Fornire a manager ed amministratori chiavi interpretative per l'analisi di scenario.*

Soltanto nel primo dei tre casi si può pensare all'utilizzo dei dati in forma grezza, ovvero non strutturata, perché si presuppone che gli utilizzatori siano ricercatori specialisti in grado di analizzare ed elaborare i dati senza bisogno di un ausilio particolare in termini di semplificazione.

Nel secondo caso, occorre invece essere assolutamente chiari nel proporre dati quantitativi alla cittadinanza. Non è accettabile consegnare alla gente rapporti informativi sull'ambiente in cui siano presenti tabelle numeriche con più di tre o quattro righe e/o colonne e che i grafici, invece di spiegare idee e concetti, facciano pensare solo alle crostate di frutta o alle guglie del Duomo di Milano.

Il terzo è il caso più complesso. In esso ritroviamo tutti gli aspetti tipici dell'analisi di scenario: la raccolta dei dati è totalmente finalizzata al successivo lavoro di interpretazione, modellazione e conseguente processo gestionale. E' qui che occorre il maggior impegno progettuale, infatti in molti casi gli amministratori necessitano di una formazione adeguata per sviluppare quella sensibilità sistemica che permette di affrontare la gestione di sistemi complessi come l'ambiente.

In un certo senso, possiamo considerare anche la seconda tipologia di necessità come orientata all'analisi di scenario, perché sostanzialmente anche i cittadini, nelle loro scelte legate alla qualità dell'ambiente, fanno delle valutazioni in funzione di possibili scenari futuri. Pensiamo ad esempio a una famiglia che, a costo di complicare la gestione dei propri affari, decide di trasferirsi dalla città alla campagna per godere della migliore qualità dell'aria, oppure a chi installa un impianto a gas metano per la propria auto con la consapevolezza di ridurre l'emissione di inquinanti.

In ogni caso, qualunque sia l'obiettivo da raggiungere, è importante avere chiarezza sull'origine e sulla fruibilità dei dati. Prima di procedere all'analisi ed alla successiva sintesi dei dati, sarebbe bene porsi le seguenti domande:

- *Da dove nascono i dati, qual è la nostra fonte di approvvigionamento?*
- *Tale fonte è attendibile e in che misura?*
- *Il campione è significativo? I dati sono troppi o troppo pochi?*
- *Qual è il formato dei dati numerici?*
- *Come ci vengono "serviti" i dati? Su quale tipo di supporto (carta, CD, rete ecc.)?*

Talvolta, si verifica la situazione in cui i responsabili della raccolta ed elaborazione dei dati si nascondono dietro quello che possiamo definire "alibi della perfezione", ovvero sono restii ad iniziare la fase di analisi sostenendo che i dati non rispondono totalmente alle esigenze operative. In altri termini essi vorrebbero che le risposte alle precedenti domande fossero tutte in linea con le loro aspet-

tative: per esempio gradirebbero una fonte ufficiale assolutamente attendibile, un campione esattamente bilanciato come numero di dati e con i numeri in formato corretto, e magari il tutto già presentato in forma organizzata su un bel CD-Rom.

E' chiaro che questa è una condivisibile aspettativa, ma non sempre è possibile soddisfarla; anzi il più delle volte si ha a che fare con dati non totalmente attendibili, male organizzati e ancor peggio presentati.

Ma non per questo dobbiamo arrenderci e rinunciare!

Occorre proseguire, anche perché, una volta avviato il processo di analisi, siamo sempre in tempo a integrare le informazioni in nostro possesso con ulteriori insiemi di dati ottenuti da altre possibili fonti.

L'importante è evidenziare sempre i limiti e le criticità derivanti dall'approssimazione delle informazioni in nostro possesso.

Ricordiamoci che, secondo quanto detto fin qui, i dati devono essere finalizzati all'analisi di scenario, ovvero devono aiutarci a definire dei modelli di realtà per poter poi affrontare la delicata fase di simulazione delle azioni e immaginarne le successive conseguenze in termini sistemici.

Quando abbiamo ottenuto le risposte alle domande precedenti, siamo in grado di passare alla fase di organizzazione dei dati per dare il via al processo di trasformazione.

I primi passi da compiere sono fondati sul buon senso; si tratta praticamente di sistematizzare i dati in nostro possesso, ovvero:

- archiviare in modo "snello" i dati raccolti;
- ordinarli secondo logiche prestabilite;
- effettuare elaborazioni statistiche di sintesi;
- rappresentare i dati in forma tabellare e grafica;
- integrare il tutto in forma di report preliminare.

I primi due punti si possono mettere in pratica utilizzando un foglio elettronico, che consente la scrittura dei dati in forma di records e campi. Una volta organizzati in questo modo, diventa semplice, con le funzioni statistiche presenti negli strumenti di elaborazione di fogli elettronici, rispondere anche al punto tre. Gli ultimi due punti sono realizzabili sempre con l'utilizzo del foglio elettronico.

E' da tener presente che spesso, soprattutto con pochi dati, una buona tabella funziona meglio di un grafico.

Proviamo a rappresentare graficamente in Fig. 3 il processo di trasformazione dei dati a partire da quelli grezzi fino all'utilizzo delle elaborazioni:

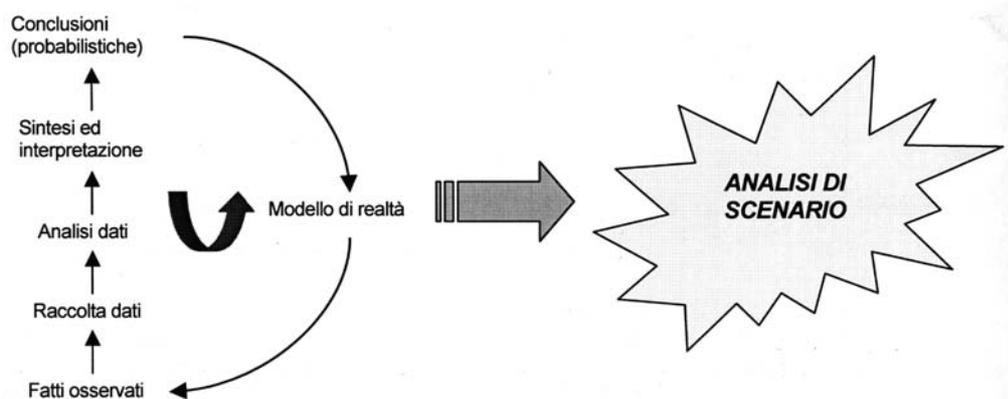


Fig. 3 La trasformazione dei dati

Seguiamo prima il percorso tracciato dalle frecce sottili nere.

E' un processo di tipo bottom-up, parte dal basso, dall'osservazione dei fatti e dalla conseguente raccolta di dati a essi inerenti.

Poi si passa alla fase di analisi che viene effettuata mediante gli strumenti tipici della statistica, ovvero degli algoritmi di tipo deduttivo che, applicati ai dati raccolti, producono informazioni sintetiche in grado di descriverli sommariamente con pochi parametri (es. media, varianza, deviazione standard ecc.)

L'utilità di ciò risiede nel fatto che, in questo modo, si forniscono agli analisti di scenario i mattoni fondamentali per costruire modelli della realtà.

Un altro aspetto fondamentale, spesso trascurato, è la capacità propria della statistica di ridimensionare l'importanza che normalmente viene attribuita ai casi anomali, alle cosiddette "coincidenze esagerate". Un esempio fra tutti: la tendenza a credere nei fenomeni paranormali (telepatia, telecinesi ecc.), quando in realtà essi possono essere letti come eventi improbabili, ma comunque inquadrabili in ambito statistico.

La mera descrizione statistica ha, peraltro, un limite evidente: l'incapacità di dare una visione chiara ed interpretativa dei dati presi in esame; occorre spesso ricorrere a rappresentazioni grafiche per favorire una lettura "intelligente" dei dati stessi.

Sintesi ed interpretazione rappresentano la fase cruciale del percorso perché forniscono gli elementi per poter trarre delle conclusioni sui fatti osservati. Queste conclusioni sono sempre da intendersi come affermazioni parziali e non certe (probabilistiche).

Le conclusioni devono infine condurre alla stesura di modelli interpretativi della realtà, i quali non hanno mai una veste definitiva né, tanto meno, caratteristiche di predittività. Sono dei tentativi, più o meno riusciti, di "comprendere" in forma logica e sistemica, l'insieme dei fenomeni osservati. Per questo l'intero processo è rappresentato in forma ciclica, con il modello che va a confrontarsi con i dati che l'hanno originato per verificare la validità delle ipotesi adottate. Grazie a questa impostazione di tipo iterativo si riesce, ripercorrendo la strada dal basso verso l'alto, ad affinare il modello e ripartire di nuovo con la verifica sperimentale.

La freccia che indica una percorrenza in senso antiorario (opposto al precedente) rappresenta l'approccio che hanno i decisori (amministratori e/o dirigenti) che usano modelli mentali strutturati su decisioni di tipo abduttivo. Sostanzialmente, partendo dall'esame del modello sviluppato dagli esperti, devono trarre delle conclusioni, dunque effettuare delle scelte ambientali, per poi produrre sintesi delle azioni da svolgere e presentarle in modo chiaro e trasparente alla cittadinanza.

Questa doppia via porta a una convergenza del modello interpretativo, perché genera un punto d'incontro, favorendo la creazione di un tavolo in cui si ritrovano a lavorare affiancati tecnici e manager ambientali.

Tutto il processo, avviato dalla logica di sistema, conduce quindi, attraverso la realizzazione di un modello di riferimento, a ciò che abbiamo già definito come Analisi di Scenario.

## 2.7 Il modello qualitativo completo

Per consentire a tutti, ma soprattutto ad amministratori e tecnici, una continua analisi dello scenario dobbiamo permettere di applicare questi concetti in un modello semplificato, organizzato tramite una struttura di progressivo approfondimento, dove sia reso evidente che:

- i danni causati all'ambiente dall'inquinamento hanno un effetto rapido;
- gli effetti sulla salute dell'uomo e sulla biodiversità si rendono palesi invece con un ritardo di anni: e si dovrà riflettere sul ritardo e su quali segnali deboli osservare...;
- le risposte che intervengono direttamente sulle cause dell'impatto ambientale sono più efficaci di quelle che agiscono sugli effetti;
- i flussi informativi se efficienti, comunicanti e tempestivi, hanno un ruolo importante nel produrre un effetto "leva" positivo: si può intervenire prima e consapevolmente.

Queste considerazioni devono sempre ispirare i criteri per disegnare un macromodello semplificato.

Si parte dallo schema standard del DPSIR e lo si amplia, per passi successivi, come quello descritto a proposito di Fig.2 dove, come abbiamo già detto, abbiamo fatto il primo passo per disegnare il sottosistema della *Sensibilità Eco Sociale*. Si procede analogamente per gli altri sottosistemi. Poi, facendo una operazione di classificazione e sintesi, si ottiene quello riportato in Fig. 4.

I blocchi sono solo cinque: uno, centrale, è il DPSIR con le sue logiche. Gli altri rappresentano i sottosistemi che abbiamo valutato avere effetto "leva": il sottosistema delle *Attività Economiche*, quello della *Sensibilità Eco Sociale* dei cittadini e il sottosistema della *Qualità Ambientale*.

Particolare attenzione deve avere il blocco *Decisioni Politiche*: è anch'esso un sistema, ma nel nostro caso è il tavolo di discussione, dove si valutano le informazioni e si attivano le Risposte.

Dove insieme ad altri tecnici ed amministratori si effettua l'analisi dello scenario.

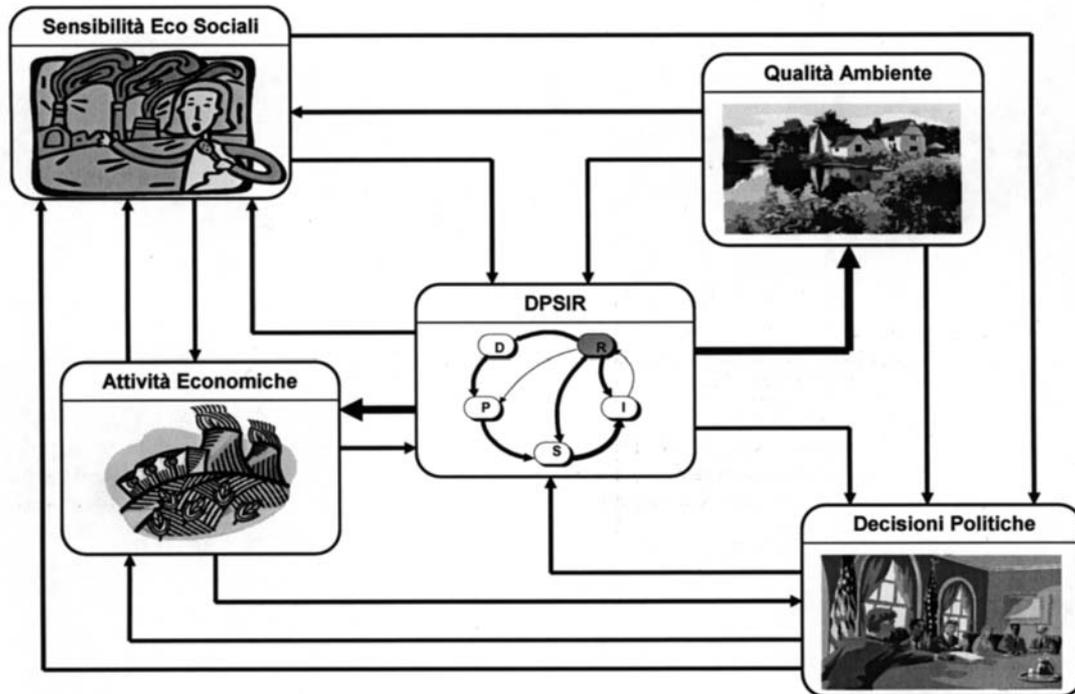


Fig. 4 Macro qualitativo per l'analisi dello scenario ambientale

L'evidenza delle influenze tra i sottosistemi può far capire l'importanza delle azioni da intraprendere, la loro pericolosità o potenziale bontà: sono uno strumento essenziale per i *decision makers*.

In particolare per:

- comprendere come ridurre i diversi ritardi aumentando la capacità d'ascolto o la velocità delle rilevazioni;
- attivare modalità di comunicazione e di sensibilizzazione che coinvolgano maggiormente i cittadini responsabilizzando gli operatori e i politici;
- contribuire all'individuazione di risposte (R) di tutela che derivino da conoscenze più consapevoli sulle pressioni e sull'impatto e che siano conseguenti a prove "gioco" sullo scenario;
- pianificare tempestivamente risposte (R) di tipo normativo o di intervento sul territorio (bonifiche), sulla base delle informazioni disponibili sullo stato dell'ambiente e sui costi necessari.

Questo processo di tipo *what if analysis* evoluto, sarà tanto più efficace quanto più sarà supportato da un insieme coerente e ben organizzato di informazioni statistiche.

In particolare, come già sottolineato, sarà fondamentale superare la cultura obsoleta, ma purtroppo ancora diffusa del "tabulato". Finché i dati saranno considerati prevalentemente patrimonio di ricercatori e tecnici, sarà difficile arricchirli con il Valore Aggiunto dell'informazione e renderli facilmente fruibili per la cittadinanza.

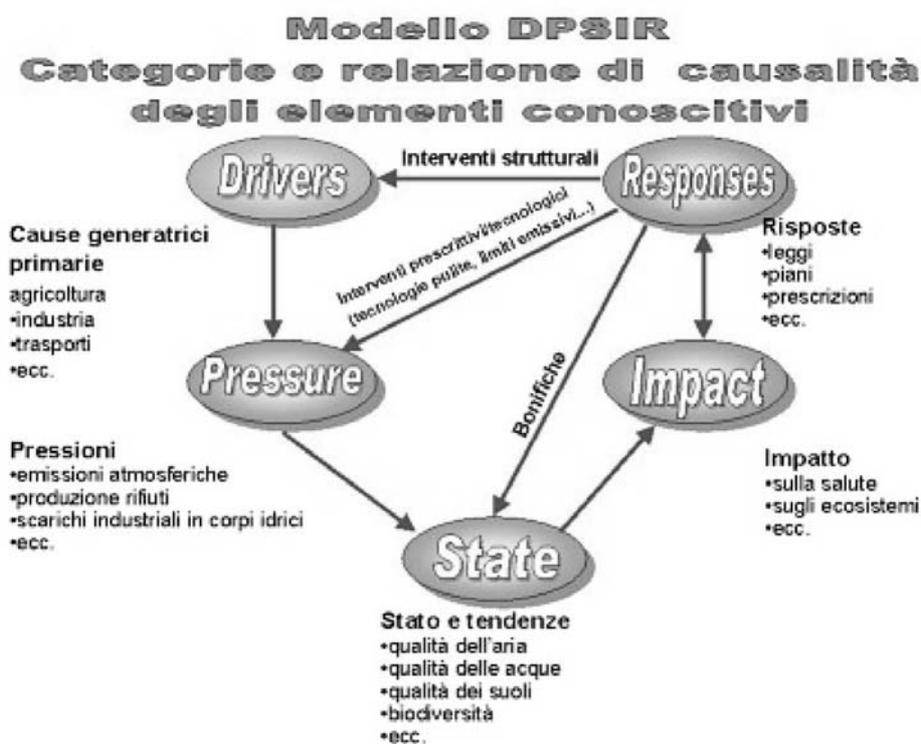
Per realizzare tutti questi obiettivi proponiamo di considerare DPSIR come "motore" (sarebbe meglio dire ispiratore... ma non osiamo!) delle logiche di raccolta dei dati (monitoraggio e controllo), di gestione dei canali informativi sullo Stato dell'ambiente e sull'Impatto in modo che dalle analisi di scenario emergano decisioni rapide e mirate.

---

### 3 IL SISTEMA DPSIR

Un nuovo sistema di valutazione dei dati analitici, correlati a informazioni di tipo sociale, economico e di altro tipo, è rappresentato dal sistema DPSIR (Figura 1), un *approccio interdisciplinare*, utilizzato da qualche anno nel reporting ambientale, che si basa sullo schema di indicatori ed indici proposto dall'Agenzia Ambientale Europea e adottato da ANPA per l'Italia. Tale sistema, indicato con l'acronimo DPSIR (Drivers, Pressure, State, Impact, Responses), prevede la messa a punto e l'utilizzo di cinque tipologie di strumenti conoscitivi, in modo da valutare non solo lo stato dell'ambiente, ma anche le cause primarie che ne determinano i mutamenti, le pressioni che agiscono direttamente, l'impatto che queste provocano e la risposta da parte dell'uomo per compensare o mitigare effetti e pressioni.

Figura 1 - Schema del modello DPSIR



Per *Drivers* si intendono la forza motrice e la tendenza; rientrano in questa categoria: la crescita demografica, i flussi turistici e altri similari.

Per *Pressione* si intendono gli effetti diretti dello sviluppo delle attività umane, fattori fisici che modificano lo stato dell'ambiente. Principali processi che inducono le pressioni sull'ambiente: agricoltura intensiva e conseguente utilizzo di fitofarmaci e pesticidi, consumi idrici, scarichi in corpi idrici compresi gli scarichi da impianti di depurazione delle acque, produzione e smaltimento rifiuti, emissioni in atmosfera.

Per *Stato* si intendono i cambiamenti osservabili causati dallo sviluppo antropico. In questa categoria rientrano, ad esempio per i fiumi, gli indici sintetici previsti dal D.Lgs 152/99 e successivo D. Lgs 258/2000 (il "livello di inquinamento da macrodescrittori" (LIM), lo "stato ecologico" e lo "stato ambientale" del corpo idrico); per l'aria, la concentrazione delle sostanze che ne determinano la qualità.

Per *Impatto* si intendono gli effetti dello sviluppo economico connessi, ad esempio, all'aumento della produzione agricola e cicli industriali.

Per *Risposta* si intendono quelle iniziative tese alla risoluzione dei problemi creati; tra queste rientrano iniziative di tipo legislativo/normativo, amministrative e fiscali che i soggetti preposti al governo attuano per contenere gli effetti delle pressioni e ridurre l'uso delle risorse naturali. In questa categoria rientrano anche iniziative di tipo "tecnico", quali la costruzione di nuovi impianti di depurazione tesi a migliorare il bilancio depurativo che grava sul bacino.

### 3.1 Gli indici e gli indicatori ambientali per la Toscana

Nella terminologia classica, il dato che scaturisce dal laboratorio viene definito *parametro*. La gestione di tutti i parametri, che necessariamente vengono analizzati per definire, per esempio, lo stato di un corpo idrico o la qualità dell'aria, ha portato spesso ad elaborare una massa di dati enorme dalla quale non sembrava scaturire un'uguale mole di informazione. Per tale motivo, coadiuvati anche dall'affermarsi di nuove normative (quali il D.Lgs. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni per ciò che concerne le acque), si è passati all'adozione di *indici sintetici*; essi derivano dal pesare in modo opportuno e ponderato il contributo di altri parametri, in modo da poter classificare la qualità ambientale (suolo, acqua ed aria), utilizzando un numero limitato di indici, che riassumono intrinsecamente il valore dei parametri da cui derivano.

La terminologia *indicatore* si utilizza per segnalare quei parametri che hanno una significatività nello studio dell'ambiente anche senza essere inseriti nella compagine di un indice sintetico.

Visto l'affermarsi di questi "nuovi strumenti", la Regione Toscana ha cominciato a compiere uno sforzo di mutamento di mentalità, dimostrato con la pubblicazione "Segnali Ambientali in Toscana 2001", in cui sono raccolti un set di indici ed indicatori costruiti per area tematica. Tali indici ed indicatori sono stati elaborati coinvolgendo prioritariamente ARPAT, sulla base delle competenze istituzionali attribuite all'Agenzia dalla L.R. n. 66/95, e altri enti e società, in particolare IRPET, ARSIA, LAMMA, ARRR.

Con il Progetto Perla, ci si propone di seguire questa nuova direzione; non a caso, come prima cosa, si è voluto descrivere la situazione della Toscana attraverso il set di indici ed indicatori ambientali selezionati, da tenere continuamente aggiornati. Inoltre, il Progetto Perla, anche nella descrizione dei vari comparti di attività produttive della Toscana, quali ad esempio la concia delle pelli, affronta le varie problematiche ambientali alla luce dello schema DPSIR. Lo scopo del Progetto è, in pratica, quello di formare gli operatori in campo ambientale in modo tale che, attraverso la lente interpretativa del sistema DPSIR, possano individuare in maniera rapida ed efficace, gli **elementi** di "Pressione" (**P**) per l'ambiente, che danno indicazioni sulle "Forze motrici" (**D**), che possono causare particolari "Impatti" (**I**), e le eventuali "Risposte" (**R**) delle istituzioni allo scopo di mitigare od eliminare le loro conseguenze negative sull'ambiente migliorando, laddove efficaci, lo "stato" (**S**) delle varie matrici ambientali.

Nelle pagine che seguono sono proposti alcuni esempi di indicatori selezionati per il contesto regionale.

#### Indici di stato per le acque superficiali (corsi d'acqua)

SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua)

SACA (Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua).

LIM (livello di inquinamento da macrodescrittori)

IBE (Indice Biotico Esteso)

Il D.Lgs. n°152/99 e successive modifiche ed integrazioni, all'Allegato 1, ha definito i parametri *standard* necessari per esprimere la qualità ambientale complessiva delle risorse idriche superficiali, attraverso i quali è possibile costruire due indici sintetici: il SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua) e il SACA (Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua). Per determinare il SECA si passa attraverso la valutazione di due indici: LIM (livello di inquinamento da macrodescrittori ai sensi del D.Lgs. 152/99) ed IBE (Indice Biotico Esteso, che si basa sull'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati che colonizzano le differenti tipologie fluviali).

Al momento la metodologia di legge ci permette di valutare, talvolta con qualche approssimazione, il LIM, e in presenza di dati utili il SECA.

Serchio – stato							
Pr	Stazione	Comune	LIM	LIM	IBE	IBE	SECA
			livello	punteggio	livello	classe	
LU	Filicaia	Camporgiano	2	300	9	II	2
LU	Ghivizzano	Coreglia	2	280	7,8	II-III	3
LU	Ponte Campia	Fosciandora	2	320	9,10	II	2
LU	Piaggione	Lucca	2	240			
LU	S. Pietro	Lucca	2	240	9	II	2
PI	Ripafraffa	Pisa	3	220			
Pi	Migliarino	Pisa	3	210			

Fonte: ARPAT su dati relativi alle analisi del 2000.

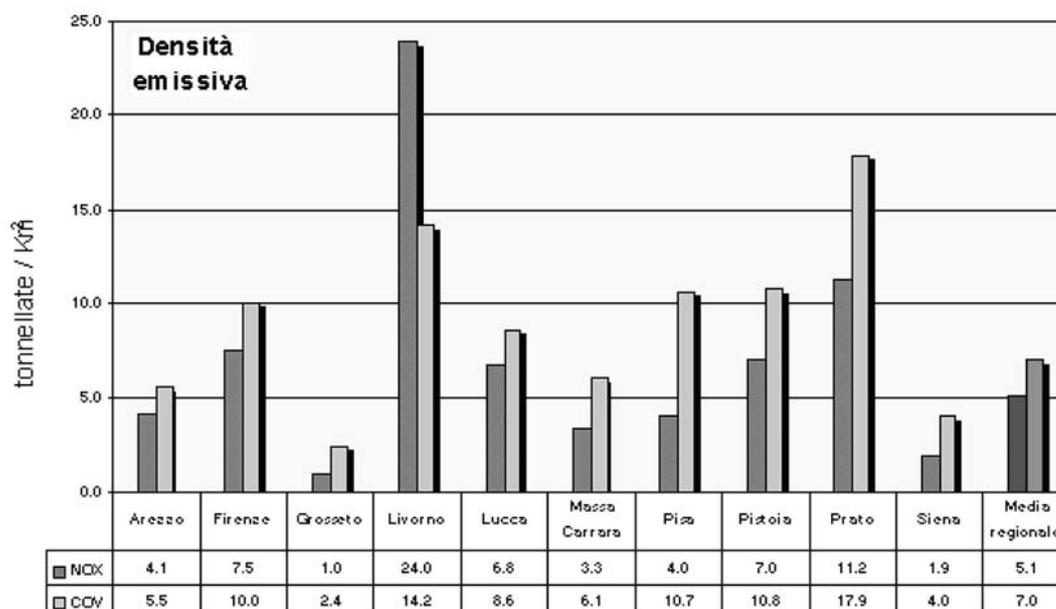
## Indicatore di pressione per l'aria

Emissione di precursori di O<sub>3</sub>

Tra le principali sostanze inquinanti le emissioni di ossidi di azoto e di composti organici volatili costituiscono i precursori che danno origine ai processi fotochimici di formazione dell'ozono troposferico. La "densità emissiva" è il carico riferito a un dato territorio ed è espresso in Kg di sostanza inquinante emessa in una certa superficie (tonnellate/Km<sup>2</sup>). Gli indicatori calcolati nell'ambito dell'Inventario regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente (I.R.S.E.) sono relativi alle emissioni di NO<sub>x</sub> e C.O.V..

Emissioni totali (tonnellate \* 1000)

Provincia	COV	NO <sub>x</sub>
Arezzo	17.8	13.4
Firenze	35.3	26.2
Grosseto	10.8	4.6
Livorno	17.2	29.1
Lucca	15.2	12.0
Massa Carrara	7.0	3.9
Pisa	26.1	9.8
Pistoia	10.4	6.7
Prato	6.5	4.1
Siena	15.3	7.2
<b>Totale regionale</b>	<b>161.6</b>	<b>117.0</b>



Fonte: Area "Qualità dell'aria, inquinamento acustico, industrie a rischio, inquinamento elettromagnetico". Le stime, condotte secondo la metodologia Corine-Air, sono contenute nell'Inventario Regionale delle Emissioni I.R.S.E. (D.G.R. n° 1193 del 14.11.2000)

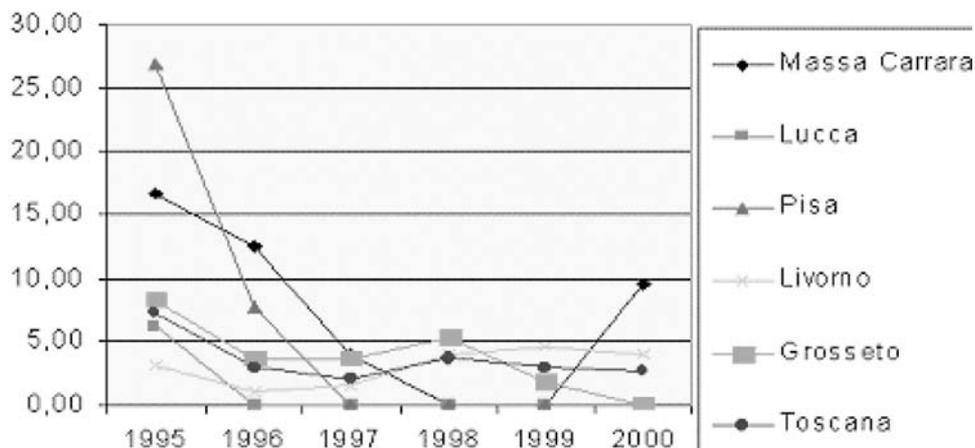
## Indicatore di impatto per le acque marino-costiere

Balneabilità - Punti non balneabili

La percentuale dei punti non idonei durante la stagione balneare 2000 si attesta intorno al 2%. Per la prima volta da molti anni, la Regione Toscana non si è avvalsa dell'ampliamento del limite previsto dal D.P.R. n. 470/82 (articolo 6 e Allegato 1), per il parametro "ossigeno disciolto" relativamente al litorale Versiliense - Pisano, a causa del mancato rinnovo del Decreto Ministeriale di concessione della deroga; nonostante le iniziali preoccupazioni della Regione e di ARPAT per l'andamento della stagione balneare, non è

stato in realtà mai registrato alcun superamento del limite della percentuale di ossigeno disciolto lungo tutta la fascia costiera normalmente sottoposta a regime di deroga.

*Percentuale di punti non idonei alla balneazione sul totale dei punti campionati dal 1995 al 2000*



Fonte: Sistema Informativo Sanitario del Ministero della Sanità

### Indicatore di driving per le acque superficiali

#### Popolazione

La popolazione è un indicatore che descrive la distribuzione spaziale (comuni, province) e/o temporale (trend su più anni) della popolazione residente nell'area di interesse, allo scopo di valutare lo sviluppo demografico in un determinato arco temporale e di fare eventuali previsioni future. Ad essa è collegato l'indicatore "Densità di popolazione". Segue una tabella dove sono riportati i dati di "Popolazione" e "Densità di popolazione" nella province del bacino del fiume Arno riferiti all'anno 1998.

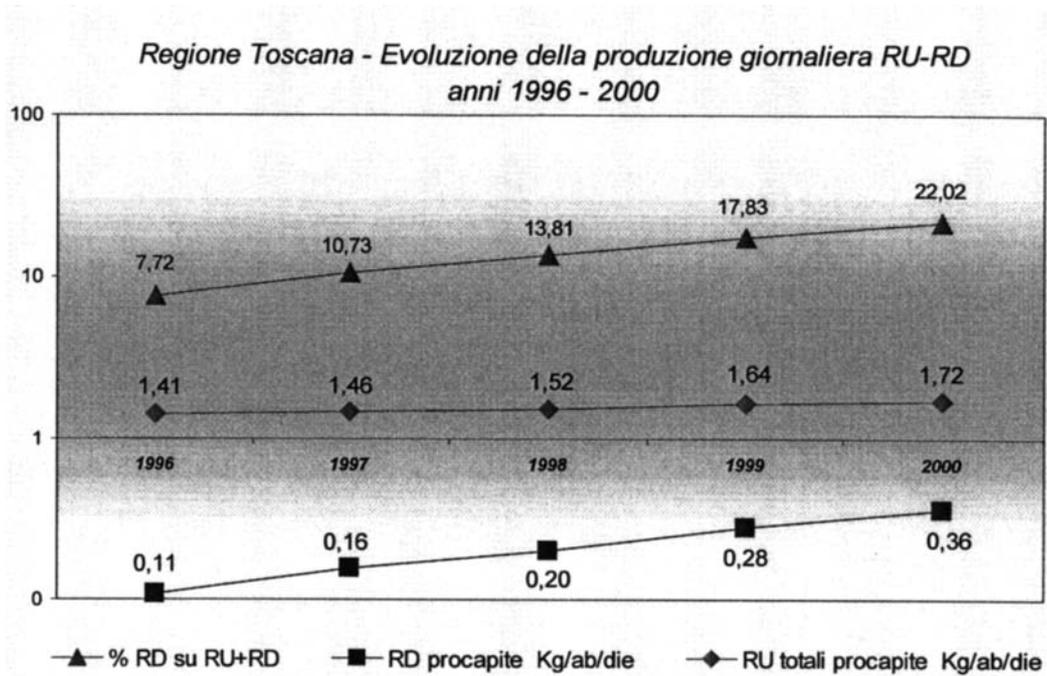
Arno			
Provincia	Popolazione	Superficie Comuni (ha)	Densità ab/km <sup>2</sup>
Arezzo	256.486	234.783	
Firenze	938.808	292.283	
Livorno	23.435	9.773	
Lucca	58.235	21.682	
Pisa	330.536	141.003	
Prato	223.938	32.507	
Pistoia	238.051	64.235	
Siena	111.673	108.401	
<b>Arno</b>	<b>2.181.162</b>	<b>904.667</b>	<b>241</b>

Fonte: ARPAT (su dati ISTAT)

**Indicatore di pressione riferito ai rifiuti**

## Produzione rifiuti

I dati dell'anno 2000 si riferiscono a 283 comuni su 287, pari al 98,61% ed al 99,87% della popolazione residente. La produzione totale di Rifiuti Urbani (RU) dei comuni censiti è stata di 2.229.866 tonnellate di cui 471.396 t di Raccolta Differenziata (RD). La produzione media annua pro capite è stata di 629 kg/abitante di RU e 133 kg/abitante di RD.



Fonte: ARRR

---

## 4 IL COMPARTO DEL CUOIO IN TOSCANA

Il distretto conciario di Santa Croce sull'Arno comprende i comuni di Bientina, Castelfranco di Sotto, Montopoli Val d'Arno, San Miniato, Santa Croce sull'Arno e Santa Maria a Monte in provincia di Pisa e Fucecchio, in provincia di Firenze. Si estende su una superficie territoriale di 330,44 Km<sup>2</sup> con una popolazione residente di circa 94.000 abitanti. La popolazione attiva, che comprende gli occupati, i disoccupati e i giovani in cerca di prima occupazione, è di 44.000 abitanti.

La specializzazione produttiva del distretto è rappresentata dalle industrie delle pelli, del cuoio e delle calzature, che occupano l'82% del totale degli addetti nelle attività manifatturiere. Il distretto comprende circa 400 concerie e 400 aziende che lavorano per conto terzi (per lo più lavorazioni meccaniche); il comprensorio è formato da piccole e medie imprese e dall'artigianato, gli occupati nella produzione conciaria sono circa 10.000.

Le aziende conciarie realizzano il 98% della produzione nazionale di cuoio da suola e il 35% della produzione nazionale di pelli per calzature, pelletteria e abbigliamento. Il giro d'affari complessivo delle aziende è di circa 3.500 miliardi di lire, realizzato per il 60% sul mercato interno e per il 40% all'estero. La metà delle esportazioni è destinata all'Unione Europea.

Tabella 1 - *La conceria in Italia (ISTAT 1996)*

	<b>TOSCANA</b>	<b>VENETO</b>	<b>CAMPANIA</b>	<b>LOMBARDIA</b>	<b>ALTRO</b>	<b>ITALIA</b>
Unità Locali (*)	<b>973</b>	<b>724</b>	<b>472</b>	<b>193</b>	<b>225</b>	<b>2587</b>
N° addetti	<b>9427</b>	<b>11740</b>	<b>4829</b>	<b>1991</b>	<b>2312</b>	<b>30299</b>
N° addetti per azienda (media)	<b>9,7</b>	<b>16,2</b>	<b>10,2</b>	<b>10,3</b>	<b>10,3</b>	<b>11,7</b>

(\*) = "preparazione e concia del cuoio", voce 191 della classificazione ATECO91

I clienti del sistema conciario toscano sono per il 70% nel settore calzaturiero; il 15% è assorbito dalla pelletteria, il 10% dall'abbigliamento e il restante 5% dall'arredamento e da altre produzioni.

Osservando i dati relativi alle dimensioni per numero di addetti delle unità locali del settore prevalente, risulta evidente la netta predominanza della piccola impresa, se non della microimpresa. I rapporti con i mercati esteri (America e Paesi dell'Unione Europea) sono favoriti dalla presenza di una rete viaria inserita nelle direttrici internazionali e dalla vicinanza, da un lato, dell'aeroporto internazionale di Pisa, dall'altro del porto di Livorno.

Particolare attenzione viene dedicata da tempo ai problemi dell'ambiente: l'area è munita di idonei depuratori; sono state installate delle centraline di monitoraggio dell'inquinamento acustico; sono in atto progetti destinati allo smaltimento dei fanghi conciari prodotti dagli impianti di depurazione (che hanno ottenuto anche finanziamenti comunitari), con un investimento di decine di miliardi, per la loro trasformazione e riutilizzazione.

Negli ultimi anni, i consumi sono calati in tutto il Sud-Est asiatico e in particolare ad Hong Kong, dove era diretto il 20% dell'export del distretto. Risultano in calo anche Medio Oriente e Sudafrica, mentre hanno retto Stati Uniti e Inghilterra.

A soffrire di più sono le aziende (soprattutto quelle piccole) specializzate nella lavorazione delle pelli, che denunciano cali produttivi. Va meglio per il comparto del cuoio da suola, meno legato alle tendenze della moda, e per i pellami conciati al vegetale, dove le contrazioni di produzione e fatturato si fermano al 3-4%. I gruppi più grandi e strutturati hanno retto meglio, riuscendo a diversificare le esportazioni (puntando su Stati Uniti, Est Europa e Nord Africa).

I gruppi sono una minoranza, ma i 10 più importanti rappresentano il 40-50% della produzione totale del distretto e sono delle vere e proprie costellazioni di imprese collegate tra loro anche sul piano delle partecipazioni finanziarie e societarie. Il distretto è un forte collante che crea energie e sinergie, ma i rapporti interni tra le imprese committenti e quelle contoterziste si stanno modificando. Sino a pochi anni fa il conto terzi era una naturale continuazione della conceria. Oggi, le imprese maggiori hanno deciso di verticalizzare la produzione, riportando in azienda molte fasi della produzione. I motivi sono i costi del contoterzismo, diventati più alti, e la necessità di un maggiore controllo sulla qualità.

Nel distretto conciario di Santa Croce e Ponte a Egola c'è un forte tessuto di aziende che hanno una impostazione analoga. Questa è la ricchezza del territorio, perché favorisce la crescita della singola azienda attraverso il continuo interscambio culturale/imprenditoriale, la comunicazione sulle innovazioni.

La necessità, inoltre, di dover fare fronte a elevati investimenti per lo smaltimento rifiuti, la depurazione delle acque, il rispetto ambientale ecc. compatta le diverse aziende, creando una forte coesione. L'area di Santa Croce sull'Arno gode perciò di queste fitte trame di rapporti tra imprese, che costituiscono la linfa vitale sia della singola azienda che di tutta l'area. Il rilancio del polo del cuoio è affidato anche all'innovazione e alla ricerca avanzata sui materiali, come nel caso del progetto "Dresswear", in grado di rivoluzionare alcune applicazioni dei prodotti conciari, in settori come l'auto, le calzature e perfino nello sport, e nel quale sono coinvolti l'Università di Pisa, il Centro ricerche della Fiat e perfino alcuni ingegneri della Ferrari. L'idea è di mettere a punto un tipo di pelle in

grado di riconoscere i corpi con cui viene a contatto. L'utilizzo più immediato riguarda i rivestimenti per i sedili delle automobili: il materiale, sensorizzato attraverso l'impiego di polimeri, trasmette le informazioni a un software che adegua automaticamente le funzioni di comfort e di sicurezza della vettura. La "pelle intelligente" può inoltre trovare un utilizzo importante nel settore delle calzature e dell'abbigliamento, con probabili applicazioni di tipo sportivo e medico curativo, come una scarpa capace di dare indicazioni sulla salute del piede.

Nel distretto conciario non si registrano rilevanti fenomeni di delocalizzazione produttiva. Finora, alcuni episodi hanno interessato solo alcuni segmenti del ciclo produttivo. Nell'area del distretto di Santa Croce e Ponte a Egola, a fianco del settore conciario, è presente anche l'attività produttiva legata al calzaturificio e alla pelletteria, che assume una grande importanza soprattutto nel territorio dei comuni di Castelfranco e di Fucecchio. Il calzaturificio è il secondo insediamento produttivo forte della zona. La produzione di questo polo riguarda principalmente le scarpe da donna della fascia medio-fine, fine, e i sandali. Nel distretto locale sono in attività circa 600 aziende, per quasi la metà artigiane (200 i calzaturifici in senso stretto, 400 gli accessoristi). Il fatturato complessivo è stimato in circa 387.343.000 Euro (solo per il prodotto finito), mentre l'export (che si riferisce al 70% di quanto prodotto) ha toccato i 258.228.000 Euro.

Principali prodotti del distretto e loro destinazione:

- pelle e cuoio da suola per calzature (70% della produzione);
- pelletteria (20% della produzione);
- abbigliamento, arredamento e altre produzioni (10% della produzione).

Mercato di riferimento:

- la produzione di pelle e cuoio da suola ha come mercato di riferimento il mercato della moda e del design.

Tabella 2 - I principali dati del distretto (valori assoluti e percentuali 1999)

Concerie	400
Lavorazioni c.to terzi e altre aziende del settore	500
Numero di addetti	10.000
Movimentazione merci in ingresso ed in uscita	250-300 Tir/giorno
Fatturato conciario complessivo del distretto	1.810.000 euro
Incidenza delle esportazioni sul fatturato	40%

Fonte: Associazione Conciatori – Consorzio Conciatori Ponte a Egola

## 4.1 Organizzazione del Settore Conciario

Le aziende conciarie del comprensorio sono state affiancate nelle diverse problematiche della loro attività dalle associazioni locali di categoria.

Le stesse confluiscono infatti in due organizzazioni:

- l'*Associazione Conciatori di S.Croce* - che raccoglie circa 300 conerie ubicate sulla riva destra dell'Arno nei Comuni di S.Croce, Fucecchio e Castelfranco, per lo più specializzate nella concia al cromo;
- il *Consorzio Conciatori di Ponte a Egola* - a cui aderiscono circa 100 conerie del Comune di San Miniato, che producono prevalentemente cuoio da suola e pellami conciati al vegetale.

Le Associazioni hanno svolto e svolgono l'importante ruolo di accompagnamento allo sviluppo industriale del distretto, attraverso il supporto alle imprese nei programmi di trasferimento dei loro impianti dai centri urbani alle aree industriali e l'azione di adeguamento del comparto alle nuove normative ambientali sulle acque, sul suolo e sull'atmosfera. Oggi, la lavorazione conciaria nell'area del Distretto di Santa Croce sull'Arno è riuscita a ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente. Le Associazioni, inoltre, prestano assistenza alle aziende associate in materia di prevenzione infortuni, igiene nei luoghi di lavoro, agevolazioni finanziarie, ricerca, formazione professionale, contrattualistica e altri servizi.

Oggi, le aziende associate intrattengono rapporti con quasi tutti i paesi dell'Unione Europea, con gli Stati Uniti, il Canada, i Paesi asiatici, la Cina, il Giappone Hong Kong, la Corea, l'Africa Sub-Sahariana, gli Stati dell'America Centrale e Meridionale, e l'est Europeo. Rapporti occasionali si sono verificati con paesi del Medio Oriente e del Nord Africa.

Le conerie attraverso le Associazioni hanno affrontato:

- la costruzione degli impianti centralizzati di depurazione
- la realizzazione delle aree industriali
- il recupero dei sottoprodotti di lavorazione
- il riutilizzo dei fanghi reflui della depurazione

dando vita ad una articolata organizzazione di "società collegate": i *Consorzi di depurazione*, il *Consorzio Aquarno*, il *Consorzio Cuoiodepur*, il *Consorzio Recupero Cromo*, l'*Ecoespanso*, il *Consorzio Impianti Smaltimento*, il *Consorzio S.G.S.*, i *Consorzi di*

*Urbanizzazione, i Consorzi di Promozione, i Consorzi Export*, società attraverso le quali i conciatori gestiscono l'ampia sfera delle iniziative collettive a tutela dell'ambiente.

Tabella 3 - Alcuni dei valori più significativi in campo ambientale (anno 1999)

Acqua industriale trattata dai depuratori	6.200.000 mc circa
Abitanti equivalenti	2,6 milioni circa
Abbattimento del carico inquinante	> 98%
Occupati nei depuratori e altre società	circa 225 addetti
Fanghi residui della depurazione prodotti e recuperati	231.000 t/anno

#### 4.1.1 Insedimenti in Aree Industriali

Il trasferimento delle aziende dai centri abitati alle aree industriali è stato programmato attraverso appositi Piani Regolatori Generali elaborati in forma integrata dai Comuni del Distretto.

I trasferimenti, la ristrutturazione e l'ammmodernamento degli impianti produttivi nelle zone industriali esistenti, insieme al potenziamento degli impianti gestiti dalle società collegate, continuano a produrre acquisizione di nuova tecnologia e nuovi investimenti per il settore conciario del comprensorio.

Oltre 80 conerie, fra Santa Croce sull'Arno e Ponte a Egola, sono in corso di trasferimento.

L'acquisizione delle aree destinate ad accogliere i trasferimenti e la realizzazione delle opere di urbanizzazione relative sono demandate ad apposite società consortili:

- *Consorzio Area Industriale di Santa Croce sull'Arno* - che cura, attraverso appositi programmi, il trasferimento di 65 conerie dal centro urbano di Santa Croce in una nuova zona industriale
- *Consorzi di Urbanizzazione di Ponte a Egola (Romaiano II e Area Pruneta)* - società miste a maggioranza privata, che raggruppano 60 aziende conciarie e hanno curato l'acquisizione delle aree e la realizzazione delle opere di urbanizzazione. 21 aziende sono in corso di trasferimento.

Lo sforzo imprenditoriale per la salvaguardia ambientale è stato notevole sia nell'aspetto organizzativo che economico: i costi complessivi per la depurazione ammontano, al 31/12/99, a 608 milioni di euro, mentre altri investimenti sono già programmati in alcune centinaia di milioni di euro per adeguamento tecnologico degli impianti.

La pratica della concertazione tra pubblica amministrazione e imprese ha fatto sì che le opere di disinquinamento siano state realizzate con investimenti pubblici e privati.

La problematica ambientale, com'è noto, non si riduce alla sola depurazione, ma investe il largo campo della produzione dei fanghi e dei sottoprodotti della lavorazione, che vengono avviati al riutilizzo e all'impiego in altri settori produttivi.

I CONSORZI EXPORT esistenti nel comprensorio svolgono un'attività di servizi specializzati alle imprese, favorendo lo sviluppo dei loro prodotti sui mercati esteri.

I CONSORZI DI PROMOZIONE (Vero Cuoio Italiano e Vera Pelle Italiana Conciata al Vegetale), infine, svolgono attività di diffusione dei marchi di qualità, dell'immagine dei prodotti e delle aziende produttrici. Un più recente progetto prevede la valorizzazione della produzione conciaria locale con l'istituzione del marchio "Pelle di Toscana".

## 4.2 Tendenze evolutive

Negli ultimi dieci anni si è assistito ad un progressivo aumento produttivo, seppur in presenza di momenti congiunturali, che non hanno comunque mai intaccato i livelli occupazionali.

Questi risultati sono dovuti alla struttura stessa del distretto, che ha saputo sviluppare al suo interno un'elasticità produttiva che gli ha consentito di sostenere forti accelerazioni e di assecondare, con estrema variabilità e urgenza, le richieste dei mercati e delle mode sempre più diversificate, grazie a un'altissima specializzazione e ad una straordinaria capacità di integrazione delle singole unità produttive.

Dal lato degli approvvigionamenti delle materie prime il distretto ha cercato di rispondere alle diverse disponibilità di produzione di pellame grezzo, proveniente anche dai mercati emergenti, con una diversificazione dei mercati di approvvigionamento e con una maggiore selezione dei fornitori. Ulteriori vantaggi sono stati ottenuti attraverso primi tentativi di ristrutturazione organizzativa delle imprese del settore. Questo non ha naturalmente riguardato gli assetti proprietari ma essenzialmente la possibilità di economie di scala nelle fasi dove maggiore è la concorrenza internazionale. Gruppi o consorzi sono stati costituiti per l'acquisto dei fattori della produzione (materie prime e prodotti chimici), per l'ottimizzazione dei canali commerciali, della produzione, della ricerca e sviluppo, e in alcuni casi della logistica.

Tuttavia i risultati più significativi si sono registrati sul versante della produzione. In questo caso l'intero distretto ha puntato sui fattori che da sempre lo contraddistinguono: flessibilità produttiva, qualità, gamma, personalizzazione e contenuto moda.

Gli elevati standard tecnologici delle imprese del settore hanno permesso di ampliare notevolmente sia la qualità che la gamma dei prodotti offerti. Attualmente nel distretto è possibile la lavorazione di qualsiasi tipo di bovino, ovino, rettile, e in pratica qualsiasi tipo di pellame. Ciò ha consentito al distretto di riuscire a soddisfare il contenuto "moda" di una domanda caratterizzata da produzioni di piccoli lotti di elevata qualità, non standardizzate, con tempi rapidi di consegna. Sempre più è il distretto stesso ad anticipare le tendenze moda coniugando esperienza secolare, evoluzione tecnologica, estro e creatività.

La tutela dell'ambiente rappresenta non solo la strada per nuovi mercati, ma anche la via per il contenimento e la riduzione dei costi di produzione.

Questi risultati sono stati ottenuti grazie alla realizzazione di impianti centralizzati di depurazione, leader riconosciuti in campo internazionale che, attraverso sistemi automatizzati di controllo della quantità e qualità delle acque reflue, hanno creato sistemi di tariffazione che premiano le aziende meno inquinanti.

Tabella 4 - *Investimenti previsti in campo ambientale*

Impianti di depurazione	Lire 204,521 mld	Euro 105.626.281
Impianti recupero sottoprodotti	Lire 9,588 mld	Euro 4.951.883
Ammodernamenti tecnologici e ricerca	Lire 157,208 mld	Euro 81.191.156
Nuovi trasferimenti in aree industriali	Lire 657,740 mld	Euro 339.694.360
<b>TOTALE</b>	<b>Lire 1.029,057 mld</b>	<b>Euro 531.463.680</b>

## 5 INFORMAZIONI GENERALI SUL SETTORE INDUSTRIALE

Per quanto riguarda la struttura, le imprese del distretto sono generalmente medio-piccole, come si può osservare dalla *Tabella 5*. Dal 1985 al 1995 si è comunque osservato un lieve incremento della dimensione delle imprese in seguito ad accorpamenti: il numero delle imprese si è infatti ridotto da 950 a 860 unità, mentre contemporaneamente il numero di addetti è aumentato.

Per quanto riguarda i consumi di materia prima e la corrispondente produzione, in *Tabella 6* si riporta la loro evoluzione temporale dal 1985 al 1995.

Tabella 5 - *Struttura delle imprese nel comprensorio del cuoio*

Classi di addetti	Santa Croce, Castelfranco e Fucecchio [%]	Ponte a Egola [%]
Fino a 10 addetti	43	59
da 11 a 20 addetti	32	24
da 21 a 30 addetti	12	9
da 31 a 40 addetti	6	3
da 41 a 50 addetti	2	1
oltre 50 addetti	5	5

Tabella 6 - *Consumi annui di materia prima e produzione totale annua di cuoio e pelli nel comprensorio del cuoio dal 1985 al 1995*

Anno	Consumi materia prima		Produzione	
	grezzo [tonn]	semilav. [tonn]	cuoio suola [tonn]	Pelli [mq]
1985	187.720	42.482	34.100	54.000.000
1986	171.067	45.175	34.500	51.000.000
1987	171.938	54.873	36.900	48.600.000
1988	168.540	49.621	37.000	48.800.000
1989	182.230	54.875	37.200	52.300.000
1990	196.684	65.518	38.800	53.600.000
1991	195.484	46.308	40.300	49.100.000
1992	198.428	50.260	37.100	48.800.000
1993	207.666	55.816	39.800	49.400.000
1994	248.378	74.988	45.000	57.850.000
1995	250.125	64.957	45.900	63.700.000

Relativamente al processo produttivo impiegato, nella zona di Santa Croce (a nord dell'Arno) viene effettuata prevalentemente la concia al cromo, con produzione di pelletteria; nella zona di San Miniato (a sud dell'Arno) è invece molto più diffusa la concia al vegetale con tannini, con produzione di soles da scarpa. Esiste quindi una specializzazione all'interno del comprensorio. Considerando il comprensorio del cuoio nel complesso, da un'indagine condotta dall'USL sulla base di questionari inviati a tutte le aziende del settore è emerso che il 46% delle aziende effettua la concia al cromo, il 37% la concia al vegetale e il rimanente 17% attività conto terzi.

Considerando infine i consumi del settore industriale, per quanto riguarda la risorsa acqua, si riportano in *Tabella 7* i dati relativi ai quantitativi annui di acqua denunciati dalle industrie (settori: conciario, chimico, sottoprodotti ecc.) ai consorzi di depurazione, dal 1985 al 1995. Si può innanzitutto osservare il progressivo aumento dei consumi, particolarmente rilevante negli ultimi due anni (+15% nel 1994 e +3% nel 1995), che può essere parzialmente ricondotto al corrispondente incremento di produzione (+17% pelli e +13% cuoio nel 1994; +10% pelli e +2% cuoio nel 1995). Si può inoltre osservare che Santa Croce sull'Arno, il comune caratterizzato dalla più alta concentrazione dell'industria conciaria, rappresenta da solo circa il 50% dei consumi idrici dell'intero comprensorio. Sempre a proposito dei dati sul consumo industriale di acqua, c'è ancora da osservare che l'acqua viene estratta da pozzi privati, e questo rende difficile il reperimento di dati. Nel Comune di Santa Croce sull'Arno, a partire dal 1984, è stato avviato un lavoro di monitoraggio e controllo periodico dei pozzi, ed esiste pertanto una significativa serie storica di dati sugli emungimenti, sui livelli piezometrici e sulle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda.

Tabella 7 - Consumi industriali di acqua (settori: conciario, chimico, sottoprodotti ecc.) nel comprensorio del cuoio dal 1985 al 1995 [mc/anno].

Anno	Santa Croce	Castelfranco	Fucecchio	San Miniato	TOTALE
1985	2.816.320	499.538	1.074.197	976.661	5.366.716
1986	2.870.967	544.555	1.050.496	939.817	5.405.835
1987	2.749.983	535.058	1.104.283	939.628	5.328.952
1988	2.647.882	516.248	1.029.631	917.346	5.111.107
1989	2.744.621	575.473	1.105.601	873.669	5.299.364
1990	2.752.740	570.600	1.095.239	906.613	5.325.192
1991	2.800.291	579.593	1.097.618	976.945	5.454.447
1992	2.854.711	573.622	1.102.694	968.975	5.500.002
1993	2.786.870	633.204	1.071.510	969.000	5.460.584
1994	3.193.040	740.698	1.263.468	1.090.000	6.287.206
1995	3.276.743	794.608	1.261.312	1.161.000	6.493.663

Per quanto riguarda invece i consumi di energia gli unici dati a disposizione, riportati in Tabella 8, sono relativi ai consumi industriali annui (industria nel complesso, di cui il settore conciario rappresenta circa il 90%) di energia elettrica, dal 1992 al 1995. Come per i consumi idrici, anche per i consumi energetici si osserva un sensibile incremento negli ultimi due anni, anch'esso correlabile all'incremento di produzione.

Tabella 8 - Consumo industriale annuo di energia nel comprensorio del cuoio dal 1992 al 1995 [KW].

Anno	Santa Croce	Castelfranco	San Miniato	TOTALE
1992	109.406.000	27.787.000	65.058.000	202.251.000
1993	109.303.000	24.642.000	64.882.000	198.827.000
1994	116.653.000	28.221.000	69.361.000	214.235.000
1995	123.203.000	30.654.000	72.693.000	226.550.000

Per quanto riguarda infine i quantitativi di sostanze chimiche impiegate nei vari cicli di concia, si vedano in Tabella 9 alcuni dati relativi ai quantitativi annui dei principali prodotti impiegati nella concia, riportati in un recente studio sull'innovazione tecnologica nel settore conciario, condotto dall'Istituto per la Chimica del Terreno del CNR di Pisa, per conto dell'Amministrazione Provinciale di Pisa [Ceccanti & Masciandaro, *Studio dello stato dell'arte e della prefattibilità tecnica di un processo integrato per il riciclo del bagno di calcinaio*, 1995].

Tabella 9 - Quantitativi annui di alcuni prodotti impiegati nella concia delle pelli.

Prodotti	Valori [tonn/anno]
Calce	13.000
Sodio solfuro	10.000
Acidi inorganici e organici	10.000
Concianti al cromo	95.000
Concianti al tannino	57.000
Coloranti e pigmenti	2.000
Ingrassanti	12.000
Resine	2.000
Solventi	5.000

Fonte: dati forniti dal Consorzio Conciatori di Ponte a Egola (Direttore: Damiano Ciurli) e dall'Associazione Conciatori di Santa Croce sull'Arno (Direttore: Piero Maccanti)

## 5.1 L'innovazione tecnologica

Lo stato attuale della tecnologia nel settore conciario, come risulta da una indagine condotta su un campione di 41 imprese dal Centro per l'Innovazione nel 1991 [Centro per l'Innovazione & Consorzio Pisa Ricerche, *L'innovazione nelle piccole imprese: il settore conciario*, 1991], appare abbastanza differenziato se si considerano separatamente le due fasi principali nelle quali si articola la produzione conciaria: umido e rifinitura. Per l'umido, infatti, la maggior parte dei macchinari risulta essere a controllo manuale (55,3%), mentre il dato appare completamente rovesciato per la rifinitura dove, a fronte di una percentuale del 24% circa di impianti a controllo manuale, si riscontra una forte presenza di macchinari a controllo manuale ed elettronico, a dimostrazione di un maggior sviluppo innovativo che ha caratterizzato questo reparto rispetto all'altro.

Al fine di fornire un'indicazione di massima della molteplicità di interventi tecnologici applicabili al processo industriale della concia, nel seguito si riporta un elenco sintetico di alcuni dei possibili interventi suggeriti dal mondo della ricerca che potrebbero consentire di ridurre il consumo di materie prime e l'impatto ambientale delle produzioni conciarie.

### 5.1.1 Conservazione delle pelli

Il metodo più diffuso è la salatura, che determina, in fase di rinverdimento, l'invio allo scarico di grosse quantità di cloruri, difficilmente separabili dalle acque nella fase di depurazione.

Le soluzioni più innovative possibili sono:

- il dissalaggio delle pelli per via meccanica in "bottale a rete" [progetto LIFE 94, conceria IVO NUTI di Santa Croce sull'Arno e ENEA di Pisa];
- il recupero del sale durante il lavaggio delle pelli, che porta a scarsi risultati nel caso in cui le pelli siano state sottoposte a bagno di salamoia invece che a cospargimento superficiale di sale;
- la riduzione della quantità di sale impiegata, utilizzando insieme al sale alcuni biocidi;
- il cambiamento dei sistemi di conservazione, utilizzando la refrigerazione o l'essiccazione ad aria.

### 5.1.2 Depilazione

Per eliminare i peli rimasti sulla pelle si usa di solito solfuro di sodio e calce (calcinaio) e ciò comporta alti livelli di inquinamento da solfuro nelle acque di scarico, oltre a rendere difficile il recupero del pelo come materia prima seconda (per produrre, ad es., pennelli o spazzole).

Il calcinaio è un refluco concentrato di sostanze organiche di origine animale, calce, solfuro, ammoniaca, cloruro, ad alto carico inquinante; esso rappresenta circa il 20% dei reflui globali in ingresso al depuratore centralizzato e il 50% del volume dei fanghi in uscita. Il notevole aumento del volume dei fanghi è dovuto ai trattamenti per eliminare il solfuro. Il calcinaio rappresenta anche l'80% del carico di azoto in ingresso al depuratore ed è responsabile del 40% dell'azoto ammoniacale in uscita. Risulta quindi di notevole interesse la possibilità di riciclo del bagno di calcinaio [Ceccanti & Masciandaro, *Studio dello stato dell'arte e della prefattibilità tecnica di un processo integrato per il riciclo del bagno di calcinaio*, 1995];

Altre soluzioni alternative riguardano la sostituzione dei solfuri nella fase di calcinaio con prodotti di tipo chimico e/o enzimatico [progetto LIFE 93 coordinato dal CO.VIAM (Consorzio Concerie Vicentine per l'Ambiente)], oppure la decalcinazione con anidride carbonica [progetto LIFE 94, ENEA di Pisa].

### 5.1.3 Concia al cromo

Tra le soluzioni alternative alla attuale, vi sono:

- *concia a secco*, attuata anche in alcune concerie del comprensorio toscano, che consente un risparmio di risorsa idrica pari ad 1/3, mentre il consumo di solfato basico di cromo passa dal 10% in peso delle pelli secche al 6,5-8%. E' stata inoltre dimostrata la sua convenienza economica rispetto al tipo di concia tradizionale [Ceccanti & Masciandaro, *Studio dello stato dell'arte e della prefattibilità tecnica di un processo integrato per il riciclo del bagno di calcinaio*, 1995];
- *concia a caldo*, messa a punto dalla Stazione Sperimentale Pelli di Napoli, che consente una riduzione della metà del consumo di cromo, richiedendo soltanto qualche modifica tecnica dei bottali;
- *concia al sale di titanio*, in sostituzione del solfato basico di cromo, seguita da riconcia con resine melamminiche [Progetto finalizzato "chimica fine", Ambiente Risorse Salute, giugno 1995];
- *utilizzo di reticolanti a base aldeidica*, che permettono la stabilizzazione della pelle prima della fase di conciatura vera e propria, consentendo l'eliminazione della fase di pickel, l'effettuazione delle operazioni meccaniche di pressatura, spaccatura e rasatura con ottenimento di residuo non inquinato da cromo, e l'utilizzo ad alto esaurimento del conciante successivamente impiegato [progetto LIFE 94, conceria IVO NUTI di Santa Croce sull'Arno e ENEA di Pisa].

Altri metodi di conservazione sono rappresentati dalle cosiddette pelli piclate e le pelli Wet-blue.

### 5.1.4 Rifinizione delle pelli

L'innovazione consiste nella sostituzione delle attuali tecnologie di rifinizione a spruzzo con un sistema a rulli a microschiuma, che consentirebbe di ridurre il consumo di prodotti chimici del 30-40% [progetto LIFE 93 coordinato dal CO.VI.AM].

## 6 IL PROCESSO

Nel processo conciario si utilizzano le seguenti materie prime:

- pelli di animali grezze che hanno subito vari trattamenti conservativi dopo la macellazione allo scopo di evitarne la putrefazione (si trovano prevalentemente allo stato salato secco e talvolta fresche);
- pelli semilavorate generalmente semiconciate con cromo, denominate Wet-Blue.

Le macchine che vengono utilizzate nelle varie fasi di lavorazione sono di seguito indicate:

- Bottale
- Aspo
- Scarnatrice in trippa
- Spaccatrice in trippa
- Rasatrice
- Pressa in continuo
- Spaccatrice in blu

Con quest'ultima la pelle pressata e distesa, introdotta manualmente (spaccatura in blu), è divisa longitudinalmente a mezzo di una lama affilatissima, ottenendo due parti che in seguito subiranno differenti trattamenti:

- una "crosta", che sarà impiegata per ottenere articoli meno pregiati (es. nabuk smerigliato);
- un "fiore", che è la parte più pregiata della pelle.

### 6.1 Generalità

La pelle è costituita da due strati principali: l'Epidermide e il Derma.

L'epidermide è la parte più esterna della pelle ed è quella che nelle lavorazioni normali viene scartata (tranne per la produzione di pellicce).

Si possono distinguere quattro strati: il primo, detto strato di Malpighi, è quello più vicino al derma, poi andando verso l'esterno si trovano gli strati granuloso, lucido e corneo.

L'epidermide rappresenta circa l'1% della pelle mentre il derma circa l'85%. Lo strato sottocutaneo è ricco di grasso e viene sempre eliminato durante il processo di concia.

Parte essenziale del derma è il collagene, costituito da fibre allineate e compatte, soprattutto dove poggia l'epidermide (lato chiamato fiore).

Ciascuna fibra (diametro compreso tra 5 e 10 micron) è composta da fibrille (diametro di circa 0,1 micron): le fibrille sono composte da filamenti ancora più piccoli e questi da profibrille, macromolecole aventi una disposizione spaziale elicoidale. Le profibrille sono formate da amminoacidi: i più comuni sono il glicocollo (25% ca. del collagene), l'ossiprolina (14% ca. del collagene), la lisina (5,9% ca. del collagene) e l'acido aspartico (3,4% ca. del collagene).

Gli amminoacidi possiedono due gruppi funzionali: uno amminico e uno carbossilico. L'interazione dei gruppi funzionali con le varie sostanze chimiche porta a modificazioni delle fibre e ad assorbimento di acqua con relativo gonfiamento della pelle. Il pH di 4,8 rappresenta per il collagene il valore per cui si ha minor gonfiamento della pelle.

Oltre al collagene, nel derma sono presenti anche l'elastina, la cheratina e proteine non strutturate, come le albumine e le globuline, che vengono eliminate durante le operazioni di preparazione alla concia.

#### 6.1.1 Utilizzo dei diversi tipi di pelle

##### Pelli bovine

*Le pelli di vitello* vengono utilizzate normalmente per la produzione di tomaia al cromo o box-calf, pelletteria fine e articoli di abbigliamento.

*Le pelli di vitellone* possono servire per produrre pellami da tomaia e pelletteria o cuoio anfibio, possono essere conciate al vegetale o al cromo.

*Le pelli di vacca* servono per produrre soles e suolette, vengono gropponate prima della lavorazione: il groppone viene conciato al vegetale per produrre soles, le spalle ed i fianchi (frassami) vengono conciate con sali di cromo per la produzione di pellame da tomaia.

*Le pelli di bue* servono per articoli tecnici: conciate al vegetale servono per produrre cinghie di trasmissione, tacchetti ecc.; conciate al cromo per produrre guarnizioni.

*Le pelli di toro* servono per produrre articoli per arredamento e selleria.

*Le pelli di bufalo* servono per produrre articoli da abbigliamento, calzature ecc.

*Le pelli di vitellone e di bovini* pesanti vengono lavorate intere per produrre pellami per sellerie (sedili e interni di auto) e per arredamento (divani e poltrone). In questi casi vengono conciate al cromo e riconciate al vegetale.

### **Pelli caprine**

Sono caratterizzate da leggerezza e resistenza, vengono normalmente conciate al cromo per calzature di lusso, il pellame è denominato chevreaux. Possono essere lavorate vellutate dal lato carne. Vengono conciate per articoli da abbigliamento nappa (lato da fiore) e velour (lato da carne), inoltre per pelletteria naturale o stampata e per legatoria.

### **Pelli ovine**

Sono comprese le *pelli di agnello o di pecora* utilizzate in pellicceria e guanteria, e le *pelli di montone* utilizzate per la produzione di pellame. La pelle non è molto pregiata e serve per produrre articoli dove non è richiesta grande resistenza (fodere, marocchineria, legatoria, rivestimento per mobili).

*Le pelli di montone* spaccate in trippa forniscono la crosta che, conciata all'olio, darà lo scamosciato all'olio o chamois ed il fiore relativo che, conciato al vegetale, darà lo skiver o spaccato di montone. Infine le *pelli di meticcio* (ovini dei paesi caldi come India, Africa, ecc.) hanno un fiore fino, con struttura fibrosa a metà tra capra e ovino, e vengono utilizzate per la produzione di pelletteria, foderame, calzatura e vestiario.

### **Pelli equine**

Comprendono le *pelli di cavallo, asino e mulo*, hanno caratteristiche diverse tra la parte chiamata culatta e il resto: dalle culatte si ottengono suole e pellame anfibio; le altre parti vengono lavorate per formare tomaia, fodere o per abbigliamento. Inoltre le pelli equine possono essere conciate con il pelo per calzature invernali.

### **Pelli di rettili**

Sono pelli di grande resistenza, la parte epidermica è molto sviluppata e di difficile eliminazione. Servono per produrre articoli da pelletteria e calzatura.

### **Pelli di pesci**

Si utilizzano pelli di squalo, razza, salmone, carpa, merluzzo ecc. Sono pelli molto resistenti utilizzate per produrre cuoi tecnici speciali o articoli per pelletteria e calzatura.

### **Altre pelli**

Le pelli di maiale servono per produrre articoli di abbigliamento in nappa e velour, foderame, pelletteria.

## **6.1.2 Operazioni subite dalle pelli prima di essere messe in commercio**

Le operazioni possibili sono: macellazione, scuoiatura e conservazione. La macellazione influenza le caratteristiche della pelle: tra i vari metodi, solo lo sgozzamento può dare luogo ad inconvenienti per i possibili danni sulla parte della pelle interessata.

Lo scuoiamento influenza le caratteristiche della pelle per i possibili danneggiamenti che la pelle subisce durante l'operazione (tagli, asimmetria, rasature ecc.). Generalmente si preferisce la scuoiatura meccanica al fine di evitare i difetti.

La conservazione si rende necessaria al fine di impedire la putrefazione della pelle. Fra i sistemi più utilizzati in Italia c'è la salatura con NaCl (40% del peso della pelle) con l'aggiunta di alcuni coadiuvanti per evitare che alcuni batteri proteolitici attacchino la pelle: i coadiuvanti utilizzati sono generalmente il carbonato di sodio (2% sul peso di sale) e la naftalina bianca (1% sul peso di sale) che garantiscono un pH tale da impedire l'attacco dei batteri e che provoca la precipitazione degli ioni calcio e ferro.

Le pelli scuoiate vengono raffreddate e pulite, vengono loro asportate le unghie, la carne, il grasso in eccesso, le code, gli orecchioni ecc. La salatura si può effettuare sia a secco che in vasca.

In vasca generalmente vengono salate le pelli di bovini: vengono impilate con il lato carne rivolto verso l'alto e tra una pelle e l'altra viene messo uno strato di sale; quando la salamoia formatasi per disidratazione delle pelli le ricopre, la salatura è pronta.

La salatura in pila o a secco viene effettuata generalmente per le pelli pesanti: queste vengono impilate con lato carne verso l'alto e tale lato viene cosparso con sale fino ad un'altezza di 1,5 metri; sono lasciate riposare per 15 o 20 giorni ed in seguito la salamoia formatasi viene eliminata tramite condotte.

In alcuni paesi (USA soprattutto) viene utilizzata la salatura per immersione in salamoia: in questo caso si effettua la scarnatura prima della salatura, semplificando così le successive fasi prima della concia e recuperando i grassi e le sostanze proteiche. Le pelli scarnate vengono immerse per 24 ore in salamoia e poi sgocciolate e salate.

La salatura con successiva essiccazione viene utilizzata nel caso di pelli esotiche (le pelli vengono immerse in salamoia e poi essiccate).

La conservazione per essiccazione viene utilizzata per le pelli esotiche e nel nostro paese per pelli di ovini e caprini: le pelli scuoiate e raffreddate vengono messe ad essiccare su telai, possono essere essiccate sia al sole che all'ombra, ma se conservate al di

sopra dei 50°C possono subire un inizio di gelatinizzazione del collagene e diventano quindi inservibili per le concerie.

Con arsenito di sodio vengono conservate pelli esotiche di capra, montone e bovine di razza zebù: queste vengono immerse in vasca, fatte scolare dopo un po', ed infine fatte essiccare. Questo è comunque un metodo poco utilizzato.

## 6.2 La lavorazione delle pelli

La lavorazione delle pelli consiste, oltre che nel processo di concia vero e proprio, in tutte quelle operazioni che vengono effettuate partendo dalla pelle fresca o conservata fino ad arrivare al prodotto finale.

Tutte le operazioni devono essere regolate in funzione della tipologia e delle caratteristiche del materiale grezzo di partenza, del tipo di cuoio da produrre, nonché delle condizioni ambientali quali acqua, temperatura, umidità atmosferica.

Le lavorazioni a cui la pelle è sottoposta possono essere suddivise in 4 fasi principali: Riviera, Concia, Tintura, Rifinitura.

### 6.2.1 Descrizione sintetica delle singole fasi o cicli di lavorazione

#### Riviera (fase 1)

Con il termine Riviera si intendono tutte quelle lavorazioni chimiche e meccaniche mediante le quali le pelli vengono preparate alla concia. Le pelli grezze in entrata nel ciclo vengono dapprima selezionate, quindi *rinverdite*, in bottali contenenti acqua. Nella *calcinazione* le pelli vengono trattate sempre in bottali contenenti acqua. Successiva alla calcinazione vi è la *decalcinazione*. Segue la *macerazione* che è sempre effettuata in bottali contenenti acqua (in questo caso usualmente addizionata di enzimi proteolitici); ha lo scopo di ridurre il pH delle pelli e di aprirne i pori. Diverse operazioni meccaniche completano questa prima fase di lavorazione: la *scarnatura*, la *spaccatura* e la *rifilatura*.

Dalla fase di riviera la pelle esce quindi depilata, carica d'acqua e pronta alla concia.

#### Concia (fase 2)

Nella fase di concia le pelli vengono dapprima sottoposte allo *sgrassaggio* in bottali contenenti acqua. Con il *piclaggio* le pelli vengono rese idonee a subire l'azione degli agenti concianti.

La *concia* è l'operazione attraverso la quale la pelle è resa imputrescibile; essa si differenzia radicalmente a seconda del prodotto finito cui la pelle è destinata.

La concia al cromo è effettuata in bottale con soluzioni acquose concentrate di solfato basico di cromo, cloruro di sodio e bicarbonato di sodio, mentre la concia al vegetale utilizza come soluti tannini naturali e sintetici. Le pelli vengono anche qui sottoposte ad operazioni meccaniche (*spaccatura*, *rasatura*) per ridurne e uniformarne lo spessore.

#### Tintura (fase 3)

Nella fase della tintura, svolta sempre tramite operazioni chimiche e meccaniche in bottali, vengono migliorate le qualità estetiche delle pelli per prepararle alle successive operazioni.

Con la *riconcia*, (effettuata con soluzioni acquose degli agenti concianti e con svariati additivi), vengono fornite alcune delle caratteristiche merceologiche richieste. Le pelli subiscono successivi lavaggi per poi passare alla *tintura*, svolta solitamente negli stessi bottali utilizzati per la riconcia con prodotti chimici che permettono alle pelli di acquistare il fondo del colore desiderato. Le fibre della pelle a questo punto devono essere ammorbidite per *l'ingrasso*.

#### Rifinitura (fase 4)

Dapprima si attua l'*essiccamento* delle pelli, portandole fino a tenori di umidità decisamente bassi (10-20%); successivamente, sono riportate al giusto grado di umidità con l'operazione di *condizionamento*. Subito dopo, tramite la *palissonatura* e la *follonatura*, le pelli vengono rese morbide, e la *smerigliatura* permette di rendere lo spessore uniforme ed omogeneo. Nella fase di *rifinitura* vera e propria, le pelli acquistano l'aspetto finale prima di essere messe sul mercato.

### 6.2.2 Descrizione dei singoli stadi di ciascuna fase (nodi di lavorazione)

Nel paragrafo precedente si è schematicamente suddiviso il processo della concia in 4 "fasi o cicli di lavorazione". In questo paragrafo si descrive, dettagliatamente, ogni singola fase del processo conciario attraverso gli stadi di lavorazione che la costituiscono e che abbiamo denominato "nodi".

#### Rinverdimento (Nodo 1 della Fase 1)

Ha lo scopo di riportare la pelle nelle condizioni in cui si trovava appena scuoiata. Avviene in bottali contenenti acqua in cui sono addizionate piccole quantità di tensioattivi, di battericidi e di prodotti enzimatici, al fine di eliminare il sale di conservazione, di pulire le pelli e di far loro riacquistare le proprietà chimico fisiche adatte per le successive lavorazioni.

I processi sono diversi a seconda del processo di conservazione utilizzato.  
Sono, di seguito, descritti i singoli processi suddivisi in base al tipo di conservazione utilizzato.

#### *Pelli salate*

Le pelli salate fresche non subiscono particolari trattamenti: il processo dura 12÷24 ore. Le pelli vengono messe a bagno con acqua a 15÷18 °C, meglio se a bassa durezza e infine si effettua un breve lavaggio con acqua. I tempi possono essere ridotti utilizzando macchine rotative.

Nel caso di pelli conservate con altri sistemi, si utilizzano degli agevolanti e determinati accorgimenti al fine di terminare l'operazione nel più breve tempo possibile ed evitare una lunga permanenza in acqua, che causerebbe perdita di sostanza dermica e inquinamento. Gli agevolanti più utilizzati sono:

- *Elettroliti.* Idrossido di sodio, carbonato di sodio, solfuro di sodio, solfidrato di sodio, polisolfuri, acido cloridrico, acido formico, ecc. Può essere utilizzato anche idrossido di sodio (al 5%) per evitare disidratazione, con funzione antibatterica su pelli mal conservate, per evitare un'eccessiva idrolizzazione ed il lavaggio con acqua prima della successiva fase. Alcune concerie utilizzano solfuro di sodio nell'ultimo bagno di rinverdimento, che servirà anche da calcinaio per aggiunta di ulteriore solfuro di sodio.
- *Sostanze imbibenti.* Vengono aggiunte in piccole quantità, per evitare effetti negativi sulla parte spugnosa; la loro azione diminuisce in acque dure (se si tratta di alcoli superiori solfonati) ed hanno un effetto peptizzante sulla sostanza dermica. Molte contengono prodotti antifermentativi, tensioattivi non ionici, alchilpoliglicosidici ecc.
- *Prodotti amminici.* Hanno azione imbibente e disinfettante, evitano un eccessivo gonfiamento e danno reazione debolmente alcalina.
- *Prodotti enzimatici.* A base di enzimi ricavati da funghi, batteri o vegetali. Esplicano la loro azione sulle proteine interfibrillari: albumine, globuline, sangue disseccato. Vanno utilizzati alla temperatura di 25÷30°C. Creano degli interspazi fra le fibre in modo che l'acqua possa penetrare facilmente se aiutata da movimenti meccanici.

#### *Pelli secche e salate secche*

Queste pelli possono inizialmente essere messe in ammollo in vasche oppure in bottale. Nel primo caso le impurità e i batteri aderenti alle pelli sono sufficienti ad iniziare il processo di rinverdimento; dopo 1÷2 giorni le pelli vengono messe in una seconda vasca insieme ad agevolanti: 0,2÷0,4% di solfuro di sodio o 3÷4% di cloruro di sodio o 0,1% di idrossido di sodio o 0,1% di acido cloridrico o altri commerciali (1÷3%).

Normalmente oltre all'azione chimica si unisce l'azione meccanica (bottalatura a secco) eseguita quando la pelle è ammorbidita. Si utilizzano quantità minime di acqua e l'operazione dura da 30 min. a 3÷4 ore. Le pelli a pelo lungo sono a rischio di feltrazione del pelo stesso.

Nel caso di pelli secche occorrono da 3 a 6 giorni per terminare la fase a seconda della provenienza, dello spessore, del tipo di pelle; per le pelli salate secche occorre un tempo inferiore, data la presenza di sale.

I tempi possono essere ulteriormente diminuiti.

Terminato il rinverdimento le pelli vengono scolate dall'eccesso di acqua.

Tabella 10 – *Tabella riassuntiva*

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle secca)	Condizioni operative
Pelle di capre secche	800% di acqua a 30°C; 1,5% di proteasi neutra-alcalina; 2% di carbonato di sodio; 0,5% detergente non-ionico biodegradabile.	Si opera in aspo; dopo rotazione iniziale di 5', l'aspo viene messo in movimento per 15' ogni 2-3 ore. Dopo 24 ore la pelle è rinverdita.
Pelle di bovini salate	Nel pre-rinverdimento: 150-200% di acqua a 28°C; Nel rinverdimento: 150 di acqua a 28°C; 0,5% di carbonato di sodio; 0,2% detergente non ionico biodegradabile; 0,3% di proteasi neutro-alcaline.	Si opera in due fasi, la prima con sola acqua per circa 1,5 ore; segue poi la fase di rinverdimento per circa 5 ore in cui il bottale viene messo in rotazione a velocità lenta.
Pelli conservate piclate (ovine)	100% di acqua; 10% di sale; 2% di detergente non ionico biodegradabile; 1,5% di bicarbonato di sodio.	Queste pelli sono normalmente grasse per cui il rinverdimento è abbinato alla fase di sgrassaggio. La fase dura circa 2 ore, se particolarmente grasse si procede ad una scarnatura dopo aver bagnato le pelli e quindi allo sgrassaggio con miscele di detergente-solvente.

## Il calcaio (Nodo 2 della Fase 1)

Nella *calcinazione* le pelli vengono trattate sempre in bottali contenenti acqua con l'aggiunta di solfuro di sodio, calce e soda caustica al fine di rimuovere il pelo e provocare la saponificazione dei grassi naturali ed il rigonfiamento delle fibre. Questo è un trattamento che libera la pelle da tutte le componenti non conciable: l'epidermide e lo strato adiposo sottocutaneo. In parallelo la struttura fibrosa del derma viene modificata per effetto dell'idrolisi del collagene al fine di facilitare la conciatura.

E' una fase fondamentale che pregiudica le successive fasi; prima o contemporaneamente può essere effettuata anche la depilazione. Le pelli calcinate sono viscide, gonfie e molto sensibili all'azione meccanica, chimica e agli sbalzi di temperatura.

### Fattori che influiscono sul calcaio

La depilazione dipende da: alcalinità, ioni presenti e temperatura.

L'alcalinità è necessaria alla depilazione, la cui velocità dipende dalla natura delle basi; tanto maggiore è il pH finale di un calcaio, tanto maggiore è il gonfiamento del derma. Il gonfiamento dipende dalla temperatura (maggiore a temperature basse) e dalla valenza degli ioni presenti: il collagenato di sodio è maggiormente dissociato rispetto a quello di calcio, perciò a parità di pH con lo ione sodio si ha maggior gonfiamento. I pH finali migliori sono di 12÷13.

La temperatura influisce sull'effetto depilante: a temperature più alte si ha un effetto depilante maggiore e così aumenta anche l'allentamento del tessuto.

La pelle deve gonfiare lentamente così da permettere la lenta penetrazione delle sostanze chimiche.

Altro parametro è il rapporto tra calce e solfuro: maggiore è la quantità di calce, maggiore è la separazione delle fibre. Se al posto del solfuro si utilizza il solfidrato si ottiene una diminuzione del gonfiamento e maggior separazione delle fibre.

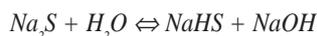
Anche la durata della fase favorisce l'allentamento della struttura fibrosa.

### Esecuzione del calcaio

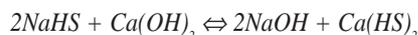
Può essere eseguito in aspo, in bottale, in vasca o in betoniera. Le pelli rinverdite possono essere immerse direttamente nel bagno o subire prima il cosiddetto allattamento o pasta depilatoria.

I prodotti utilizzati sono: solfuro o solfidrato di sodio, solfuro di arsenico, idrossido di calce, ammine alifatiche, batteri, enzimi, mufte, mercaptani, acido tioglicolico, sostanze riducenti organiche.

I calcinai maggiormente utilizzati sono a base di idrossido di calcio e solfuro di sodio. In soluzione avvengono le seguenti reazioni:



Il solfidrato reagisce con la calce:



L'ambiente è alcalino, il pH migliore è compreso tra 12 e 13.

Quando la pelle viene in contatto con la sospensione, in pochi minuti ha inizio la dissoluzione del pelo. Gli ioni SH<sup>-</sup> agiscono su di un aminoacido solforato (cistina) scindendola e provocando la modificazione della cheratina che diventa più sensibile all'attacco degli alcali.

Gli ioni SH<sup>-</sup> non hanno un'azione specifica idrolizzante come la calce.

### Allattamento o pasta depilatoria

Si utilizza nel caso di lavorazioni di pelle pregiate, oppure nel caso si vogliano recuperare i peli al fine di diminuire il carico inquinante dei reflui. Le pelli vengono cosparse dal lato carne con una soluzione concentrata di calce e solfuro e lasciate a riposo per 4÷12 ore in base alla composizione della pasta depilatoria. Nel caso di pelli grasse si aggiunge anche un tensioattivo, allo scopo di rendere uniforme la penetrazione della pasta.

La depilazione si effettua normalmente con macchine costituite da un tamburo e da lame elicoidali non taglienti.

Se il pelo non viene recuperato, può essere effettuata la fase del calcaio senza depilare, in modo che i peli rendano un'azione più blanda sul fiore.

La durata del calcaio dipende anche dal tipo di concia successivo: per la concia al vegetale può andar bene un'azione più a fondo, mentre per la concia al cromo una calcinazione energetica può essere deleteria.

### Sostanze agevolanti dei calcinai

*Cloruro di sodio*: in quantità maggiori all'8% porta ad un abbassamento del potere gonfiante; il suo impiego è sconsigliabile per problemi di inquinamento.

*Cloruro di calcio*: per il suo potere degonfiante, viene utilizzato nel rapporto da 1/3 fino a 1/5 rispetto alla percentuale del solfuro di sodio; dopo l'utilizzo occorre lavare bene prima di passare in ambiente neutro, in quanto in queste condizioni il cloruro di calcio idrolizza le proteine.

*Glucosio*: in percentuale compresa tra lo 0,5% e il 3% aumenta la solubilità della calce e favorisce l'apertura del derma e la pulizia del fiore.

*Prodotti a base amminica*: in proporzioni comprese tra 0,8% e l'1,5%, soprattutto per pelli da lavorare da fiore al fine, contribuiscono a distendere la pelle e ad evidenziare le rughe.

*Carbonato di sodio, ammoniacale*: per particolari lavorazioni.

*Tensioattivi*: azione sgrassante, per pelli grasse.

*Urea-idrazina*: accelerano il processo di calcinazione.

*Solfito-Bisolfito-Idrosolfito*: vengono utilizzati sia per ridurre i solfuri, sia per accelerare il processo.

#### La depilazione enzimatica

Viene utilizzata per recuperare il pelo e separarlo dal bagno ottenendo acque reflue meno inquinate e risparmio di tempo. Vengono utilizzati enzimi proteolitici che agiscono sullo strato basale dell'epidermide e sulla precheratina del pelo.

#### Il calcinaio enzimatico

Questa operazione viene effettuata in bottale con impianto di riciclo e filtrazione del liquido, con l'aggiunta di calce, un ausiliario amminico, e enzimi proteasi selezionati con cui è possibile effettuare la depilazione. Il calcinaio così condotto dura 6-8 ore e permette di eliminare il pelo integro da smaltire o riutilizzare (agricoltura o industria di mangimi).

Con questo tipo di calcinaio, rispetto agli altri trattamenti, si riesce ad evitare la macerazione, in quanto il fiore risulta pulito, liscio e privo dei prodotti della degradazione della cheratina.

#### Calcinaio con ultrasuoni

Con gli ultrasuoni accompagnati dall'azione di calce, solfidrato, borace e prodotti a base amminica si ottengono acque reflue con minor carico di inquinamento e recupero del pelo.

#### Calcinaio per ossidazione

Vengono utilizzati enzimi resistenti agli ossidanti e sostanze ossidanti, quali acqua ossigenata e/o perborato di sodio. La cistina viene trasformata in ossido e infine in acido cisteinico.

Possono essere utilizzati anche attivatori come zuccheri acetilati e ammine alifatiche, per formare con gli ossidanti perossiacidi aventi potere ossidante maggiore. I tempi di questo tipo di calcinaio sono inferiori rispetto ad uno tradizionale e inoltre esso permette di recuperare il pelo integro e di separarlo dalle acque reflue, dato che può essere evitato l'uso di solfuro e solfidrato di sodio e della calce.

Tabella 11 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle secca)	Condizioni operative
Pelli di bovini pesanti	60% di acqua a 28°C; 3-5% Sol. di soda caustica al 30%;	Rotazione del bottale per 60', il pH arriva a circa 13.
	+ 20% di acqua a 28°C; 0,25% di attivatore; 0,06% enzima.	Rotazione del bottale per 60', il pH arriva a 12,5.
	+20% di acqua a 28°C; 2% di acqua ossigenata a 130 vol.	Rotazione del bottale per 60'.
	+20% di acqua a 28°C; 2% acqua ossigenata a 130 vol.	Rotazione del bottale per 60'. Infine le pelli rimangono tutta la notte in agitazione nel bottale; la fase termina dopo 16-18 ore.
Pelli di vitello leggero	Nel bagno di rinverdimento si aggiunge: 1% prodotto amminico; 1,1% solfidrato di sodio; 1,4% solfuro di sodio; 3% calce idrata.	Ad ogni aggiunta il bagno viene agitato per qualche minuto, lasciato fermo per 60' e di nuovo agitato per pochi minuti ogni 2 ore per complessive 24 ore.
Pelli bovine conservate salate	Nel bagno di rinverdimento si aggiunge: 0,4% di solfato di ammonio; 0,5% prodotto amminico; 2,8% solfuro di sodio; 4% calce idrata.	Ad ogni aggiunta il bagno viene agitato per qualche minuto, alla fine per 60' e ogni 15' nelle successive 16-18 ore.
Pelli di capre Nigeria	1000% di acqua a 28°C; 0,3% Imbibente non ionico; 2,5% Prodotto amminico; 2,5% calce; 0,5% Proteasi liquida;	Rotazione dell'aspo per 90'.
	+4,5% solfuro di sodio; 4% di calce.	Rotazione dell'aspo per 3 ore e nelle successive 24 ore ogni ora.
Pelli ovine da foderame	200% di acqua a 20°C; 1,8% di solfuro di sodio; 2,4% di calce idrata; 0,8% tensioattivo.	Le pelli vengono immerse nel calcinaio previo trattamento con pasta depilatoria e successiva depilazione con recupero della lana; la durata del calcinaio è di circa 36 ore.

### La decalcinazione (Nodo 3 della Fase 1)

La decalcinazione è l'operazione attraverso la quale la calce viene eliminata dalla pelle ed il rigonfiamento delle fibre viene sostanzialmente ridotto; essa viene effettuata in bottali contenenti acqua con l'aggiunta di diverse tipologie di agenti chimici.

Con la decalcinazione vengono eliminate dalla pelle le sostanze alcaline di cui essa è impregnata: solfuri, solfidrati e la calce (che si trova come collaginato di calcio), come sali di acidi grassi o depositata nelle fibre stesse.

#### Prodotti usati per la decalcinazione

Tra i prodotti abbiamo i seguenti acidi:

- *Acido cloridrico* - Viene aggiunto molto diluito, reagisce con la calce per formare il cloruro di calcio solubile in acqua. Va aggiunto lentamente per evitare la formazione di zone a pH inferiore a 4,5 che causerebbero un rigonfiamento della superficie con danni al fiore. Viene utilizzato nelle pelli pesanti insieme a bisolfito di sodio o cloruro di ammonio.
- *Acido lattico* - E' il più utilizzato e va aggiunto in piccole quantità.
- *Acido borico* - Ha un'azione blanda ed è utilizzato soprattutto per pelli pregiate e a fiore fine; le pelli decalcinate con acido borico non hanno tendenza a raggrinzire.
- *Acido citrico* - E' adatto alla decalcinazione, è un acido debole.

Possono essere utilizzati anche altri acidi organici.

Possono essere utilizzati anche sali come:

- *Solfato di ammonio, cloruro di ammonio e bisolfito di sodio* - Possono essere utilizzati in alte percentuali senza creare problemi di gonfiamento della pelle; agiscono in profondità e abbreviano i tempi. Il bisolfito ha un'azione sbiancante, il cloruro di ammonio può esercitare una azione peptizzante sul fiore, azione che, se eccessiva, può essere dannosa. Si utilizzano spesso i sali insieme all'acido cloridrico  

$$Ca(OH)_2 + NaHSO_3 \Leftrightarrow CaSO_3 + NaOH + H_2O$$

$$CaSO_3 + 2HCl \Leftrightarrow CaCl_2 + H_2O + SO_2$$
- *Sali di ammonio dell'acido solfamminico* - Impiegati come prodotto base di decalcinanti commerciali.
- *Bicarbonato di sodio* - Serve per mantenere valori di pH ottimali.
- *Anidride carbonica* - Favorisce la formazione di bicarbonato di calcio solubile; l'effetto decalcificante è veloce su pelli con spessore fino. Si opera a temperature di circa 30°C e per accelerare il processo si aggiungono anche piccole quantità di decalcificante tradizionale.

Durante la decalcinazione si ha sviluppo di acido solfidrico; nelle miscele decalcinanti si possono utilizzare delle sostanze ossidanti che ossidano i solfuri a solfati.

Tabella 12 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle secca)	Condizioni operative
Gropponi per suola	150% acqua fredda; 1,5% bisolfito di sodio; 0,5% solfato di ammonio; 0,5% macerante debole.	Viene messo in rotazione per 2 ore e lasciato una notte in bagno

### La macerazione (Nodo 4 della Fase 1)

Questa fase serve per purgare la pelle, eliminare i prodotti di degradazione delle cheratine, i residui di follicolo e di epidermide e inoltre per produrre un allentamento del tessuto delle fibre della pelle, completando l'azione preparativa del calcinaio e rendendo il fiore liscio, pulito ed elastico.

I maceranti sono a base di enzimi pancreatici miscelati a sali di ammonio (generalmente solfato) su supporto inerte, come farina di legna o altro.

I maceranti a base di enzimi pancreatici agiscono energicamente, in profondità, e talvolta abbattano troppo le pelli. Ci sono altri maceranti a base di enzimi vegetali che esercitano un'azione più blanda e lenta: in questo caso le pelli non vengono abbattute molto, anche se il fiore può risultare meno pulito.

Ci sono maceranti microbici con attività simile ai maceranti pancreatici, ma che vengono commercializzati liquidi e sono di uso estremamente facile; inoltre non contribuiscono al carico salino delle acque di scarico e non contengono supporto inerte o sali di ammonio.

Spesso, se le pelli vengono conciate al cromo o in maniera mista, le operazioni di decalcinazione e macerazione vengono eseguite nello stesso bagno ad una temperatura variabile tra 30°C e 37°C. Viene aggiunto prima il decalcinante e dopo il macerante. Altre volte i reagenti vengono aggiunti insieme.

Il macerante opera ad un pH vicino alla neutralità; il valore ottimale è compreso tra 7 e 8,5.

Alla fine le pelli vengono lavate in acqua fredda; la temperatura deve abbassarsi gradualmente bloccando il processo di macerazione. Il lavaggio elimina dalle pelli i sali e altre sostanze di cui sono impregnate.

Tabella 13 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle secca)	Condizioni operative
Pelli di vitelli (box-calf)	200% di acqua a 35°C; 2% decalcinante tamponato.	Rotazione per 20'
	+0,5% macerante a media attività.	Rotazione per 50'; il pH all'aggiunta del macerante deve essere neutro, al termine è di poco maggiore a 8.
Spalle bovine per tomaia	150% di acqua a 35°C; 2,5% decalcinante tamponato.	Rotazione per 30'.
	+0,6% macerante a media attività	Rotazione per 40'.
Capretti per chevreaux	200% di acqua a 37°C; 1% decalcinante tamponato.	Rotazione per 15'.
	+0,3% macerante liquido	Rotazione per 60' fino a pH=8,2.
	+0,4% decalcinante tamponato; 0,6% macerante di origine fungina.	Rotazione per 30'; dopo lavaggio il pH del bagno è 6,8.
Vitelloni non spaccati in trippa	100% di acqua a 35°C; 1,5% decalcinante tamponato; 1% bisolfito di sodio.	Rotazione per 15'
	+0,3% acido formico.	Rotazione per 30'.
	+0,15% macerante liquido	Rotazione per 40', pH=8, poi lavaggio per 20'.
Capre velour	300% di acqua a 37°C; 0,3% macerante liquido; 1% decalcinante tamponato.	Dopo 2 ore la lavorazione è terminata.
Pelli ovi-caprine per guanteria	Temperatura del bagno 30°C; 0,3-0,5% macerante.	Le pelli vengono lasciate nel bagno per 12-15 ore, il pH viene regolato a 8 e si mette il bagno in rotazione per 2-3 ore; infine si esegue un lavaggio con acqua fredda.

#### Lavaggio, scarnatura, spaccatura e rifilatura (Nodo 5 della Fase 1)

Le pelli, quando sono al giusto grado di maturazione, devono essere pulite dal lato fiore dalle impurità (bulbi del pelo, residui dell'epidermide) e dal lato carne mediante scarnatura.

Per le caratteristiche della pelle dopo calcinaio (molto viscida) le operazioni di cui sopra non possono essere effettuate immediatamente, ma solo dopo un lavaggio.

Il lavaggio delle pelli può causare dei difetti, come il fiore ruvido e macchie di calce (per effetto dei carbonati e bicarbonati che reagiscono con il calcio presente sulla pelle).

Il lavaggio si effettua con acqua dopo eliminazione dei carbonati.

La scarnatura viene effettuata meccanicamente tramite cilindro rotante con lame elicoidali taglienti che asportano il carniccio.

La spaccatura dopo calcinaio permette di lavorare un fiore omogeneo e di spessore ridotto e quindi in grado di reagire più uniformemente nei vari bagni di conciatura.

La rifilatura permette di eliminare le parti con difetti evidenti.

#### Lo sgrassaggio (Nodo 1 della Fase 2)

Questa operazione viene eseguita su pelli che contengono un eccesso di sostanze grasse naturali come pelli ovine e suine.

Nella fase di concia le pelli vengono dapprima sottoposte allo *sgrassaggio* in bottali contenenti acqua e quantitativi variabili di tensioattivi non ionici ed anionici, allo scopo di ridurre ed equalizzare tutte le sostanze grasse ancora presenti.

L'operazione è necessaria in quanto il grasso in eccesso creerebbe problemi nelle fasi seguenti e la pelle ottenuta sarebbe untuosa.

#### Prodotti utilizzati

I prodotti utilizzati generalmente sono:

- *emulsionanti sintetici* - danno buoni risultati su pelli poco grasse; i tensioattivi anionici sono più efficaci ma meno biodegradabili;
- *emulsionante abbinato a un solvente organico* - questo è il sistema più efficace e maggiormente utilizzato;
- *sgrassaggio enzimatico in fase acquosa* - si utilizzano enzimi lipolitici, che producono prodotti maggiormente solubili; possono essere impiegati insieme a un tensioattivo non ionico dopo rinverdimento e prima o durante il calcinaio, in fase di macerazione o dopo pikel;

- *solvente organico (fluoroderivati e/o cloroderivati)* - si effettua su pelli asciutte con sistemi analoghi a quelli del lavaggio a secco.

#### Condizioni operative

Le condizioni dipendono dalle materie prime e dal prodotto finito. Si opera generalmente in bottale a 25-30°C. Se le pelli sono state macerate, si svuota la botte del bagno di macerazione, si aggiunge il 5% di detergente non ionico ruotando per 45'. Si aggiunge il 10% di acqua a 25°C e si ruota per 15' lavando con acqua a 25°C fino ad eliminazione del grasso.

Lo sgrassaggio con solvente può essere effettuato utilizzando prodotti commerciali in quantità variabile dal 3 al 6%.

Se lo sgrassaggio viene effettuato dopo concia al cromo si può operare anche a 50°C con maggior efficienza.

#### Il piclaggio (Nodo 2 della Fase 2)

Il piclaggio precede la concia; in questa fase le pelli macerate vengono trattate con soluzioni di acidi e sale. E' anche un metodo di conservazione delle pelli. Dopo piclaggio le pelli non devono venire a contatto con l'acqua perché si avrebbe la diffusione del sale di cui le pelli sono impregnate, e l'acido sarebbe libero di esplicare la sua azione idrolizzante sul collagene, con le conseguenti azioni dannose sul derma.

Gli scopi del piclaggio sono quelli di eliminare i residui di calce con acidificazione e disidratazione e di permettere una veloce diffusione di sali di cromo che, per effetto dell'acidità, sono meno astringenti e danno un fiore più fine.

Il tipo di piclaggio dipende dal tipo di pelle, dal prodotto finito e dal tipo di concia; il sale assorbito è circa il 30%, mentre l'acido viene assorbito fino all'80-90%.

Gli acidi più utilizzati sono: acido solforico, cloridrico, formico e lattico; i sali più usati sono: il cloruro di sodio, il solfato di sodio e i sali dell'acido utilizzato.

Nel bagno si deve superare la densità di 6°Bè affinché il sale possa diffondersi (pressione osmotica), altrimenti l'acido potrebbe dar luogo a gonfiamenti con conseguenze irreparabili.

#### Piclaggio con acido gliossilico

Questo è un metodo di piclaggio "ecologico": l'acido gliossilico (COH-COOH) è un acido bifunzionale che trasforma i gruppi amminici in gruppi carbossilici creando nuovi siti di legame tra il cromo ed il collagene.

I vantaggi sono dati dal minor utilizzo di sali di cromo nella concia.

Tabella 14 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle secca)	Condizioni operative
Vitelli (box-calf)	1% di acido solforico.	Agitare per 30'.
	0,6% acido formico.	Agitare per 1 ora e lasciare la notte il bagno a riposare; al termine il pH è circa 2,7.
Spalle bovine da tomaia	1,2% acido solforico.	Agitare per 1 ora e lasciare la notte a riposare.
Pelli da conciare per bianco	1,5% di acido formico.	Agitare per 1,5 ore.

#### La concia (Nodo 3 Fase 2)

La concia è un processo che consiste nell'impregnazione delle pelli con delle sostanze che si fissano irreversibilmente alle medesime e ne impediscono la putrefazione, senza alterarne le caratteristiche (morbidezza, flessibilità e struttura).

Esistono moltissime sostanze atte allo scopo: tannini naturali e sintetici, sali di cromo, di alluminio, di zirconio, oli di animali marini, formaldeide, aldeide glutarica, resine sintetiche.

#### La concia al vegetale

È il sistema più antico di concia e ancora il più utilizzato per la produzione di soole, cinghie di trasmissione, astucci, fodere, selleria, vacchetta ingrassata ecc.

Questo sistema prevede l'uso di sostanze organiche naturali estratte da varie parti di alberi come mimosa, castagno, sommacco ecc.

Accanto ai tannini naturali esistono tannini sintetici, la cui composizione chimica è simile a quella dei tannini naturali, posti in commercio sia allo stato liquido che solido. Vengono suddivisi in due categorie: tannini ausiliari e tannini completi o di sostituzione.

I tannini ausiliari contengono il gruppo naftalinico o benzolico, sono molecole grandi, hanno natura acida data dal radicale solfonico.

I tannini di sostituzione sono più simili ai tannini naturali, contengono gruppi fenoli, sono meno acidi dei tannini ausiliari e sono in grado di fornire alla pelle un color chiaro-bianco.

I vantaggi dei tannini sintetici sono: uniformità di penetrazione, fiore più resistente ed elastico, azione schiarente ed uniformità di colore sui cuoi.

Durante la concia si ha la formazione di legami a idrogeno tra i gruppi fenolici (Ph-OH) del tannino e i gruppi peptidici del collagene. I parametri da cui dipende la concia sono: l'acidità del bagno, la concentrazione dei tannini, la natura del tannino, il rapporto tra tannini e non tannini e la temperatura.

#### **Concia lenta in fossa**

Si utilizzano batterie di vasche con concentrazione crescente. La pelle deve essere attraversata completamente dai tannini.

Seguono i fattori che influenzano il processo.

*L'acidità* - il pH iniziale è generalmente compreso tra 6 e 5 e scende gradualmente tra 3,5 e 4. L'astringenza aumenta con l'aumentare dell'acidità e diminuisce con l'aumentare del tenore in non-tannini (sali neutri ed estratti solfitati). L'astringenza rappresenta la tendenza dei concianti a precipitare sul derma e a provocare quelle modifiche chimiche (reticolazione) dette concia. Se il processo è troppo veloce (ad esempio per alta concentrazione o bagno troppo astringente) la pelle in superficie viene conciata rapidamente, si increspa, si indurisce. Inoltre se il processo è troppo veloce gli strati sottostanti non vengono conciatati (pelle morta in concia).

*La natura del tannino* - i tannini vengono distinti in dolci, che penetrano facilmente e si fissano lentamente, permettendo di ottenere cuoi morbidi e astringenti e in forti, che penetrano lentamente ma producono cuoi puntati e duri.

*La temperatura* - favorisce la velocità di concia, varia dalla prima vasca intorno a 18°C fino a circa 40°C. Una temperatura molto elevata può comportare l'ossidazione delle pelli e il colore scuro.

#### **Sistemi diversi di concia rapida**

*Sistema inglese* - questo sistema prevede il passaggio delle pelli da un bagno iniziale (densità di 0,5°Bè) ad un bagno finale (densità di 10°Bè), attraverso una serie di vasche a densità crescente del bagno. Le pelli avanzano ogni giorno di una vasca. Al termine del tinaggio le pelli vengono inviate alla concia in botte.

*Sistema Doufur-Lepetit* - può prevedere uno o due tinaggi. Le pelli restano ferme, mentre i liquidi vengono mantenuti in movimento. Il sistema prevede anche l'uso di anidride solforosa, che serve ad impedire reazioni di ossidazione, che possono avere effetto solubilizzante e decolorante dei tannini; inoltre l'anidride solforosa ha un'azione antisettica e antifermentativa tale da conservare il bagno a lungo e impedire la formazione di muffe. Alla fine del tinaggio viene effettuata la concia in botte con liquidi a densità di 14°Bè per 12-14 ore.

#### **Concia in botte**

A seconda delle concerie e dei vari sistemi di lavoro, le pelli giungono alla fine del tinaggio intere o gropponate e i frassami vengono destinati ad altre botti. La velocità delle botti è di circa 5 giri al minuto, rapporto pelli/bagno di circa 1:2,7; la durata della concia è di circa 48-72 ore, il movimento dura circa 8 ore su 24, la densità del bagno è circa 13°Bè a 35°C, con un pH di 3,5.

La temperatura è un parametro importante ai fini di un buon riempimento della pelle, ma temperature elevate facilitano la gelatinizzazione della pelle, con la conseguente degradazione delle caratteristiche qualitative.

Per evitare che per sfregamento il fiore venga eroso, si aggiungono al bagno circa 3 kg/m<sup>3</sup> di un olio solfonato (p.es. solforicina) il quale permette una certa lubrificazione.

#### **La concia al cromo**

La maggior parte delle pelli vengono conciate al cromo: le pelli così conciate hanno un fiore più fine, un tessuto fibroso più serrato, un tatto gommoso; il procedimento di concia è più veloce, semplice e si ha un miglior controllo.

Il sistema più utilizzato è quello denominato concia al cromo ad un bagno. L'azione conciante viene esplicata da un sale basico di cromo sulla pelle in trippa piclata.

Si utilizza soprattutto il solfato basico di cromo. La concia è influenzata dai seguenti parametri: pH, temperatura, sali neutri presenti, basicità dei liquori di cromo, sali mascheranti, caratteristiche dei liquori di cromo, concentrazione e invecchiamento dei liquori.

A pH bassi le molecole di conciante sono molto suddivise e in grado di diffondere velocemente attraverso la pelle senza produrre rigonfiamento del fiore, con bassa capacità di fissazione. Aumentando il pH si ottiene ingrossamento delle molecole di conciante, minore velocità di diffusione e problemi di sovraconcia dello strato fiore.

La temperatura del bagno viene mantenuta tra 18°C e 25°C; un aumento di temperatura favorisce l'aggregazione degli idrossi gruppi (olazione), lo spostamento dei gruppi carbonato da parte dei gruppi idrossido con aumento della basicità e dell'astringenza se i bagni sono basicati con carbonato di sodio. Si inizia la concia a temperatura ambiente (18-25°C) per terminarla a 40-45°C per aumentare l'olazione e quindi l'idrolisi, la grandezza molecolare e l'astringenza del liquido.

La presenza di sali in concentrazioni elevate può impedire una completa fissazione del cromo (pelli parzialmente conciate); per le pelli provenienti da piclaggio si aggiungono dei sali per impedire che l'acidità possa provocare gonfiamento nella fase iniziale di concia per la diminuita forza ionica del nuovo bagno.

Le soluzioni basiche di cromo non sono stabili, per cui vanno utilizzate al massimo entro 3-6 giorni. Con l'invecchiamento si ha la formazione di aggregati molecolari (olati) che non portano ad una variazione della basicità ma a un'astringenza superiore.

L'aumento della basicità comporta aumento delle molecole di conciante; si può arrivare alla formazione dell'idrossido di cromo insolubile.

La presenza di sostanze mascheranti serve per rendere il conciante meno soggetto ad idrolisi, riduce la capacità di combinarsi con il derma e quindi aumenta la ripartizione nella pelle, ottenendo un fiore più fine.

Tabella 15 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle)	Condizioni operative
Vitello per tomaia	60% bagno di piclaggio; 1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sotto forma di sale di cromo basico a 33° Sch, ridotto con glucosio.	Le pelli dopo un piclaggio con un pH finale di 2,2 vengono trattate con i reagenti. Il bottale è tenuto in rotazione per 3 ore. Alla fine si scola il bagno.
	60% acqua a 20°C; 1,2% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a 33° Sch; 1% solfito di sodio.	Rotazione per 1 ora, poi vengono aggiunti i successivi reagenti.
	0,9% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a 33° Sch; 1% solfito di sodio.	Rotazione per 2 ore, alla fine si aggiunge 0,3% di carbonato di sodio e si effettua rotazione del bottale per 3 ore. Al termine le pelli vengono lasciate tutta la notte a bagno, poi si aggiunge bicarbonato di sodio fino a pH 3,7.
Bovino pesante spaccate	60% acqua a 20°C; 1,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sotto forma di sale basico a 33° Sch; 1,5% formiato di calcio.	Rotazione del bottale per 1,5 ore.
	+1,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Rotazione del bottale per 2 ore.
	1,2% bicarbonato di sodio.	Rotazione del bottale per 2 ore, poi la notte fermo; viene poi aggiunto altro bicarbonato.
Gropponi pesanti	1% formiato di sodio; 3% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sotto forma di solfato di cromo a 33° Sch.	Rotazione del bottale per 1 ora.
	+1,5% ammidio; 30% acqua a 25°C.	Rotazione del bottale per 4 ore.
	+60% acqua 45°C.	Rotazione del bottale per 1 ora e poi la notte in bagno. Al mattino si porta a pH 3,8 con bicarbonato di sodio.
Frassami bovini	50% acqua a 20° C; 2% NaCl; 0,7% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sale basico a 33° Sch.	Rotazione del bottale per 1 ora.
	+0,7% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sale basico a 33° Sch.	Rotazione del bottale per 15 min.
	+1% sodio ftalato.	Rotazione del bottale per 45 min.
	+0,7% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sale basico a 33° Sch.	Rotazione del bottale per 30 min.
	+1% ftalato di sodio.	Rotazione del bottale per 3 ore, infine si aggiunge il bicarbonato di sodio.

#### Concia a secco

Può essere effettuata la concia a secco, cioè senza bagno ed eventualmente senza piclaggio, al fine di accelerare l'attraversamento delle pelli da parte del liquore conciante.

Gli "scivolanti" (per lo più eteri del celluloso) sono dei prodotti che formano sulla pelle una patina scivolosa che riduce l'attrito tra le pelli, l'abrasione del fiore, la lacerazione, gli annodamenti, i surriscaldamenti. Gli "scivolanti" su pelli tipo shearling e pellicceria evitano infeltrimento e opacizzazione del pelo.

Tabella 16 – Riassunto delle condizioni operative

Tipo di pelle	Reagenti (% riferita al peso pelle)	Condizioni operative
Vitelli conciati con pelo per arredamento	Sgrassaggio: 200% acqua a 30°C; 1,5% sgrassante.	I reagenti vengono aggiunti dopo che le pelli sono state rinverdite in 18 ore e scarnate in pelo; alla fine il bagno viene scolato, le pelli lavate.
	Concia: 16% allume di cromo.	Rotazione del bottale per 3 ore.
	+0,15% scivolante.	Rotazione del bottale per 3 ore.
	+50% acqua	Rotazione del bottale per 2 ore e la notte in bagno, alla fine si aggiunge acqua e borace.
Capretti per chevreaux	Piclaggio: 80% acqua; 10% sale.	Rotazione del bottale per 10 min.
	+0,7% acido formico.	Rotazione del bottale per 20 min.
	+0,5% acido solforico.	Rotazione del bottale per 1 ora e poi fermo per 2 ore; infine viene scolato il bagno.
	Concia: 0,15% scivolante; 2% salcromo.	Rotazione del bottale per 1 ora.
	+6% salcromo.	Rotazione del bottale per 1 ora.
	+100% acqua a 50°C.	Rotazione del bottale per 3 ore.

#### Concia al cromo - Ecologica - Wet-White

La concia al cromo tradizionale è sicuramente valida dal punto di vista tecnologico ma circa un terzo del conciante al cromo rimane inutilizzato, per lo più nel bagno residuo. Il cromo, in parte, rimane anche nelle pelli bagnate che, a loro volta, lo cederanno per scoloritura, pressatura, lavaggio ecc.

Negli ultimi anni sono stati cercati metodi di concia al cromo alternativi al fine di migliorare l'impatto sull'ambiente.

Questi metodi permettono di sfruttare il cromo in percentuale compresa tra l'85% e il 95%, rispetto al 70-75% delle conce tradizionali.

I vari accorgimenti utilizzati in questi metodi sono:

- *Aumento del grado di esaurimento del bagno al cromo per ottimizzazione dei parametri* - si possono utilizzare bagni di concia ristretti e con minore concentrazione di cromo; temperatura e pH finali maggiori; utilizzo di prodotti chimici che favoriscono l'esaurimento del bagno (complessanti); utilizzo di vapor acqueo per aumentare la temperatura (preferibile all'acqua calda che diluisce il bagno).
- *Reimpiego dei bagni residui* - il bagno di concia esaurito può essere riutilizzato come bagno di preconcia oppure filtrato e riacidificato con gli acidi di piclaggio; poi si aggiungono sali di cromo e si aggiusta il pH a circa 4.
- *Recupero dei sali di cromo per precipitazione* - il cromo può essere recuperato per precipitazione dell'idrossido di cromo con alcali.
- *Conce ad alto esaurimento* - si opera quasi a secco, utilizzando complessanti con l'1,5% di  $Cr_2O_3$ ; il bagno esaurito può essere reimpiegato come bagno di piclaggio.
- *Conce con ridotta offerta di cromo* - utilizzando quantità minime di sale di cromo, si migliora la qualità delle acque reflue ma non si può scendere al di sotto dell'1,5% di  $Cr_2O_3$  per non compromettere la qualità delle pelli. Si possono utilizzare quantità di sale di cromo inferiore all'1,5%, aggiungendo però sali di alluminio o aldeidi, oppure preconciando con sali di alluminio, o aldeidi ecc.

#### La riconcia (Nodo 1 della Fase 3)

È un'operazione che viene effettuata in bottale a secco. Serve a riempire i cuoi affinché assumano un bell'aspetto e ne sia migliorata la qualità.

In queste condizioni è relativamente facile far assorbire ai cuoi una grande varietà e quantità di sostanze, anche in eccesso, facendo perdere le caratteristiche di qualità scadente.

La botte ruota con una velocità elevata (18-22 giri/min) e spesso viene immessa aria calda. Per esempio per 700 kg di gropponi i reagenti utilizzati sono quelli rappresentati nella tabella che segue.

Tutti i prodotti vengono immessi allo stato puro. L'acido ossalico ha la funzione di uniformare il colore ed eliminare eventuali macchie di ferro.

	Arno			
	Provincia	Popolazione	Superficie Comuni (ha)	Densità ab/km <sup>2</sup>
	Arezzo	256.486	234.783	
	Firenze	938.808	292.283	
	Livorno	23.435	9.773	
	Lucca	58.235	21.682	

### Messa al vento e riconciatura

La pelle riconciata viene messa al vento, cioè viene passata (sgranata) attraverso una macchina rotativa che esercita una forte pressione, e in seguito su una pressa idraulica a rulli; alla fine la pelle risulta spianata e con il fiore ben levigato e le fibre stesse subiscono un orientamento uniforme.

La pelle così trattata viene asciugata in 4-6 giorni; l'asciugatura è una fase molto delicata: generalmente le pelli vengono lasciate appese a temperatura ambiente, senza correnti di aria calda per evitare fenomeni di ossidazione, per 48 ore; poi viene immessa aria calda (30°C) e si completa l'essiccamento in altre 24 ore.

Alla fine le pelli vengono impilate per 2-3 giorni e spruzzate sul lato fiore con emulsioni di cera, al fine di rendere lucido il cuoio con la successiva cilindatura e restituire loro una certa umidità.

Altre volte al cuoio viene applicata una vera e propria rifinitura a base di miscele di pigmenti, cere, caseine, ecc. che rendono uniforme il colore e nascondono eventuali difetti della superficie.

### Riconcia pelli conciate al cromo

Le pelli conciate al cromo, se di natura piuttosto vuota, vengono spesso riconciate al fine di conferire loro sufficiente pienezza.

Come riconciante si possono utilizzare moltissime sostanze: cromo, tannini, alluminio ecc.

L'operazione deve essere condotta con attenzione al fine di evitare la formazione di un fiore fragile che può portare a soffiature.

Questa fase è indispensabile per le pelli wet-blue, che necessitano sempre di un ulteriore apporto di cromo per una concia completa.

### Tintura (Nodo 2 della Fase 3)

Lo scopo di questa fase è quella di applicare delle sostanze coloranti.

Esiste una grande varietà di prodotti chimici:

*Coloranti naturali* - sono estratti del legno e vengono utilizzati solo per alcune particolari produzioni; il più utilizzato è il cosiddetto campeggio, estratto dal tronco di un albero dell'America centrale e meridionale.

*Coloranti sintetici* - ne esistono una vasta gamma, la classe più importante è quella dei coloranti azoici. Possono essere classificati in anionici (sali sodici detti anche c. acidi o diretti o sostantivi), cationici (sali di basi detti anche c. basici) ed anfoteri (a questa categoria appartengono i metallo-complessi) in funzione della loro carica.

Nelle applicazioni pratiche i coloranti vengono classificati in coloranti: acidi, diretti o sostantivi, basici, metallo-complessi, diazotabili, allo zolfo, di ossidazione, solubili in solventi, solubili nei grassi, liquidi.

*Coloranti acidi* - sono dei sali acidi solfonici usati per lo più per le pelli conciate al cromo, comprendono quasi tutti i coloranti azoici ed i nitroderivati. Hanno la tendenza a penetrare in profondità, per facilitare la penetrazione viene aumentato il pH del bagno. Per fissare il colore e esaurire il bagno viene aggiunto acido formico e/o acido acetico.

*Coloranti diretti o sostantivi* - sono molto simili ai coloranti acidi ma contengono molecole più grandi e generalmente sono derivati della benzidina.

*Coloranti basici* - contengono i gruppi trifenilmetano, azine, acridine, aminoazoici. Formano lacche con i tannini, per cui sono ottimi per tingere pelli conciate al vegetale. Con le pelli conciate al cromo non hanno affinità. Generalmente sono sostanze sensibili alle acque con elevata durezza. Quando si utilizzano questi coloranti, le pelli vengono lavate bene per evitare che i tannini in eccesso diano luogo a reazione di precipitazione con essi.

*Coloranti metallo-complessi ed al cromo* - sono costituiti da un metallo (nichel, rame, cobalto e soprattutto cromo) e dalle sostanze organiche complessanti.

*Coloranti diazotabili* - sono sostanze che contengono almeno un gruppo amminico diazotabile. Con acido nitroso formano un sale di diazonio che viene fatto reagire con sostanze contenenti gruppi amminici o ossidrilici (reazione di copulazione). Con queste sostanze la reazione di diazotazione e copulazione viene eseguita sul colorante già fissato sulla fibra, ottenendo una migliore solidità del colore.

Il processo è estremamente delicato, viene fissato il colorante diazotabile come una normale tintura utilizzando come fissante l'acido formico.

*Coloranti allo zolfo* - sono sostanze che contengono all'interno delle molecole atomi di zolfo, sono insolubili in acqua, diventano solubili per riduzione ed hanno affinità per le fibre. Le soluzioni di questi coloranti vengono addizionate di solfuro di sodio; data la forte alcalinità, l'uso di questi coloranti è limitato alla tintura delle pelli conciate all'olio o con solfocianuri e alla formaldeide. Con opportune modifiche chimiche si possono ottenere coloranti allo zolfo solubili in acqua, che trovano applicazione come tinte in nero economiche per pelli conciate al cromo; il punto di nero però non è molto elevato.

*Coloranti solubili in solventi* - sono coloranti organici che fungono da complessanti di metalli aventi buona solubilità in solventi organici (alcoli, acetato di butile, acetone ecc.), vengono impiegati per tingere a spruzzo i pellami o per colorare le vernici nitro e per rifinitura.

*Coloranti solubili nei grassi* - sono sostanze solubili nei grassi, oli e solventi trovano impiego per colorare creme per calzatura, cere, materie plastiche.

*Coloranti liquidi* - sono metallo complessi ad alta concentrazione utilizzabili per la rifinitura a spruzzo e anche per la tintura in botte.

Ormai molti coloranti vengono forniti in fase liquida anziché solida per i notevoli vantaggi che hanno (possono essere immediatamente utilizzabili, facilmente dosabili).

### **Ingrasso (Nodo 3 della Fase 3)**

Questa fase serve per conferire alla pelle morbidezza. Sulle pelli conciate al cromo, l'ingrasso permette un certo assorbimento di acqua e questo facilita le operazioni di rifinitura e apprettatura.

Nelle pelli conciate al vegetale, che hanno di norma un notevole potere di assorbimento di acqua, l'ingrasso permette di garantire un certo grado di impermeabilità.

Un buon ingrasso fa sì che la pelle abbia resistenza all'usura, resistenza allo strappo per i cuoi, porosità dei pellami per tomaia, elasticità dei pellami per guanti ecc.

L'ingrasso lubrifica le fibre impedendo che si saldino tra loro, per i cuoi impedisce il contatto tra il tannino e l'aria, che comporterebbe reazioni di ossidazione.

Normalmente, se le pelli vengono tinte, l'ingrasso segue la fase di tintura. Questa fase può essere effettuata in vari modi, generalmente in bottale.

Sono utilizzate le seguenti sostanze:

- sostanze grasse di origine animale;
- sostanze grasse di origine vegetale;
- oli di animali marini;
- oli sintetici ed oli minerali.

I grassi e gli oli vegetali sono costituiti da esteri della glicerina, negli oli di pesce ci sono molti più gruppi insaturi. Il giallo d'uovo, ricavato da uova di anatre e galline, contiene la lecitina (proteina).

Gli oli minerali naturali derivati dal petrolio hanno, tra le varie caratteristiche, quella di essere poco ossidabili. Sono delle paraffine a catena lineare satura non ramificata. Tramite reazioni chimiche gli oli sintetici possono essere resi emulsionabili in acqua. Le paraffine clorurate e parzialmente solfonate con più di 15 atomi di carbonio hanno grande affinità con il cuoio.

### **Essiccamento (Nodo 1 della Fase 4)**

Questa fase ha lo scopo di asportare gran parte dell'acqua contenuta nella pelle. Le pelli tinte e ingrassate contengono circa l'80% di acqua, che viene eliminata tramite operazioni meccaniche come la spremitura (messa al vento) e in essiccatoi dove le pelli incontrano aria calda.

### **Rifinitura (Nodo 2 della Fase 4)**

Lo scopo della *rifinitura* è quello di proteggere il prodotto finito nei confronti dello sfregamento, dell'acqua e dello sporco; migliorarne, correggerne o modificarne l'aspetto uniformando il colore della tintura con occultamento delle macchie, dei difetti e degli eventuali danneggiamenti del fiore e di migliorarne l'ancoraggio. Essa consiste nell'applicazione di un film polimerico sulla pelle, per lo più a base di resina sintetica, tramite sistema: a "spruzzo", a pressione, "a laminazione", "a velo", "a tampone" e per "rivestimento"; i diluenti utilizzati sono acqua o solventi o miscele dei due.

Quindi la rifinitura può essere di tipo *chimico*, non più svolta in fase acquosa, ma tramite l'applicazione di un film superficiale di sostanze utili per nobilitare l'aspetto estetico delle pelli e conferire loro proprietà chimico-fisiche particolari (idrorepellenza, oleorepellenza ecc.), o di tipo *meccanico* e cioè consistente in un insieme di operazioni finalizzate a migliorare ulteriormente l'aspetto estetico del prodotto.

Tabella 17 - Solventi e diluenti solubili in acqua usati frequentemente nella rifinitura

Denominazione	Indice di evaporazione	Intervallo di ebollizione (°C)	Flash Point (°C)
Acetato di etilglicole	52	154-160	54
Acetone	2,1	55-56	-17
Alcool etilico	8,3	78	12
Alcool metilico	6,3	64-65	6,5
Alcool n-propilico	16	96-97	28
Dimetilammide	172	165-166	70
Dimetilformammide	60	152-153	57
Etilglicole	43	134-136	40
Isopropilglicole	65	143-148	46
Metilglicole	34	124-126	42
Metossipropanolo	25	120-126	32

Tabella 18 - Solventi e diluenti insolubili o parzialmente solubili in acqua usati frequentemente nella rifinitura

Denominazione	Solubilità in acqua	Indice di evaporazione	Intervallo ebollizione (°C)	Flash Point (°C)
Acetato di etile	10 (25°C)	2,5	74-78	-2
Acetato di isobutile	3 (25°C)	8		19
Acetato di n-butile	0,7 (20°C)	12	119-128	26
Acetato di metile	33(22°C)	2,2	56-62	-13
Cicloesanone	8,7 (20°C)	40	153-156	43
Etere etilico	7,5 (20°C)	1	34-35	-40
MEK	37(20°C)	2,6	79-81	-14
Isobutilformiato	1,1 (22°C)		98	
Metilisobutilchetone	1,7 (20°C)	190	184-195	74

---

## 7 IL PROCESSO DELLA CONCIA RISPETTO ALLE MATRICI AMBIENTALI

In questo capitolo ci soffermeremo sull'analisi, in maniera specifica, di quali siano le *pressioni*, ossia le sostanze inquinanti che sono immesse nell'ambiente, derivanti da ogni singola fase di lavorazione del processo di concia, e che di conseguenza producono un impatto sulle matrici ambientali, acqua, aria e rifiuti.

Per ogni matrice sono indicati anche i possibili trattamenti, o provvedimenti, utilizzabili quali "risposte" all'ipotetico inquinamento causato dall'attività conciaria (ad esempio, depurazione delle acque, abbattimento delle emissioni atmosferiche ecc.).

### 7.1 Acqua – Riviera

#### Rinverdimento

L'acqua è uno degli elementi naturali maggiormente utilizzati nel ciclo conciario; viene utilizzata principalmente per disciogliere le sostanze chimiche utilizzate nelle varie fasi e come mezzo per lavare le pelli eliminando le impurità e i composti chimici esausti. Le prime fasi del processo sono ovviamente le principali fonti degli elevati consumi idrici.

↓

Rinverdimento	⇒	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SOSTANZE SCARICATE</th> <th>PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sterco e sporcizie della pelle</td> <td>Odore COD BOD<sub>5</sub> Solidi Sospesi Azoto ammoniacale</td> </tr> <tr> <td>Cloruro di sodio</td> <td>Cloruri</td> </tr> <tr> <td>Tensioattivi</td> <td>COD BOD<sub>5</sub> Fenoli Tensioattivi totali</td> </tr> </tbody> </table>	SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI	Sterco e sporcizie della pelle	Odore COD BOD <sub>5</sub> Solidi Sospesi Azoto ammoniacale	Cloruro di sodio	Cloruri	Tensioattivi	COD BOD <sub>5</sub> Fenoli Tensioattivi totali
SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI									
Sterco e sporcizie della pelle	Odore COD BOD <sub>5</sub> Solidi Sospesi Azoto ammoniacale									
Cloruro di sodio	Cloruri									
Tensioattivi	COD BOD <sub>5</sub> Fenoli Tensioattivi totali									

#### Il calcinaio

↓

Calcinazione/ Depilazione	⇒	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SOSTANZE SCARICATE</th> <th>PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pelo e sostanze organiche</td> <td>Materiali grossolani Solidi sospesi totali COD BOD<sub>5</sub> Azoto ammoniacale</td> </tr> <tr> <td>Solfuro</td> <td>COD Solfuri</td> </tr> <tr> <td>Iossido di calcio</td> <td>pH</td> </tr> </tbody> </table>	SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI	Pelo e sostanze organiche	Materiali grossolani Solidi sospesi totali COD BOD <sub>5</sub> Azoto ammoniacale	Solfuro	COD Solfuri	Iossido di calcio	pH
SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI									
Pelo e sostanze organiche	Materiali grossolani Solidi sospesi totali COD BOD <sub>5</sub> Azoto ammoniacale									
Solfuro	COD Solfuri									
Iossido di calcio	pH									

## Decalcinazione

Decalcinazione



SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
Sostanze Organiche	COD BOD <sub>5</sub> Azoto ammoniacale
Sali di ammonio	Cloruri Solfati Azoto ammoniacale
Acidi	pH COD (per acidi organici) BOD <sub>5</sub> (per acidi organici)
Bisolfito di sodio	pH Solfiti Solfati

## 7.2 Aria – Riviera

In fase di *decalcinazione/macerazione* si ha un abbassamento del pH delle pelli che erano state precedentemente trattate con solfuro per essere calciate e depilate; questa variazione facilita notevolmente le reazioni chimiche che portano alla formazione di *idrogeno solforato*, un gas molto pericoloso per l'uomo perché, seppur a basse concentrazioni sia facilmente percettibile a causa del suo caratteristico odore di uova marce, se presente a concentrazioni elevate diviene inodore e l'inalazione può avere anche conseguenze letali.

## 7.3 Rifiuti – Riviera

### Scarnatura

TIPI DI RIFIUTI	CER
• Carniccio	040101

Dopo essere state calciate le pelli subiscono la *scarnatura*, al fine di eliminare la maggior parte del tessuto adiposo e del tessuto connettivo che viene scartato, andando a costituire quel rifiuto organico denominato *carniccio*.

Il carniccio è un rifiuto speciale non pericoloso che ha dei buoni canali di riutilizzo soprattutto nei settori agricolo e zootecnico.

## 7.4 Acqua – Concia

### Sgrassaggio

Sgrassaggio



SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
Sostanze dermiche	COD BOD <sub>5</sub> Azoto ammoniacale Grassi animali
Tensioattivi	COD BOD <sub>5</sub> Fenoli Tensioattivi totali
Solventi	COD BOD <sub>5</sub> Solventi organici

**Piclaggio**

Piclaggio



SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
Acido Solforico	pH Solfati
Acidi organici	pH COD BOD <sub>5</sub>
Acido cloridrico	PH Cloruri
Cloruro di sodio	Cloruri

**Concia**

Concia



SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
Liquore di concia (al cromo)	pH Solidi sospesi totali Solfati Cromo totale Cloruri
Liquore di concia (al vegetale)	pH Solidi sospesi totali COD BOD <sub>5</sub> Fenoli

**7.5 Rifiuti - Concia**

TIPI DI RIFIUTI	CER
• Bagni di concia al cromo esausti cromo	040104
• Bagni di concia esausti non contenenti cromo	040105

I *bagni di concia esausti* vengono conferiti alla società Consorzio per il recupero del cromo.

## 7.6 Acqua - Tintura

### Riconcia

La *riconcia* è la successiva operazione del ciclo che interessa gli scarichi idrici; sia per quanto riguarda le pelli conciate al cromo che, in alcuni casi, quelle conciate al vegetale; data la vasta gamma dei prodotti utilizzati per la riconcia, non si possono definire caratteristiche standard dei reflui che da essa provengono. Una descrizione generale è contenuta nella tabella seguente.

Riconcia	⇒	SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
		Sali di cromo	PH Cromo totale
		Tannini	pH COD BOD <sub>5</sub> Fenoli
		Resine	pH COD BOD <sub>5</sub>
		Aldeidi	pH COD BOD <sub>5</sub> Gluteraldeide

### Tintura

Tintura	⇒	SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
		Coloranti	Colore pH COD BOD <sub>5</sub> Metalli pesanti

### Ingrasso

Ingrasso	⇒	SOSTANZE SCARICATE	PARAMETRI DI LEGGE INFLUENZATI
		Grassi	COD BOD <sub>5</sub> Grassi animali
		Tensioattivi	COD BOD <sub>5</sub> Fenoli Tensioattivi totali

## 7.7 Aria - Rifinizione

In fase di rifinizione, alcune pelli vengono sottoposte all'operazione di *smerigliatura*, al fine di uniformarne ulteriormente lo spessore o di creare effetti particolari; l'abrasione delle pelli effettuata con gli appositi rulli dà origine a polveri più fini di quelle derivanti dalla rasatura. Le polveri possono provenire anche dalla *rasatura*.

La nobilitazione delle pelli al cromo implica molto spesso l'applicazione sulle pelli stesse di un film superficiale che conferisce

loro aspetto e proprietà desiderate, tramite lo spruzzo con pistole a pressione e la successiva essiccazione in tunnel posti in linea. La prima conseguenza è che dalle cabine di *rifinitura a spruzzo* passano elevati volumi di aria che escono dal ciclo produttivo convogliando basse concentrazioni di Sostanze Organiche Volatili di varia natura, che provengono dai prodotti utilizzati e di particolato solido, derivante dai pigmenti.

## 7.8 Rifiuti - Rifinitura

TIPI DI RIFIUTI	CER
• Polveri di rasatura	040108
• Polveri di smerigliatura	040108

Per la maggior parte delle aziende del settore questi rifiuti derivano dall'aspirazione e dalla depurazione dell'aria quando le pelli sono rasate e smerigliate; vengono quindi prodotti rifiuti speciali non pericolosi quali polveri di rasatura e di smerigliatura.

## 7.9 Trattamento acque

Un sistema di trattamento completo viene solitamente suddiviso in: pre-trattamento, trattamento primario, secondario e terziario. Con il pre-trattamento vengono rimossi i materiali grossolani presenti nelle acque e viene misurata la portata del liquame da trattare.

Con il trattamento primario vengono rimossi i solidi sedimentabili e quelli galleggianti.

Con il trattamento secondario la sostanza organica disciolta viene rimossa biologicamente o chimicamente.

I trattamenti avanzati (terziari) possono essere adottati per rimuovere sostanze che non siano state sufficientemente ridotte con il trattamento secondario. Il loro impiego non è quindi generalizzato, ma è in funzione di esigenze e problematiche depurative specifiche.

Le sostanze inorganiche disciolte, non rimovibili biologicamente, sono solitamente trattate singolarmente con processi separati.

Trattamento acque: rimozione sostanze inorganiche disciolte					
FASI DI TRATTAMENTO	AZIONE	SCOPO	TIPO DI INSTALLAZIONI	PARAMETRI DA CONTROLLARE	VALORI OTTIMALI
Trattamento solfuri	L'idrogeno solforato è un gas tossico, molto solubile in acqua, di odore sgradevole. Il limite di soglia olfattiva è molto basso: 0.007 mg/mc. A pH inferiore a 9 si trova sotto forma di gas. Le acque contenenti solfuri vengono solitamente trattate in una fase separata, prima di essere immesse nel ciclo depurativo.	Eliminazione del solfuro, per ridurre l'impatto olfattivo, la produzione di gas tossico.	Acidificazione e strippaggio del solfuro, con seguente trattamento con idrossido di sodio e formazione di solfuro di sodio, riutilizzabile in calcinaio. Trattamento chimico. Aggiunta di solfato ferroso, che reagisce con il solfuro di sodio a dare solfuro ferroso, che precipita, e solfato di sodio. Ossidazione Le acque vengono trattate in vasche di raccolta che le mantengono in continua agitazione. I solfuri vengono ossidati a solfati, mediante ossidazione di tipo chimico. Possono essere utilizzati: • H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> : metodo rapido ma costoso. L'utilizzo di acqua ossigenata è proporzionale alla quantità di solfuro da ossidare. • ossigeno liquido: valgono le stesse considerazioni fatte per l'acqua ossigenata. • aria: metodo economico, ma più lento. Il trattamento con ozono non è consigliabile, dato l'elevato contenuto di solidi sospesi presenti nelle acque grezze.	pH  S- ( come S )	>9  ≤ 1 consigliato
Recupero cromo	Trattamento differenziato dei bagni di concia al cromo.	Recupero dei sali di cromo e loro riutilizzo in fase di concia. Azione preventiva per evitare l'immissione di metalli inquinanti nell'ambiente.	Il bagno esausto, dopo aver subito trattamenti meccanici e fisici per la rimozione di materiali grossolani e in sospensione, viene sottoposto a reazione di precipitazione, con idrossido di sodio, a formare un precipitato di idrossido di cromo. Dopo filtropressatura, il cromo viene ridisciolti con acido solforico concentrato. Il solfato di cromo ottenuto viene portato successivamente alla basicità voluta con carbonato di sodio, quindi riutilizzato.	Basicità	33%

## 7.10 Sostanze presenti negli scarichi del ciclo conciario

### Azoto ammoniacale

Azoto presente in soluzione sotto forma di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) o di ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) in funzione del pH.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
$\leq 15 \text{ mg/l}$	$\leq 30 \text{ mg/l}$

Tabella 19 - Tecnologie di prevenzione / riduzione dell'azoto ammoniacale

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Sostituzione delle ammine	Uso nella fase di calcinazione - depilazione di biotecnologie (impiego di prodotti enzimatici depilanti, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: diminuzione di ammoniaca nei reflui.</li> <li>• Limiti: gestione del processo più complessa e costi più elevati</li> </ul>
Sali di ammonio	Utilizzo in decalcinazione di acidi organici in sostituzione di solfato e cloruro di ammonio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: diminuzione di ammoniaca nei reflui.</li> <li>• Limiti: gestione del processo più complessa e costi più elevati</li> </ul>

### Cloruri

Sale di sodio espresso comunemente sotto forma di ione  $\text{Cl}^-$ . Proviene prevalentemente dal trattamento di conservazione delle pelli e dalla fase di piclaggio.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
$\leq 1200 \text{ mg/l}$	$\leq 1200 \text{ mg/l}$
Regione Toscana: 5000 mg/l	

Tabella 20 - Tecnologie di prevenzione/riduzione dello ione cloruro

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Conservazione senza sale	Procedimenti alternativi con prodotti chimici o raffreddamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: eliminazione e/o drastica riduzione dei cloruri dai reflui.</li> <li>• Limiti: prodotti o tecnologie di conservazione alternative difficilmente applicabili per il mercato italiano causa lunghi tempi di trasporto.</li> </ul>
Scuotimento	Eliminazione dalle pelli del sale in eccesso per scuotimento in bottale a rete.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: eliminazione e/o drastica riduzione dei cloruri dai reflui.</li> <li>• Limiti: possibile danneggiamento del fiore.</li> </ul>

**C.O.D.**

Il C.O.D. rappresenta la quantità di ossigeno che viene utilizzata per l'ossidazione dei composti organici ed inorganici presenti nei reflui.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 160 mg/l	≤ 500 mg/l

Tabella 21 - Tecnologie di prevenzione / riduzione del COD

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Recupero del pelo	Separazione del pelo dal liquido del bagno mediante filtrazione su griglia o filtro esterni ai bottali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione del C.O.D. e riutilizzo del pelo.</li> <li>• Limiti: costi elevati per modifiche ai bottali</li> </ul>
Biotecnologie	Impiego di prodotti enzimatici in sostituzione di solfuri ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione del C.O.D. e del solfuro.</li> <li>• Limiti: controlli analitici più approfonditi e continui nel corso del processo; rischi di danni alle pelli</li> </ul>
Riciclo dei bagni	Parziale riutilizzo dei prodotti chimici impiegati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione del C.O.D. e dei prodotti chimici riutilizzati.</li> <li>• Limiti: necessità di analisi chimiche dei bagni residui per il ripristino dei prodotti chimici; produzione di un fango con elevata alcalinità e residui proteici ricchi di calce e solfuro; accrescimento della salinità del bagno e quindi dei reflui; incremento della flora batterica, dei sali, di residui proteici e grassi e quindi possibile danneggiamento del fiore delle pelli.</li> </ul>

**Cromo totale**

Metallo pesante avente stato di ossidazione trivalente. Per le sue proprietà concianti è comunemente usato in conceria sotto forma di solfato basico di cromo.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 2 mg/l	≤ 4 mg/l

Tabella 22 - Tecnologie di prevenzione/riduzione del cromo totale

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Concia ad alto esaurimento	Impiego di prodotti concianti speciali che garantiscono una elevata fissazione del cromo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione del contenuto di cromo nei reflui (50- 80%).</li> <li>• Limiti: elevato costo dei prodotti, modifiche delle caratteristiche del cuoio finito.</li> </ul>
Concia con riscaldamento programmato del bagno	Progressivo incremento della temperatura del bagno di concia mediante serpentina riscaldata all'interno del bottale o riscaldamento del bagno ricircolato all'esterno del bottale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione del contenuto di cromo nei reflui (60- 80%), risparmio del sale di cromo.</li> <li>• Limiti: elevati costi di impianti e di gestione.</li> </ul>
Recupero del sale di cromo	I bagni residui di concia vengono trattati per precipitare il cromo sotto forma di idrossido che viene ridisciolto per formare solfato di cromo che, parzialmente basificato, viene utilizzato in concia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: recupero del cromo fino all'80% di quello residuo, ridotto inquinamento nei reflui e nei fanghi, riutilizzo del cromo nel ciclo conciario.</li> <li>• Limiti: controlli analitici accurati dei bagni esausti, elevati costi di impianti e di gestione, rischi di macchie alle pelli. Per questi motivi tecnici e gestionali tale tecnologia viene generalmente effettuata da Consorzi specializzati per il recupero.</li> </ul>

### Fenoli

Sostanze organiche aromatiche semplici a base fenolica (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 0,5 mg/l	≤ 1 mg/l

Tabella 23 - Tecnologie di prevenzione/riduzione dei fenoli

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Concia con tannini alternativi	Impiego di tannini naturali e sintetici ad alta biodegradabilità in sostituzione di quelli di scarsa o difficile biodegradabilità	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione di composti fenolici nei reflui.</li> <li>• Limiti: da verificare il mantenimento degli standard qualitativi della pelle finita.</li> </ul>

### pH

Parametro che va da 0 a 14: indica l'acidità per valori minori di 7 e l'alcalinità per valori maggiori di 7. Matematicamente è il logaritmo dell'inverso della concentrazione idrogenionica.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
5,5-9,5	5,5-9,5

**Solfati**

Definizione: comunemente indicato come ione  $\text{SO}_4^{2-}$  proviene dall'acido solforico e dai suoi sali.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 1000 mg/l	≤ 1000 mg/l
Regione Toscana: 1800 mg/l	

Tabella 24 - Tecnologie di prevenzione/riduzione dei solfati

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Uso di prodotti alternativi	Sostituzione del solfato di ammonio e dell'acido solforico con acidi organici.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione dei solfati dai reflui</li> <li>• Limiti: rispetto degli standard qualitativi pelle e maggiore costo dei prodotti</li> </ul>

**Solfuri**

S'intende comunemente il sale di sodio  $\text{Na}_2\text{S}$ , alcalino, riducente, il cui prodotto commerciale per uso conciario (60-66%) si presenta sotto forma di scaglie di colore rosa. Trova principale applicazione nella depilazione delle pelli.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 1 mg/l	≤ 2 mg/l

Tabella 25 - Tecnologie di prevenzione/riduzione dei solfuri

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Biotechnologie	Depilazione alternativa effettuata con l'impiego parziale o totale di prodotti enzimatici aventi azione proteolitica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione parziale o totale di idrogeno solforato nelle emissioni e solfuri nei reflui.</li> <li>• Limiti: controlli analitici di processo particolarmente difficili. Rischi di danni alle pelli, in particolare al fiore, per attacco enzimatico incontrollato.</li> </ul>
Riciclo del bagno di depilazione	Bagno di depilazione separato dalle pelli depilate e riutilizzato dopo integrazione dei prodotti chimici per un nuovo bagno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: parziale riutilizzo dei prodotti chimici impiegati (20- 40%). Riduzione di idrogeno solforato nelle emissioni e solfuri nei reflui.</li> <li>• Limiti: necessità di analisi nei bagni per il ripristino dei prodotti chimici e di un trattamento di separazione del materiale solido. Produzione di un fango ad elevata alcalinità e ad alto contenuto di solfuri. Accrescimento di salinità e flora batterica.</li> </ul>

### Solidi sospesi totali

Per solidi sospesi si intendono tutte quelle sostanze indisciolte, presenti in un refluo, che vengono trattenute da un filtro a membrana di determinata porosità

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 80 mg/l	≤ 200 mg/l

Tabella 26 - Tecnologie di prevenzione/riduzione solidi sospesi totali

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Filtrazione	Trattamenti di eliminazione dei residui solidi indisciolti mediante processi di separazione quali: filtrazione, ultrafiltrazione, grigliatura, sedimentazione, centrifugazione ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione dei solidi sospesi e del C.O.D. nei reflui.</li> <li>• Limiti: costo di impianti obbligatori per legge.</li> </ul>

### Tensioattivi totali

Composti organici aventi la proprietà di modificare la tensione superficiale dei liquidi nei quali sono disciolti; a seconda delle caratteristiche chimiche, sono di volta in volta utilizzati quali agenti bagnanti, detergenti, penetranti, disperdenti, emulsionanti ecc.

Si dividono in cationici, anionici, non ionici, anfoteri.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(TAB. 3 ALL.5 D.LGS, 11/05/1999 N.152 )</b>	
Acque superficiali	Pubblica fognatura
≤ 2 mg/l	≤ 4 mg/l

Tabella 27 - Tecnologie di prevenzione/riduzione dei tensioattivi totali

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
	Uso di tensioattivi di più facile e veloce biodegradabilità	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione dei tensioattivi nei reflui.</li> <li>• Limiti: costi dei nuovi prodotti probabilmente più elevati.</li> </ul>

## 7.11 Riduzione delle emissioni odorigene

Le principali fonti di emissioni odorigene sono state censite e correlate alla fase del processo produttivo.

Per ridurre le possibilità di diffusione di odori sgradevoli, sono state attuate una serie di misure procedurali e tecnologiche volte ad evitare ogni minimo ristagno di reflui o stoccaggio prolungato di materiali odorigeni. Tutte le sezioni di scarico idrico sono state adeguatamente sifonate e la gestione del depuratore avviene secondo procedure ben definite.

Infine è in atto un costante monitoraggio delle segnalazioni interne ed esterne di episodi di maleodoranze che ci consente di seguirne l'andamento e verificarne le condizioni operative.

### 7.11.1 Il trattamento delle emissioni

Le tecniche convenzionali per il trattamento delle emissioni sono peculiari per le diverse tipologie di inquinanti. Nella tabella che segue si riporta una classificazione generale delle tecnologie di abbattimento delle diverse classi di inquinanti, seguendo l'indice contenuto nell'allegato 5 del DM 12/07/1990 in cui vengono anche brevemente descritte tali tecniche.

Stato dell'inquinante	Tipo	Sistema di abbattimento	Apparecchiature
Particolato	Polveri	• A secco	• Cicloni • Filtri a tasche/maniche • Filtri a letto granulare • Filtri elettrostatici
		• A umido	• Torri di lavaggio
Liquido	Gocce Spray Aerosol	• Dinamici	• Separatori a gravità • Filtri a tasche/maniche • Separatori ad inerzia di urto
		• A umido	• Filtri a candela
Gassoso	Inorganici acidi Anidridi, Ossidi, NO <sub>x</sub> , Cl <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> Basi	• Sistemi ad umido (pluristadio con reazione chimica) dinamici	• Torri di lavaggio (con reazione chimica) • Torri di assorbimento per via umida o secca
		Organici insolubili in acqua	• Termico
	• Chimico fisico		• Adsorbimento a carboni attivi • Combustori termici o catalitici
	• Assorbimento		• Torre di lavaggio (in solventi organici)
	Organici solubili in acqua	• Biologico	• Biofiltri
		• Termico	• Condensatori
		• Chimico fisico	• Adsorbimento a carboni attivi o a resina • Combustori termici o catalitici
		• Assorbimento	• Torre di lavaggio
		• Biologico	• Biofiltri

## 7.12 Sostanze emesse in atmosfera dal ciclo conciarario

### Toluene C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>

Sostanza organica volatile a carattere aromatico, non miscibile in acqua, usata comunemente come diluente di prodotti di rifinitura. Bolle a 110-111°C, ha densità di 0,863 g/cm<sup>3</sup> a 20°C ed un indice di evaporazione sei volte superiore a quello dell'etere etilico.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(Classe IV Tab. D All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
F ≥ 3 Kg/h	≤ 300 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 28 - Tecnologie di prevenzione/riduzione delle emissioni di toluene

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Impiego di tecnologie alternative	Uso di pistole a bassa pressione Sistema di spruzzo a barra fissa Cabina anti rimbalzo	• Vantaggi: riduzione delle emissioni. • Limiti: costi per nuovi investimenti.
Sostituzione con prodotti alternativi	Uso di prodotti prevalentemente a base acquosa	• Vantaggi: riduzione delle emissioni. • Limiti: ridotte prestazioni del prodotto.

**Acetone CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>**

Sostanza organica volatile, miscibile interamente in acqua, usata come solvente per i prodotti di rifinizione. Bolle a 55-56°C, ha una densità di 0.789 g/cm<sup>3</sup> a 20°C e un indice di evaporazione due volte superiore a quello dell'etere etilico.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(Classe V Tab. D All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
F ≥ 4 Kg/h	≤ 600 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 29 - Tecnologie di prevenzione/riduzione delle emissioni di acetone

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Scrubber ad acqua	Abbattitori a scambio di acqua a ciclo chiuso o a ciclo continuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione della concentrazione di acetone nelle emissioni.</li> <li>• Limiti: presenza di acetone nei reflui.</li> </ul>
Impiego di tecnologie alternative	Uso di pistole a bassa pressione Sistema di spruzzo a barra fissa Cabina anti rimbalzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: costi per nuovi investimenti.</li> </ul>
Sostituzione con prodotti alternativi	Uso di prodotti prevalentemente a base acquosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: ridotte prestazioni del prodotto.</li> </ul>

**Formaldeide HCOH**

Gas con caratteristico odore pungente. Comunemente presente in commercio in soluzione acquosa al 40%. Viene utilizzata in rifinizione come fissativo di appretti a base proteica quali prevalentemente caseina, albumina, gelatina.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE</b> <b>(Classe II Tab. D All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
F ≥ 0,1 Kg/h	≤ 20 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 30 - Tecnologie di prevenzione/riduzione della formaldeide

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Scrubber ad acqua	Abbattitore ad acqua a ciclo continuo o a ciclo chiuso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione della concentrazione di formaldeide nelle emissioni.</li> <li>• Limiti: presenza di formaldeide nei reflui.</li> </ul>
Impiego di tecnologie alternative	Uso di pistole a bassa pressione Sistema di spruzzo a barra fissa Cabina anti rimbalzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: costi per nuovi investimenti.</li> </ul>
Sostituzione con prodotti alternativi	Uso di prodotti prevalentemente a base acquosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: ridotte prestazioni del prodotto.</li> </ul>

**Idrogeno Solforato H<sub>2</sub>S**

Acido volatile facilmente ossidabile il cui sviluppo dipende dal pH. In conceria viene generato principalmente dal solfuro di sodio impiegato come agente depilante nella fase di calcinazione-depilazione.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE (Classe II Tab. C All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
F ≥ 50 g/h	≤ 5 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 31 - Tecnologie di prevenzione/riduzione delle emissioni di idrogeno solforato

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Biotecnologie	Depilazione alternativa effettuata con l'impiego parziale o totale di prodotti enzimatici aventi azione proteolitica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione di idrogeno solforato nelle emissioni.</li> <li>• Limiti: controlli analitici di processo particolarmente difficili. Rischi di danni alle pelli, in particolare al fiore.</li> </ul>
Riciclo del bagno di depilazione	Bagno di depilazione separato dalle pelli depilate e riutilizzato dopo integrazione dei prodotti chimici per un nuovo bagno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: parziale riutilizzo dei prodotti chimici impiegati (20- 40%). Riduzione di idrogeno solforato nelle emissioni.</li> <li>• Limiti: necessità di analisi nei bagni per il ripristino dei prodotti chimici e di un trattamento di separazione del materiale solido. Produzione di un fango ad elevata alcalinità e ad alto contenuto di solfuri.</li> </ul>
Pastina depilante per pelli ovine	Applicazione sul lato carne della pelle di una pasta semifluida di materiale inerte (caolino ecc.) contenente calce e solfuro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione di idrogeno solforato dalle emissioni e solfuri dai reflui.</li> <li>• Limiti: maggiore manodopera e necessità di completare la depilaz. in un bagno successivo.</li> </ul>

**Xilolo C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

Sostanza organica volatile a carattere aromatico, presente in commercio come miscela dei tre isomeri orto, meta e para-xilolo; non miscibile in acqua, usata comunemente come diluente di prodotti di raffinazione; bolle a 137-142°C, ha densità di 0.860 g/cm<sup>3</sup> a 20°C ed un indice di evaporazione 15 volte superiore a quello dell'etere etilico.

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE (Classe II Tab. D All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
F ≥ 3 Kg/h	≤ 300 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 32 - Tecnologie di prevenzione/riduzione delle emissioni di xilolo

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Impiego di tecnologie alternative	Uso di pistole a bassa pressione Sistema di spruzzo a barra fissa Cabina anti rimbalzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: costi per nuovi investimenti.</li> </ul>
Sostituzione con prodotti alternativi	Uso di prodotti prevalentemente a base acquosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione delle emissioni.</li> <li>• Limiti: ridotte prestazioni del prodotto.</li> </ul>

**Polveri totali**

Polveri provenienti dalle diverse fasi del ciclo e prevalentemente da: rasatura, smerigliatura e rifinitura

<b>LEGISLAZIONE NAZIONALE (Classe II All.1 DM 12/07/1990)</b>	
Flusso di massa	Concentrazione
$F \geq 0.5 \text{ Kg/h}$	$\leq 50 \text{ mg/m}^3$
$0.1 \leq F \leq 0.5 \text{ Kg/h}$	$\leq 150 \text{ mg/m}^3$

Tabella 33 - Tecnologie di prevenzione/riduzione delle polveri totali

TECNOLOGIA	DESCRIZIONE	NOTE (VANTAGGI E LIMITI)
Scrubber ad acqua e/o impianti a filtri.	Impianti di aspirazione in prossimità delle postazioni in cui si effettuano le operazioni di smerigliatura collegati con abbattitori ad acqua e/o filtri.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vantaggi: riduzione di tali polveri dalle emissioni e conseguente riutilizzo da parte di Aziende specializzate per la produzione di cuoio rigenerato o cartone cuoio per la preparazione di colle.</li> <li>• Limiti: maggiori costi di gestione e di impianti obbligatori per legge.</li> </ul>

### 7.13 Produzione dei rifiuti e trattamento

TIPI DI RIFIUTI	CER
• Fanghi di depurazione esenti da Cromo	040107
• Fanghi di depurazione contenenti Cromo	040106

I fanghi di depurazione che risultano dai trattamenti sono un rifiuto speciale non pericoloso, che può essere riutilizzato in agricoltura, ove esente da Cromo, oppure nella produzione di laterizi.

CER	Rifiuti della lavorazione conciaria
04 01 01	Carniccio e frammenti di calce
04 01 02	Rifiuti di calcinazione
04 01 03	Bagni di sgrassatura esauriti contenenti solventi senza fase liquida
04 01 04	Liquido di concia contenente cromo
04 01 05	Liquido di concia non contenente cromo
04 01 06	Fanghi contenenti cromo
04 01 07	Fanghi non contenenti cromo
04 01 08	Cuoio conciato, scarti, cascami, ritagli, polveri di lucidatura contenenti cromo
04 01 09	Cascami e ritagli da operazioni di confezionamento e finitura
04 01 99	Rifiuti della produzione conciaria non specificati altrimenti

La maggior parte delle materie prime e dei prodotti ausiliari arrivano in conciaria debitamente imballati e confezionati; al termine del loro utilizzo tutti gli imballi in più materiali costituiscono un rifiuto speciale non pericoloso regolamentato da norme che ne favoriscono il riutilizzo.

## 8 STATO DELL'AMBIENTE NEL COMPRESORIO DEL CUOIO

### 8.1 Acqua

Nel Comprensorio sono stati costruiti 4 depuratori centralizzati per il trattamento delle acque reflue.

*Depuratore AQUARNO a Santa Croce:* all'impianto arrivano scarichi industriali da circa 270 concerie e da 200 aziende conto terzi, che eseguono solo una fase della lavorazione delle pelli. Complessivamente tratta giornalmente circa 20.000 mc di reflui industriali e 3.000 mc di reflui civili provenienti da Santa Croce e in parte da Ponte a Cappiano e da Castelfranco di Sotto.

*Depuratore CUOIODEPUR di Ponte a Egola:* tratta giornalmente circa 4.800 mc di reflui industriali conciari, 2.500 mc di reflui civili e 200 mc di reflui misti (percolati di discariche, residui da cabine di verniciatura, fosse settiche, ecc.); complessivamente l'impianto tratta circa 7.500 mc/giorno di reflui misti.

*Depuratore di Ponte a Cappiano:* tratta giornalmente 3.500-4.000 mc di reflui industriali e 600-1.000 mc di reflui civili.

*Depuratore di Castelfranco di Sotto:* tratta giornalmente circa 2.500-2.700 mc di reflui misti, di cui circa 1.000 mc di reflui civili, ricevendo gli scarichi di grosse concerie che hanno già un impianto di trattamento biologico a piè di fabbrica.

Tutti i depuratori scaricano in acque superficiali, tranne che per alcuni parametri chimici (cloruri e solfati). I valori limite per tali parametri sono infatti difficilmente raggiungibili, anche con l'applicazione dei processi di depurazione più avanzati.

Riscontrate tali difficoltà, le Regioni hanno definito limiti tabellari più elevati per cloruri e solfati. In particolare, per la Regione Toscana, tali limiti sono:

- cloruri: 5000 mg/l;
- solfati: 1.800 mg/l.

Il Dipartimento ARPAT di Pisa effettua indagini mirate alla valutazione della qualità delle acque di numerosi corpi idrici che attraversano il territorio della provincia. I controlli del fiume Arno vengono eseguiti con frequenza mensile alle stazioni di: Fucecchio, Calcinaia, S. Giovanni alla Vena e Pisa, determinando una serie di parametri chimico-fisici e microbiologici sufficienti a fornire informazioni sulla qualità del corso d'acqua relativamente sia all'inquinamento di tipo civile che industriale.

Il fiume Arno è risultato, nelle stazioni sopra menzionate, con valori di LIM 3 e 4 (a San Giovanni sempre 4) in tutto il periodo temporale che va dal '97 al 2000, e nei due casi in cui è stato possibile calcolarlo (stazioni di Calcinaia e Fucecchio nell'anno 1997) per la disponibilità del dato IBE, l'indice SECA conferma la 4° classe di qualità.

Il quadro piezometrico è influenzato dai pompaggi in atto, che sono in prevalenza destinati all'uso acquedottistico ed industriale. La geometria piezometrica originaria non è più riconoscibile essendo modificata dai numerosi con di depressione corrispondenti quasi sempre ai pozzi in esercizio.

I massicci pompaggi dei numerosi pozzi esistenti nella zona di S. Croce sull'Arno inducono un profondo cono di depressione piezometrica, con livelli fino a oltre 40m sotto il livello del mare.

Le acque sotterranee sono caratterizzate dal punto di vista chimico-fisico da elevata durezza anche 50°F, presenza di sostanze azotate (ammoniacale, nitriti e nitrati) provenienti soprattutto dagli scarichi civili e dalle attività agro-zootecniche; dalla presenza di sostanze organiche (trielina, cloroformio, percloroetilene ecc.) proveniente dalle attività industriali e artigianali, in particolare quelle relative alla pulitura di metalli e dei tessuti; dalla presenza di metalli pesanti (cromo, cadmio, piombo, zinco ecc.) provenienti dalle attività industriali e artigianali come zincografie, industrie galvaniche, ceramiche ecc.

### 8.2 Rifiuti

Nel processo di produzione di cuoio vengono generati, (come in parte già visto), i seguenti residui<sup>1</sup>:

- *ritagli da pelli grezze* (di testa, zampe e coda) - questi vengono generalmente raccolti e inviati a fabbriche che producono gelatina o, in minima parte, collanti;
- *pelo* - il pelo viene per lo più distrutto dalla calcinatura, rendendo difficile la possibilità di un suo riutilizzo; se recuperato, potrebbe essere impiegato per la produzione di feltro e spazzole, o per la produzione di fertilizzanti (es. Hornpowder);
- *carniccio* - se la scarnatura è effettuata sulle pelli grezze, il residuo non calcinato viene raccolto dai mattatoi che lo impiegano per la produzione di grassi di qualità e proteine; se il materiale è invece calcinato, il suo riutilizzo risulta meno conveniente, può comunque essere impiegato per produrre colla o grassi e proteine decomposte, utilizzati nei mangimi per animali o nei fertilizzanti;
- *ritagli* - se non conciati, sono utilizzabili per la produzione di gelatina per alimenti o prodotti per farmaceutica; se conciati al vegetale, possono essere utilizzati per la produzione di cartoni di fibra; i ritagli di concia al cromo, non utilizzabili da pri-

<sup>1</sup> [Fonte: Atti convegno UNIC, "Riciclo dei residui di conceria: possibilità e prospettive"].

- vati per produzioni artigianali, vengono generalmente smaltiti come rifiuti;
- *rasature* - se provenienti da concia al vegetale, e pertanto prive di metalli pesanti, vengono impiegate per la produzione di cartone di fibra; se provenienti da concia al cromo il loro riutilizzo risulta invece più difficile;
- *polveri di smerigliatura* - in genere vengono smaltite in discarica;
- *fanghi di depurazione* - il problema fondamentale per il riutilizzo di fanghi conciari (ad es. come fertilizzanti in agricoltura) deriva dal loro contenuto di cromo.

Per quanto riguarda in particolare la produzione e il riutilizzo di residui nel Comprensorio toscano del cuoio, le associazioni industriali hanno fornito dati sotto descritti.

*Scarnatura* - da questa operazione deriva il carniccio, residuo costituito da carne e grasso, riutilizzato per la produzione di prodotti tecnici destinati alla zootecnia e all'agricoltura. Il processo di trattamento viene effettuato dal Consorzio S.G.S. S.p.A. (regolarmente autorizzato dal Ministero della Sanità in base al D.Lgs. 508/92). La quantità di carniccio prodotta nel Comprensorio del cuoio è mediamente di circa 80.000 tonn/anno.

*Spaccatura* - l'operazione, che viene effettuata per rendere uniforme e ridurre lo spessore della pelle, genera un residuo (circa 16.000 tonn/anno) con caratteristiche simili a quelle del carniccio, che viene destinato prevalentemente alle aziende per la produzione di gelatine ad uso alimentare.

*Concia e riconcia al cromo* - i liquori di cromo trivalente che vengono scaricati durante l'esecuzione di queste operazioni vengono raccolti ed inviati ad un impianto consortile che tratta e recupera il cromo presente. I liquori di cromo in arrivo all'impianto consortile per l'opportuno trattamento e recupero ammontano mediamente a 100.000 tonn/anno.

*Rasatura, smerigliatura e rifilatura* - i residui di queste lavorazioni, stimati in circa 30.000 tonn/anno, vengono inviati ad aziende per la produzione di concimi organici. Piccole quantità di residui di rasatura, spaccatura e rifilatura vengono invece impiegati per la produzione di cuoio rigenerato.

In Tabella 34 si riportano inoltre i dati, dichiarati dai consorzi di depurazione, relativi alla produzione annua di fanghi, dal 1985 al 1995 (per Aquarno i dati sono disponibili solo dal 1988 e per Cuoioedepur solo dal 1991). Si può osservare dalla tabella come la produzione di fanghi sia sensibilmente aumentata negli ultimi due anni (+28% nel 1994 e +15% nel 1995). Per valutare in quale misura questo aumento possa essere ricondotto al corrispondente aumento di produzione, e quindi di consumi di materie prime e di acqua, sono stati calcolati i kg di fango prodotti per ogni kg di materia prima impiegata (pelle grezza e semilavorata). Inoltre, per il solo depuratore Aquarno, per cui erano disponibili i dati sui volumi complessivi di reflui trattati (civili e industriali), sono stati calcolati i kg di fango prodotti per ogni mc. di acqua trattata. I risultati sono riportati in Tabella 35, che evidenzia il progressivo incremento, particolarmente rilevante nell'ultimo anno, della quantità di fanghi prodotti per unità di materia prima trattata, e analogamente il sensibile incremento, nel 1994 e 1995, della quantità di fanghi prodotti per ogni mc. di acqua trattata al depuratore Aquarno. L'aumento complessivo di fanghi prodotti negli ultimi anni non può pertanto essere ricondotto esclusivamente all'incremento di produzione.

Tabella 34 - *Produzione annua di fanghi di risulta dal 1985 al 1995 [tonn/anno].*

Anno	Aquarno	Cuoioedepur	Castelfranco	Ponte a Capp.	TOTALE
1985	n.d.	n.d.	870	11.903	-
1986	n.d.	n.d.	900	10.437	-
1987	n.d.	n.d.	1.100	12.361	-
1988	112.238	n.d.	1.300	11.802	-
1989	116.410	n.d.	3.300	14.561	-
1990	99.518	n.d.	6.000	15.347	-
1991	92.288	63.503	6.000	15.292	177.083
1992	96.905	63.521	6.000	17.085	183.511
1993	108.416	66.608	4.700	18.596	198.320
1994	156.137	67.968	5.500	24.305	253.910
1995	178.466	82.890	6.400	23.202	290.958

Tabella 35 - *Produzione specifica di fango [kg fango/kg materia prima lavorata; kg fango/mc acqua depurata per il solo depuratore Aquarno].*

Anno	kg fango/mc acqua trattata (depuratore Aquarno)	kg fango/kg materia prima lavorata
1988	18,99	-
1989	23,48	-
1990	19,25	-
1991	17,07	0,73
1992	18,55	0,74
1993	20,50	0,75
1994	27,38	0,79
1995	26,32	0,92

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative dei fanghi, sulla base di analisi chimiche effettuate da ARPAT nel giugno 1996, si mette in evidenza quanto segue:

- elevata percentuale di contenuto d'acqua (60%-73%);
- alta percentuale di sostanza organica (33-59%);
- alto contenuto di cloruri (835-2874 mg/kg);
- elevato contenuto di metalli pesanti con prevalenza di cromo totale (le analisi escluderebbero comunque la presenza di cromo esavalente) (1482-19498 mg/kg).

*Composizione media di fanghi da depurazione acque conciarie in %<sup>2</sup>*

	Minima	Massima
Acqua#	55	75
Sost. organiche	40	75
Sost. inorganiche	25	60
Carbonio organico	21	38
Azoto ammoniacale	0,1	1,6
Azoto organico	1,3	7,0
Cromo III	0,5	5
Alluminio	0	5
Ferro	0,6	12
Calcio*	1	15
pH*	7,3	7,3
Fosforo totale*	0,01	0,03

#sul tal quale; \*prevalentemente proveniente da trattamenti di depurazione.

<sup>2</sup> Fonte: *Trattamenti termici dei fanghi conciarie*. (M. Tomaselli e al. CPMC 141 4 1999)

Altri rifiuti. Produzione rifiuti speciali caratteristici delle concerie nel 1999 in t/anno <sup>3</sup>

CER	AR	FI	GR	LI	LU	MS	PI	PO	PT	SI	Tot
<b>04 01 00</b>							22,6				22,6
04 01 01		237,5		4,8			9200,8				9443
04 01 02		4,6					599,5				604,2
<b>04 01 03</b>		14,6									14,6
04 01 04		23547,2					72116,1				95663,3
04 01 05		10011,8					1331,4				11343,2
04 01 06		4944,3			27,8	0,5	23042,3		14		28028,8
04 01 07		4141,8					13181,7			3	17326,5
04 01 08	30	8003,5			249,6		68844,8	152,8	249,3	53,5	77583,4
04 01 09	70,5	642,4	0,9	6,1	3340,4		1191,6	8	932	31	6222,8
04 01 99	26,8	6089,1		0,5	161,3		33384,2	33,6	636,9	105,7	40438,2

CER	
<b>04 01 00</b>	Rifiuti dell'industria della lavorazione della pelle
04 01 01	Carniccio e frammenti di calce
04 01 02	Rifiuti di calcinazione
<b>04 01 03</b>	Bagni di sgrassatura esauriti contenenti solventi senza fase liquida
04 01 04	Liquido di concia contenente cromo
04 01 05	Liquido di concia non contenente cromo
04 01 06	Fanghi contenenti cromo
04 01 07	Fanghi non contenenti cromo
04 01 08	Cuoio conciato, scarti, cascami, ritagli, polveri di lucidatura contenenti cromo
04 01 09	Cascami e ritagli da operazioni di confezionamento e finitura
04 01 99	Rifiuti della produzione conciaria non specificati altrimenti

Il carniccio viene conferito a stabilimenti per la produzione di grassi, ammendanti; la spaccatura in trippa (per pelli con certificazione veterinaria) viene conferita a ditte per produrre gelatine per uso alimentare e farmaceutico; la spaccatura in trippa (per pelli senza certificazione) a ditte per la produzione di grassi.

Le spaccature in blu: se di piccola pezzatura vanno a ditte per produrre fertilizzanti, cuoio rigenerato (che polverizzato e mescolato con collante serve per produrre prodotti come soles ecc.); se le croste sono intere o di pezzatura utilizzabile vanno alle concerie che lavorano le croste.

Le rasature vengono conferite a ditte per la produzione di fertilizzanti.

I ritagli di pelle finita (sforbiciature) vengono conferiti a ditte per produrre piccola pelletteria (cinturini di orologio, ecc.) oppure cuoio rigenerato o rifiuto.

I reflui con cromo vengono conferiti al consorzio per il recupero cromo e i reflui al depuratore.

#### Impianti di trattamento fanghi<sup>4</sup>

*Essiccatore* - localizzato presso l'impianto di depurazione Cuoidepur, nel Comune di San Miniato, località San Romano. In quest'impianto avviene una stabilizzazione chimico-fisica ed una drastica riduzione dei volumi e del peso dei fanghi (grazie alla riduzione del grado di umidità dal 65% attuale al 10-15%) da smaltire o riutilizzare. L'impianto ha potenzialità media di circa 200 tonn/giorno di fango disidratato, pari a 8,5 tonn/ora, e opera su un ciclo continuo di 24 ore per 7 giorni la settimana. La portata massima è di 12 tonn/ora, pertanto presenta dei margini per il recupero di produzione successivamente a fermate dell'impianto non programmate. Il progetto prevede 3 linee operanti in parallelo costituite da alimentazione automatizzata del fango, da turbo essiccatori a film sottile operanti a circa 90°C, da una sezione di trattamento fumi ad umido che permette l'abbattimento di particelle solide trascinate dai vapori e la condensazione del vapore acqueo successivamente avviato al trattamento acque. Le fumane deumidificate vengono riciclate,

<sup>3</sup> *Convegno Catasto dei rifiuti*, (22/03/2001 Firenze)

<sup>4</sup> [Fonte: Consorzi per la depurazione delle acque, Consorzio Conciatori di Ponte a Egola e Associazione Conciatori di Santa Croce; Dipartimento Ambiente della Regione Toscana e Settore Ambiente della Provincia di Pisa per le informazioni relative agli impianti di smaltimento alternativo dei fanghi]

previo riscaldamento indiretto con olio diatermico, prevalentemente agli essiccatori. La rimanente parte verrà spillata ed inviata come aria comburente al bruciatore della caldaia. Il processo porta alla produzione di circa 85 tonn/giorno di fango essiccato. I dati relativi alle emissioni atmosferiche e alla qualità delle acque di scarico sono stati acquisiti durante la sperimentazione effettuata sull'impianto pilota ubicato a piè di fabbrica. Dal controllo delle emissioni del camino si sono riscontrati valori nella norma, così come non si sono riscontrate variazioni sulle immissioni nei punti monitorati, in prossimità dell'impianto.

*Ecoespanso* - localizzato nella nuova zona industriale di Santa Croce, in via del Trebbio, a circa 1,5 km dall'impianto di produzione dei fanghi. Il progetto prevede l'aggiunta ai fanghi di argilla ed eventuali altri additivi di origine minerale, ed il trattamento di detta miscela tramite un processo di sinterizzazione, per la produzione di granulati inerti utilizzabili per la produzione di materiali per l'edilizia. Il prodotto ha ovviamente un volume molto maggiore di quello dei fanghi da inertizzare. Il processo si basa sulla proprietà che ha l'argilla, miscelata con calcari e/o caolini particolari, di creare una struttura reticolare, capace di bloccare la migrazione di metalli pesanti eventualmente presenti. L'impianto è stato progettato per il trattamento di 400 tonn/giorno di fanghi conciaci pre-disidratati su nastro presse e filtro presse. Il processo di trattamento comporta la produzione di vapori, che vengono trattati in appositi impianti di abbattimento, di condense, che vengono reimmesse all'impianto di depurazione, e di un certo quantitativo di polveri provenienti dall'impianto di abbattimento. L'impianto è dotato di sistemi di recupero del calore. Il progetto prevede la possibilità di effettuare la disidratazione del fango proveniente dall'impianto di depurazione presso lo stesso impianto di trattamento; ciò comporta la realizzazione di un fangodotto per l'invio dei fanghi liquidi a questo impianto, eliminando così il trasporto su gomma.

### 8.3 Aria

Il complesso dei processi produttivi derivanti dal cuoio determina la immissione in atmosfera in maniera diffusa, attraverso centinaia di punti di emissione, di un numero elevato di sostanze, i cui effetti più immediati e conosciuti si manifestano in forma eclatante, nelle zone a maggiore densità produttiva, con fenomeni di maleodoranze.

I composti più significativi, per le loro caratteristiche chimiche e tossicologiche e per le quantità emesse, sono in ordine decrescente: idrogeno solforato, ammoniaca, S.O.V. (principalmente toluene, xileni, acetone, acetati organici).

La rete di monitoraggio nel Comprensorio del cuoio è costituita da sette stazioni fisse di misura, situate nei comuni di Montopoli, Castelfranco, Fucecchio, S. Maria a Monte e S. Croce S/A in punti nevralgici. La rete voluta dai comuni è stata realizzata dalla Provincia e finanziata dalla Regione. Vengono monitorati in continuo i seguenti parametri: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NMHC, O<sub>3</sub>, BTX.

Particolare attenzione è stata dedicata al fenomeno delle maleodoranze (progetto Università Scali). Significative risultano le concentrazioni di solventi che vengono impiegate in alcune fasi di lavorazione della pelle e che poi si ritrovano nell'aria.

Con il contributo sostanziale delle associazioni imprenditoriali, è in fase di realizzazione un sistema di telerilevamento delle maleodoranze così da poter intervenire preventivamente al fine di diminuire gli effetti.

#### Idrogeno solforato

L'idrogeno solforato è l'inquinante che, per le sue caratteristiche chimico-fisiche, è il più monitorato del Comprensorio del cuoio (l'analizzatore è infatti presente in tutte le stazioni), principalmente per la sua bassa soglia di olfattività (7 u.g/mc) e per l'odore particolarmente sgradevole; è emesso durante le attività di concia, con particolare riferimento alle fasi di calcinaio e pickel, e dagli impianti di depurazione delle acque. Anche per questo inquinante non esiste un valore appropriato per il confronto, ma soltanto dei valori relativi alle immissioni (DPCM 28/3/1983) di stabilimenti industriali; tali limiti sono da applicare in qualunque punto esterno ai perimetri industriali, non sono quindi completamente adeguati per la valutazione della qualità dell'aria in quanto eccessivi, però sono anche gli unici valori esistenti nella normativa. Per questi motivi è stato preso in esame anche il limite della soglia olfattiva, accettato dalla Comunità scientifica internazionale, che ha anche il merito di considerare l'aspetto dei cosiddetti odori molesti.

Dall'analisi dei dati in tabella si può notare come le concentrazioni più alte sono state osservate a Cerri, dove è stato registrato il maggior numero di superi dei valori di confronto e della soglia olfattiva, anche se il trend mostra una notevole diminuzione dal 1999 e 2000. La generale tendenza al miglioramento è confermata anche dai dati osservati per le altre stazioni del Comprensorio; si osserva infatti un netto calo dei valori orari più alti (S. Romano) e dei superamenti della soglia olfattiva (Fucecchio, S. Maria a Monte, Castelfranco e Serao).

#### Toluene e n-Esano

Il Toluene ed il n-Esano, due idrocarburi presenti nelle benzine, sono utilizzati nell'industria conciaria e calzaturiera come solventi; il consumo dei solventi nell'area del Comprensorio è piuttosto elevato, il più alto della Toscana. Si fa osservare che per entrambi gli inquinanti non esiste un valore di riferimento normato, pertanto le elaborazioni statistiche sono limitate alle variazioni nel tempo dei due parametri.

In tabella sono riportati gli indici statistici elaborati per il Toluene. Si può osservare una tendenza alla diminuzione nel tempo per le stazioni di Coop e S. Romano, dove è marcato il decremento nel 1999, mentre a Cerri, caratterizzato dai valori più elevati in assoluto, la situazione appare in miglioramento e a partire dal 2000 stazionaria.

Normativa	Santa Croce sull'Arno												Montopoli		Fucecchio		S. Maria a Monte		Castelfranco											
	Valori di riferimento.						Serao						Cerri		San Romano		Fucecchio		S. Maria a Monte		Castelfranco									
	Coop	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00					
Media giornaliera		3.9	2.6	3.9	3.3	3.8	4.1	2.4	1.9	15.9	18.9	6.9	4.4	5.8	4.8	2.8	3.3	5.0	6.2	3.7	2.7	4.0	5.7	2.2	2.1	3.2	5.4	3.2	2.3	
Media oraria annua		3.9	2.6	3.9	3.4	3.8	4.1	2.4	1.9	15.9	18.9	6.9	4.4	5.8	4.8	2.8	3.3	5.0	6.2	3.7	2.7	4.0	5.7	2.2	2.1	3.2	5.4	3.2	2.3	
M" superi v.l. 40	DPR 322/71	40	vai. limite	0	0	0	0	0	0	18	26	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N° superi v.l. 100	DPR 322/71	100*	vai. limite	0	2	0	0	0	1	167	208	52	19	27	7	0	3	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
% superi soglia olf.		13	13	10	13	14	20	7	5	46	58	20	14	13	13	9	12	29	13	17	8	17	30	7	7	11	20	12	6	

\* durata campionamento 30 secondi

Normativa	Santa Croce sull'Arno												Cerri		Montopoli		Fucecchio				
	Valori di Riferimento						Coop						Serao		Cerri		San Romano		Fucecchio		
	Coop	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00
Media giornaliera		202	110	101	99	148	213	82	81	245	184	105	96	139	118	76	73	100	156	74	98
Media trioraria 6-9		243	125	127	130	151	228	100	82	254	191	124	112	158	124	90	89	106	205	76	106
% superi media giornaliera	DPCM 28/3/83	200	51	15	18	18	16	55	8	62	38	16	17	22	19	9	8	2	47	7	10

analizzatore con un lungo periodo di fermo

	Santa Croce sull'Arno												Montopoli			
	Coop						Cerri						S.Romano			
	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00	97	98	99	00
Media oraria	29.0	23.7	16.0	22.7	43.0	36.7	46.8	25.0	21.2	22.4	17.9	21.5				
Mediana	17.0	14.7	10.1	13.4	41.0	32.0	35.7	18.3	19.3	21.6	13.6	13.9				
98° percentile	156.0	114.0	75.7	115.2	92.0	91.6	153.5	98.9	56.0	62.9	65.9	80.2				

## 8.4 Suolo<sup>5</sup>

Gli scarichi delle acque reflue e dei fanghi avvenuti sistematicamente fino dagli anni '70 nei corsi d'acqua superficiali, in falda e sui terreni, quando ancora non erano operanti le normative antinquinamento, hanno provocato una sensibile modifica delle proprietà dei terreni, della qualità delle piante e delle acque sotterranee. Da un'indagine condotta sui terreni interessati dall'attività conciarica e su quelli limitrofi, è scaturito un quadro preoccupante per quanto riguarda la vulnerabilità dell'ecosistema. Su questi terreni, infatti, per anni, sono stati applicati fanghi di conceria ad alto carico inquinante, in quanto caratterizzato da un'elevata concentrazione di cromo e COD. Il cromo fu usato come marcatore dell'inquinamento, in quanto è un metallo notoriamente utilizzato nel processo di concia ed ha la proprietà di fissarsi nel terreno, ma è poco assorbito dalle piante (è possibile trovarne traccia nelle radici, ma raramente è rilevabile nel fusto della pianta). E' stata ritrovata una marcata presenza di cromo nel terreno e nelle radici, in misura prevalente nella zona di Santa Croce rispetto agli altri comuni del comprensorio. Analisi effettuate sui terreni di Santa Croce hanno evidenziato un andamento della distribuzione del cromo maggiore nella zona del depuratore e gradualmente minore spostandosi verso il centro abitato, con valori di concentrazione compresi tra 75 e 5.000 mg/kg.

A proposito del cromo, è di fondamentale importanza sottolineare la differenza tra cromo trivalente (cromo III) e cromo esavalente (cromo VI). Il primo è mutagenicamente inattivo, ed è un micronutriente essenziale (l'uomo ne necessita di 50-200 microgrammi al giorno); solo in alte dosi risulta teratogeno (azione sui feti). Il secondo è invece mutageno, teratogeno, ed induce il cancro polmonare.

Il cromo trivalente adsorbito sui fanghi è poco solubile anche a pH acido, quindi i fanghi non presentano particolari problemi per la disposizione in discarica o direttamente sul terreno. Si deve comunque considerare che ripetuti campionamenti di suolo sottoposto a spandimento di fanghi contenenti cromo, in un arco di diciannove anni (66 tonnellate di fanghi per ettaro ogni anno), hanno mostrato un aumento della concentrazione di cromo da 0,9 a 2,6 mg/kg, e quest'ultima concentrazione si è mantenuta pressoché costante per sette anni dopo la cessazione dello spandimento.

## 8.5 Territorio

Un altro aspetto che deve essere considerato nel valutare lo stato dell'ambiente nel Comprensorio del cuoio è l'assetto urbanistico dei Comuni, ed in particolare del Comune di Santa Croce sull'Arno, caratterizzato da una forte commistione tra tessuto industriale e residenziale. Questo fatto comporta, oltre che evidenti problemi di qualità dell'ambiente urbano, anche notevoli rischi per la sicurezza dei lavoratori, nonché una riduzione della capacità produttiva delle aziende, a causa della mancanza di adeguati spazi e dell'arretratezza delle strutture produttive. I nuovi Piani Regolatori dei Comuni del comprensorio prevedono il trasferimento delle attività produttive nelle zone industriali, ma soprattutto nel Comune di Santa Croce si verificano già problemi di congestione delle aree esistenti. Con il trasferimento delle attività produttive si apre poi il problema del riutilizzo delle aree dismesse, che molto probabilmente richiederanno interventi di bonifica. Nel programmare interventi nel Comprensorio del cuoio è pertanto indispensabile prendere in considerazione questo aspetto.

<sup>5</sup> [Ceccanti & Masciandaro, *Studio dello stato dell'arte e della prefattibilità tecnica di un processo integrato per il riciclo del bagno di calceinaio*, 1995]. [Fonti: Dott. Sandro Gagliardi di Pisa per informazioni su progetto di ricarica artificiale delle falde acquifere artesiane; Dott. Damasco Morelli, PubliSer, per informazioni relative al progetto di acquedotto industriale; Dott. Fabio Masi, Università di Firenze, per informazioni relative al cromo]



**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze