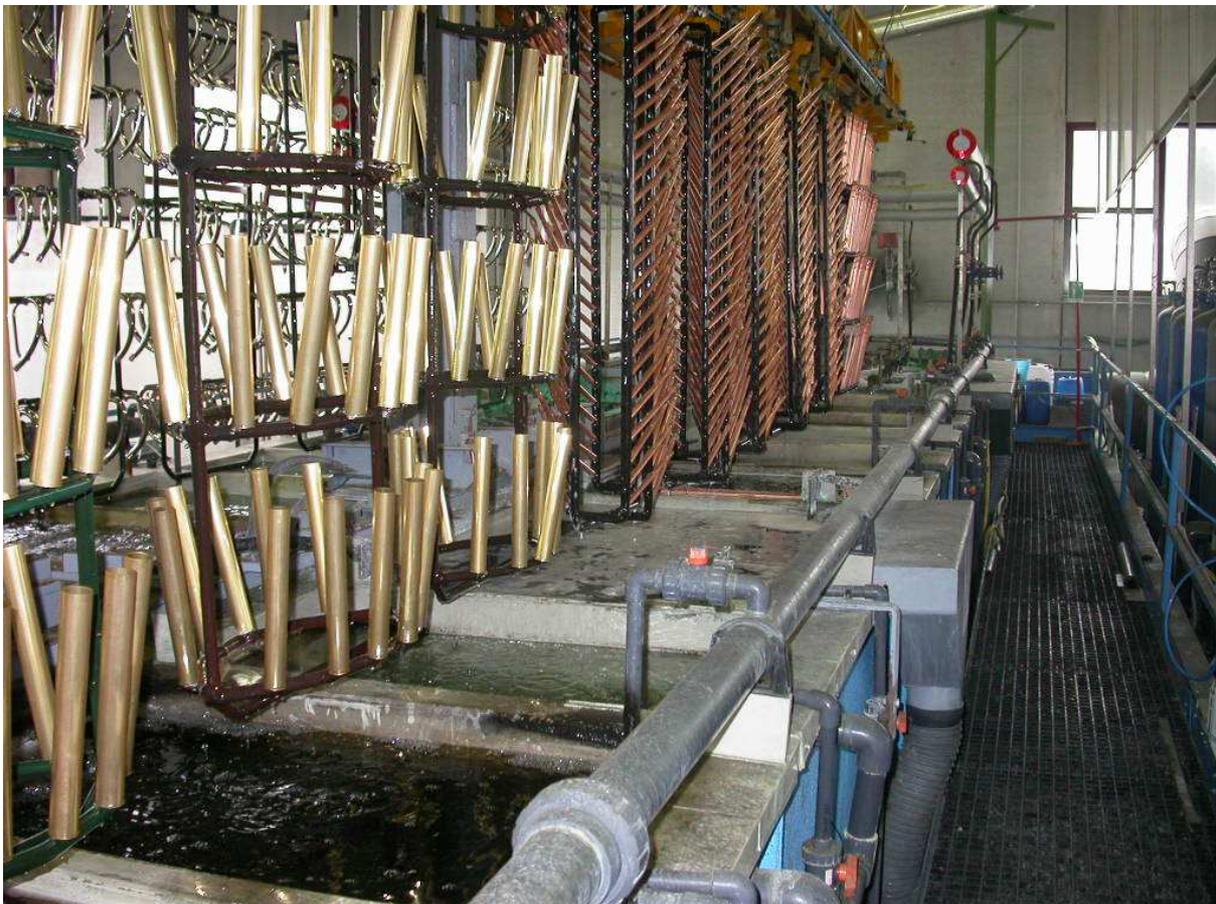


**ASL NO**



**ASL VCO**



***Piano di prevenzione  
mirato alla riduzione dei rischi professionali  
nel comparto galvaniche  
nel territorio del Piemonte Nord-Orientale***

## SOMMARIO

1. Premessa	pag. 4
2. Introduzione	pag. 4
3. Descrizione delle tecnologie e delle lavorazioni nei processi galvanici. Rischio chimico correlato:	pag. 9
3.1. Trattamenti metallici nell'industria galvanica.	pag. 9
3.2. La pericolosità delle sostanze utilizzate	pag. 29
3.3. Tipologie degli impianti galvanici	pag. 49
3.4. Mansioni nel reparto galvanica	pag. 55
3.5. Sistemi di ventilazione generale e di aspirazione localizzata	pag. 57
4. Caratteristiche del comparto galvanico del Piemonte Nord Orientale.	pag. 65
4.1 Analisi delle realtà aziendali costituenti il comparto	pag. 65
4.2 Attività di vigilanza della ASL 13	pag. 78
4.3 La qualità dei documenti di valutazione del rischio chimico e cancerogeno. L'esperienza della ASL 13.	pag. 92
4.4 Valutazione dell'attività di sorveglianza sanitaria svolta dai medici competenti	pag. 99
5. Attività di monitoraggio nelle industrie galvaniche.	pag. 107
5.1 Scelta del campione rappresentativo.	pag. 107
5.2 Metodologie di prelievo e analisi.	pag. 109
5.3 Valori Limite di esposizione professionale adottati	pag. 117
5.4 Analisi dei risultati.	pag. 115
5.5 Monitoraggio biologico	pag. 128
6. Attività di approfondimento.	pag. 147
6.1 Studio di variabilità del monitoraggio ambientale	pag. 147
6.2 Analisi contaminazione acque fine trattamento.	pag. 154
6.3 valutazione dell'esposizione cutanea a nickel e cromo nell'industria galvanica	pag. 155
7. Bibliografia	pag. 156
8. Allegati.	pag. 158

Al progetto hanno partecipato:

- ⇒ per il Servizio di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro dell'ASL NO ex ASL 13:  
Biagio Calò, direttore del servizio  
Antonella Castelli, tecnico della prevenzione  
Ivana Cucco, medico del lavoro  
Alessandra Cutri, infermiera professionale  
Alberto Diana, tecnico della prevenzione  
Walter Lazzarotto, tecnico della prevenzione  
Daniela Lucchi, assistente sanitaria  
Damiano Mones, medico del lavoro  
Cristina Palermo, infermiera professionale  
Sergio Schietti, tecnico della prevenzione  
Davide Surace, tecnico della prevenzione
  
- ⇒ per il Servizio di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro dell'ASL VCO ex ASL 14 :  
Francesco Lembo, direttore del servizio  
Maurizio Bosi, tecnico della prevenzione  
Maria Elisabetta Montinaro, medico del lavoro  
Piero Nolli, tecnico della prevenzione  
Regina Silveri, infermiera professionale  
Giovanni Trincheri, tecnico della prevenzione
  
- ⇒ per ARPA Piemonte (SS 20.02 Igiene Industriale):  
Marco Fontana, Responsabile SS 20.02  
Cristina Bertello, Referente Progetto  
Gino Sanvido  
Roberto Riggio  
Paolo Fornetti  
Anna Maria Scibelli  
Antonino Runci  
Giuseppe Bianco  
Dario Quaranta  
Manuela Agnello  
Maura Fenoglietto
  
- ⇒ per il Servizio di Medicina del Lavoro dell'Azienda Ospedaliera Maggiore della Carità di Novara:  
Carlo Mantovani, direttore del servizio
  
- ⇒ le analisi chimiche dei campioni di aeriformi sono state eseguite dal Laboratorio Strumentale AA ICP MS, della SS 02.11 Attività strumentali di laboratorio del quadrante Nord-Ovest di ARPA Piemonte
  
- ⇒ le analisi chimiche dei campioni biologici sono state eseguite dal laboratorio di Tossicologia del Laboratorio di Ricerche Cliniche dell' Azienda Ospedaliera di Novara

Si ringrazia il personale amministrativo delle strutture coinvolte nel progetto che ha contribuito alla realizzazione.

Si ringraziano tutte le aziende coinvolte nel piano di comparto per la collaborazione dimostrata, in particolare la ditta "R.M.P. SAVOINI s.r.l." di Galliate che ha permesso di eseguire ulteriori approfondimenti di studio.

L'applicativo inforiskderm è stato messo a punto dal Dr. Maina ed i suoi collaboratori del CTO di Torino – Igiene Industriale, ed è stato sperimentato con la collaborazione di personale S.Pre.S.A.L.

## **1. PREMESSA**

Nel corso degli ultimi anni, la Direzione della Sanità Pubblica della Regione Piemonte ha promosso la realizzazione di piani di comparto mirati su specifici rischi, come strumento per incentivare interventi di prevenzione primaria da parte delle strutture SPreSAL.

La presenza nelle province di Novara e del Verbano Cusio Ossola di un grande numero di insediamenti produttivi, che fanno trattamenti galvanici, ha indotto gli operatori della prevenzione delle ASL N. 13 e N. 14 a realizzare un progetto condiviso di comparto, mirato alla riduzione dei rischi professionali connessi, in particolar modo, alla presenza di sostanze chimiche pericolose per la salute e la sicurezza dei lavoratori, alcune delle quali riconosciute cancerogene per l'uomo. Nonostante la proporzione di aziende e di addetti in queste ASL sia molto inferiore a quella di altri settori, si è giudicato prioritario un intervento di comparto per la valutazione e la riduzione dell'esposizione ad alcune sostanze utilizzate in quest'ambito. Ciò per vari elementi, quali: la diffusa esposizione degli addetti a tali sostanze, la gravità delle patologie che sono in grado di provocare e la disponibilità di mezzi tecnici e misure organizzative per il controllo di tali esposizioni.

Infatti, diversi studi epidemiologici su coorti di lavoratori del settore galvanico hanno riscontrato eccessi di mortalità per tumori, soprattutto a carico del polmone, in particolare negli stabilimenti dove venivano svolte lavorazioni di cromatura e nichelatura. Da questi studi il rischio di tumore del polmone negli addetti del settore pare stimabile in un ordine di grandezza 2-4 volte rispetto ad una popolazione non esposta, con rischi relativi più elevati (fino a 9 volte) per i lavoratori addetti all'elettrodeposizione per un periodo superiore a 5 anni. Altre patologie che mostrano un'elevata incidenza in questi lavoratori sono quelle cutanee, costituite principalmente da dermatiti allergiche conseguenti a sensibilizzazione cutanea a composti di cromo e nickel, quelle dell'apparato respiratorio, comprendenti l'asma bronchiale, le broncopneumopatie croniche ostruttive e l'atrofia del setto nasale.

La realizzazione di questo progetto, attraverso i sopralluoghi eseguiti nelle aziende e l'approfondimento dell'analisi dei rischi, ha consentito di arricchire le conoscenze nel settore dei trattamenti galvanici.

## **2. INTRODUZIONE**

Nel 2001 la Direzione di Sanità Pubblica della Regione ha deciso di promuovere la realizzazione di piani mirati di comparto in tutte le Aziende Sanitarie Locali (ASL) del Piemonte.

In seguito, con DGR n°58 del 14/05/03, la Regione Piemonte ha finanziato il piano d'intervento mirato alla riduzione dell'esposizione a rischi professionali nel comparto galvanico, relativamente ai territori delle Aziende Sanitarie Locali N. 13 di Novara e N. 14 del VCO (Verbano – Cusio – Ossola).

Gli obiettivi fissati dal piano di comparto sono così riassumibili:

- descrizione del profilo di rischio dei lavoratori impiegati nelle aziende del comparto galvanico, con particolare attenzione al rischio chimico e cancerogeno
- Individuazione delle migliori soluzioni tecniche disponibili o realizzabili al fine di una sempre maggiore tutela della salute dei lavoratori esposti
- Valutazione di eventuali elementi di novità scaturiti da questa esperienza, per un miglioramento costante degli ambienti di lavoro delle industrie galvaniche

- Azione di prevenzione rivolta a tutte le unità produttive del settore, alla luce delle risultanze del piano di comparto
- Miglioramento complessivo degli standard di sicurezza, al fine di una equiparazione di tutte le ditte galvaniche, con riferimento alle misure adottate e riscontrate nelle aziende più avanzate dal punto di vista dell'igiene del lavoro
- Miglioramento delle strategie di controllo e di prevenzione specifiche per il settore

Il progetto, che ha preso avvio nel novembre 2003, ha coinvolto ottantadue ditte che si occupano di trattamenti galvanici, prevalentemente nel settore della rubinetteria. Ad esso hanno collaborato i tecnici ARPA Piemonte della Struttura Semplice SS 20.02 Igiene Industriale, gli operatori dei Servizi per la Prevenzione e la Sicurezza negli Ambienti di lavoro dell'ASL N. 13 di Novara e dell'ASL N. 14 del VCO, il Servizio di Medicina del Lavoro dell'Azienda Ospedaliera Maggiore della Carità di Novara.

In relazione al numero delle aziende presenti e ai lavoratori occupati, il settore dei trattamenti galvanici riveste un carattere di particolare importanza sul territorio delle due province, soprattutto nei comuni di S. Maurizio d'Opaglio e Gozzano, nel territorio intorno al lago d'Orta (vedi figura 1 e Grafici 1 e 2).

Figura 1 – distribuzione delle aziende nel territorio del lago d'Orta



In questo ambito sono inserite non solo aziende di grandi dimensioni, leader nel settore delle rubinetterie, ma anche un diffuso indotto caratterizzato da attività di piccole dimensioni con pochi dipendenti, in prevalenza a conduzione familiare. In generale le ditte maggiori conferiscono a terzi alcune lavorazioni,

quali la scromatura e la snichelatura dei pezzi o la smetallizzazione dei telai, talvolta anche i trattamenti di nichelatura e cromatura.

Nel comparto galvanico lavorano circa 4956 addetti, di cui 738 occupati esclusivamente nei reparti galvanici. Il numero di addetti per unità produttiva è estremamente variabile, da industrie che occupano più di cinquecento persone a piccole realtà a conduzione familiare con due soli lavoratori. Le aziende nelle quali l'attività galvanica è preponderante rispetto alle altre sono quelle con minor numero di addetti.

*Grafico 1: distribuzione delle imprese galvaniche nei comuni dell'ASL 14 Verbania Cusio Ossola*

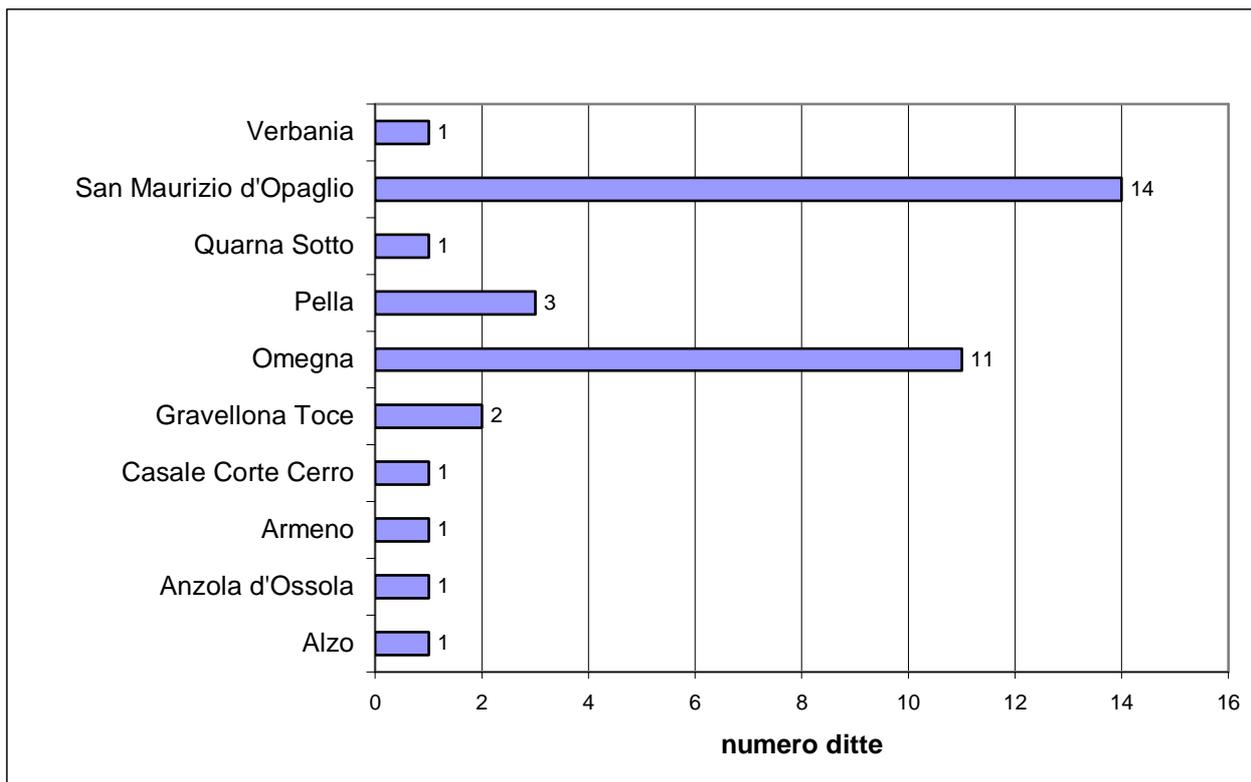
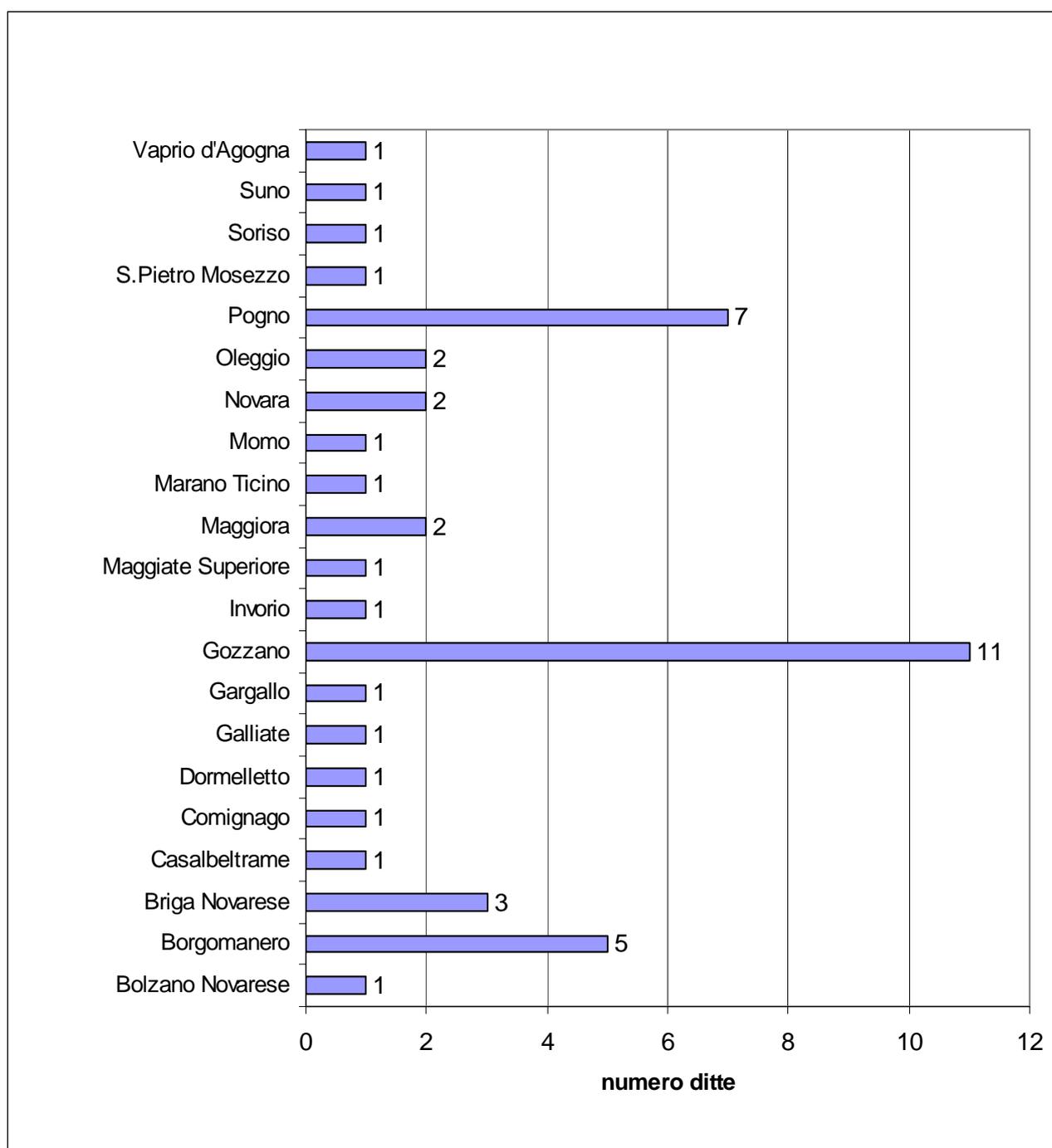


Grafico 2: distribuzione delle imprese galvaniche nei comuni dell'ASL 13 Novara



Il lavoro svolto ha permesso di conoscere tutte le realtà produttive e di raccogliere informazioni sia sul ciclo produttivo sia sulle condizioni di esposizione alle sostanze chimiche presenti nel ciclo del trattamento galvanico.

Grazie al confronto tra aziende dello stesso tipo, il progetto ha consentito di descrivere il profilo di esposizione a rischi professionali, soprattutto rischio chimico e da esposizione ad agenti cancerogeni, con particolare attenzione al cromo ed al nichel, attraverso l'identificazione dei processi, delle tipologie degli impianti e delle singole mansioni.

L'esecuzione del piano di comparto è stata preceduta da un'attività preparatoria :

- Individuazione del personale ASL e ARPA partecipante e sua formazione
- Studio della tecnologia e del rischio chimico presente nel comparto
- Ricognizione delle esperienze pregresse sul settore galvanico in Piemonte, con reperimento di materiali dagli archivi ASL e ARPA
- Aggiornamento del database anagrafico delle aziende del comparto presenti sul territorio (fonti: anagrafi, archivi servizio, camera di commercio, altro)
- Preparazione di un questionario da trasmettere alle aziende per l'acquisizione omogenea delle informazioni riguardanti le unità produttive presenti sul territorio (lavorazioni effettuate, numero di addetti, sostanze impiegate, ecc. - Allegato 1)
- Elaborazione di una lista di documenti da richiedere alle aziende oggetto di indagine
- Trasmissione dei questionari e della richiesta di documentazione a tutte le aziende, individuate come appartenenti al comparto, presenti sul territorio dell'ASL 13 di Novara e dell'ASL 14 del VCO
- Raccolta ed elaborazione delle informazioni ottenute dalle aziende; tramite i questionari, creazione di data-base per la raccolta e l'archiviazione del materiale
- Definizione di una check-list per l'esecuzione dei sopralluoghi
- Elaborazione delle informazioni al fine di individuare priorità di indagine

Le attività svolte possono essere così descritte:

- presentazione del progetto alle aziende coinvolte, alle associazioni di categoria e alle parti sociali
- esecuzione del primo sopralluogo in tutte le aziende, nel periodo marzo - settembre 2004
- i risultati delle check-list di sopralluogo sono stati inseriti in un database
- individuazione di un campione rappresentativo di aziende
- esecuzione dei monitoraggi ambientali e biologici nelle 20 aziende del campione, nel periodo novembre 2004 - maggio 2005
- elaborazione dei risultati analitici conseguiti
- analisi dei documenti di valutazione dei rischi e della documentazione relativa alla sorveglianza sanitaria, acquisiti in occasione dei sopralluoghi
- sperimentazione di un protocollo di monitoraggio per la valutazione del rischio cutaneo, nel periodo febbraio - maggio 2005
- valutazione approfondita dei sistemi di aspirazione localizzata, con misure di portata in condotta, per un'azienda campione, nel periodo gennaio - luglio 2006

Attraverso le risposte delle aziende ai questionari inviati alle ditte ed ai dati contenuti nei documenti aziendali si è ottenuto un aggiornamento dell'archivio delle aziende del settore galvanico.

Le check-list, compilate durante i sopralluoghi, sono state utilizzate per effettuare elaborazioni statistiche descrittive e verifiche dei dati rilevati dai questionari, circa le caratteristiche tecnologiche di processo.

### 3. DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE LAVORAZIONI NEI PROCESSI GALVANICI. RISCHIO CHIMICO CORRELATO.

#### 3.1 TRATTAMENTI METALLICI NELL'INDUSTRIA GALVANICA

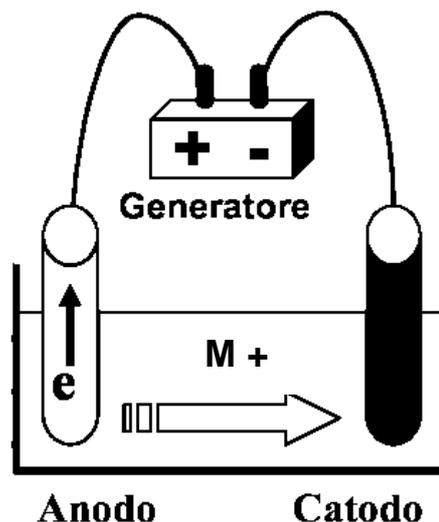
Il rivestimento delle superfici metalliche può avere differenti scopi: conferire agli oggetti particolari caratteristiche di durezza, di resistenza all'usura e alla corrosione, oltre a quello ornamentale. Il ciclo di lavoro, che è in funzione del tipo di materiale da trattare e delle caratteristiche che deve avere il pezzo dopo il trattamento, presenta alcune differenze che si esplicano soprattutto nelle caratteristiche dei bagni e degli impianti.

Possiamo distinguere innanzitutto tra cicli di galvanostegia e di galvanoplastica, che si differenziano per il materiale che viene rivestito. Nel primo caso si tratta di oggetti metallici, di solito in lega o acciaio, nel secondo caso di superfici non conduttrici, come oggetti di legno, plastica, forme di cera, ecc..

L'elettrodeposizione di metalli e leghe consiste nell'elettrolisi di una soluzione acquosa i cui componenti principali sono i sali del metallo impiegato per il rivestimento.

Il processo di deposizione avviene generalmente in una vasca, che costituisce il cosiddetto *bagno galvanico*, contenente una soluzione acquosa del sale del metallo da depositare, dove sono immersi due elettrodi: il catodo, costituito dall'oggetto da ricoprire e l'anodo che può essere costituito dal metallo che deve essere depositato o da un altro metallo inerte o da grafite. Mediante un generatore viene imposta ai due elettrodi una differenza di potenziale.

In queste condizioni i cationi del metallo da depositare si muoveranno verso il catodo (caricato negativamente), mentre gli anioni si muoveranno verso l'anodo (caricato positivamente). In tal modo il catodo viene lentamente ricoperto da un sottile strato metallico.



La deposizione di un metallo su substrati diversi risale a tempi remoti.

Col passare dei secoli le tecniche di galvanizzazione si sono sempre più evolute e migliorate, fino ad ottenere prodotti le cui proprietà superficiali risultano notevolmente migliorate sotto l'aspetto estetico, meccanico, elettrico e di resistenza alla corrosione. Se dalle ricerche archeologiche le origini dell'arte galvanica sembrano risalire a circa 3000 anni fa, solo dopo la scoperta della pila, ad opera di Alessandro Volta, è possibile datare l'inizio dell'era della deposizione elettrolitica dei metalli. L'arte galvanica vera e

propria nacque senza dubbio ad opera del chimico italiano Luigi Valentino Brugnatelli, il quale, alcuni mesi dopo la formidabile scoperta di Volta, effettuava le prime elettrodeposizioni di argento, zinco, mercurio e rame. A partire dalla seconda metà dell'Ottocento, l'elettrodeposizione trova nuove possibilità di sviluppo, grazie all'impiego dei generatori di corrente continua di tipo elettromagnetico ed all'introduzione di una strumentazione più sofisticata.

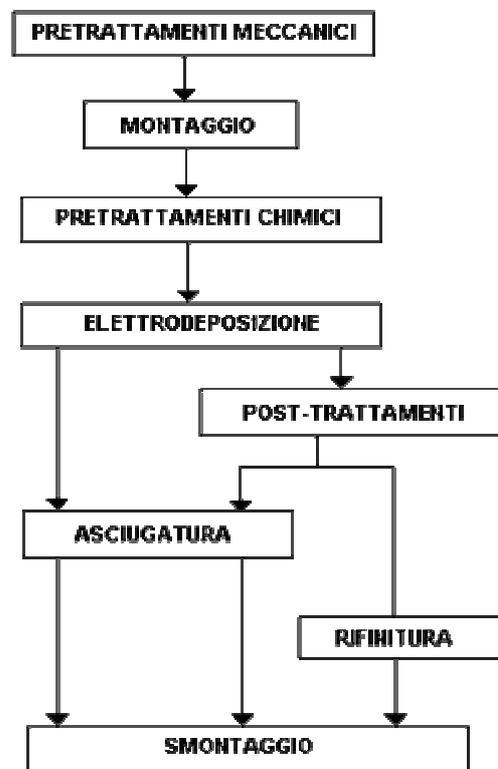
In linea generale il ciclo lavorativo dell'industria galvanica può essere suddiviso in tre fasi principali:

**preparazione o pretrattamento**

**trattamento di elettrodeposizione**

**finitura**

Il diagramma di flusso (fonte I.S.P.E.S.L) delle varie lavorazioni può essere così sintetizzato:



Oltre alle vasche in cui avvengono i processi di trattamento, sia chimici sia di elettrodeposizione, sono presenti vasche di:

- "*neutralizzazione*", per neutralizzare il pH dei pezzi da trattare prima dell'immersione in un bagno con caratteristiche differenti (ad esempio dopo il trattamento di sgrassatura e prima del bagno di nichelatura in ambiente acido);
- "*recupero*", dove si raccoglie la maggior parte della soluzione di trattamento che i pezzi tendono a trattenere;
- "*risciacquo*", per pulire ulteriormente i pezzi dalle soluzioni di trattamento.

Nei paragrafi seguenti saranno descritti brevemente i singoli trattamenti, associati alle sostanze maggiormente utilizzate. Le classificazioni degli agenti chimici elencati nella seguente trattazione sono esposte nel capitolo 3.2 “Pericolosità delle sostanze utilizzate” a pag. 29; le frasi di rischio e le definizioni di pericolosità degli agenti chimici sono stati tratti da: European Chemicals Bureau (ECB), dalle schede dell’International Programme on Chemical Safety (IPCS), dalle monografie IARC (International Agency for Research on Cancer).

### **3.1.1 PREPARAZIONE O PRETRATTAMENTO**

Per preparazione s’intende l’esecuzione sul materiale di partenza delle operazioni meccaniche e chimiche che lo rendono adatto alla successiva elettrodeposizione.

#### **PRETRATTAMENTI MECCANICI**

Il pretrattamento meccanico ha lo scopo di ottenere superfici metalliche omogenee e non porose, impiegando macchinari che asportano gli strati superficiali di ossidazione o eventuali irregolarità superficiali. Tali operazioni, che comprendono la sabbiatura, la burattatura, la molatura, la lucidatura, non sono state prese in considerazione in questo progetto di comparto.

#### **MONTAGGIO**

Successivamente al pretrattamento meccanico vi è la fase di montaggio (o carico pezzi) che consiste nell’inserimento dei particolari sui telai, operazione esclusivamente manuale.

Talvolta i pezzi da sottoporre a elettrodeposizione sono collocati, invece che sui telai, in contenitori definiti “rotobarili”. In questi casi l’operazione di carico e/o scarico dei pezzi può essere automatizzata o semiautomatizzata.

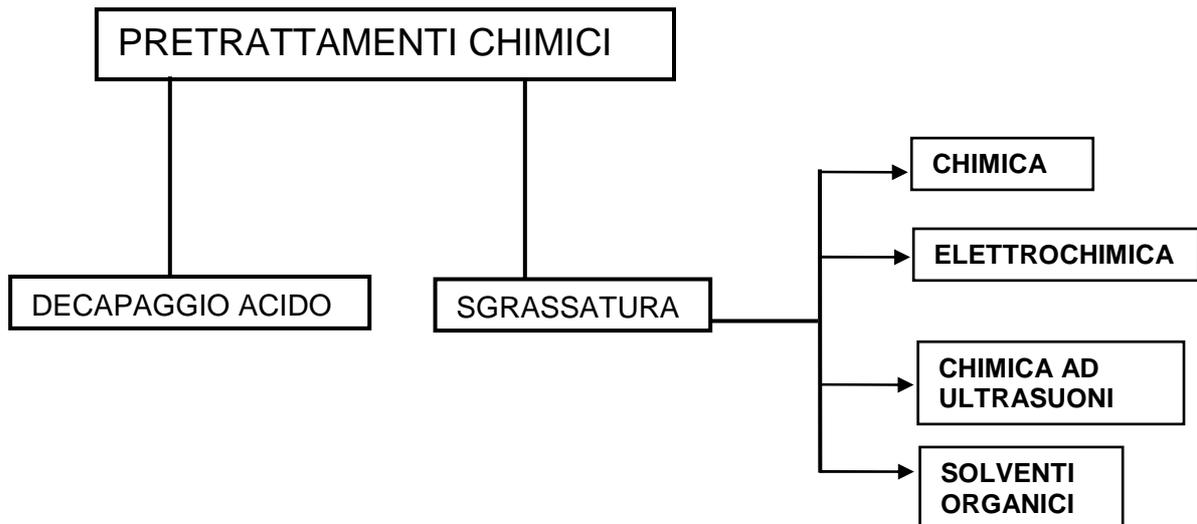


*Foto 1: rotobarili in una vasca di nichelatura.*

## PRETRATTAMENTI CHIMICI

Dopo la fase di montaggio e prima dell'elettrodeposizione, i pezzi subiscono pretrattamenti utilizzando differenti prodotti chimici. La scelta del tipo di trattamento dipende da vari parametri quali:

- tipo di metallo da rivestire
- forma dei pezzi
- impurità presenti sui pezzi
- scopo del rivestimento



I tipi di pretrattamenti chimici possono essere divisi in:

- a) decapaggio acido
- b) sgrassatura chimica
- c) sgrassatura elettrochimica
- d) sgrassatura chimica ad ultrasuoni
- e) sgrassatura con solventi organici

*La sgrassatura con solventi organici non è mai stata riscontrata nelle aziende del comparto perciò non sarà di seguito descritta.*

Nella maggior parte dei casi l'immersione dei telai nelle vasche di sgrassatura chimica, elettrochimica e ad ultrasuoni avviene mediante paranchi.

### DECAPAGGIO ACIDO

Questo trattamento ha lo scopo di rimuovere gli ossidi e gli altri sali insolubili impiegando degli acidi. La scelta dell'acido e delle modalità di impiego (percentuale di diluizione, miscelazione di più acidi insieme, temperatura di impiego) sono in funzione del metallo da decapare. Per esempio, le superfici di ferro sono generalmente trattate con acido solforico diluito, mentre per il rame e le sue leghe è necessario ricorrere a

miscele di acido solforico e nitrico. Alla miscela per il decapaggio sono aggiunte piccole quantità (0.05%-0.1%) di inibitori; si tratta di sostanze organiche che agiscono attenuando l'attacco dell'acido sulla superficie metallica.

Dopo il decapaggio si procede ad un abbondante lavaggio dei pezzi in acqua, che passano, poi, in una soluzione neutralizzante e vengono quindi nuovamente risciacquati.

Il decapaggio acido è un'operazione associata normalmente a trattamenti galvanici di zincatura e non è presente negli impianti di nichelatura-cromatura.

#### **Principali sostanze utilizzate nel decapaggio acido**

- acido cloridrico	HCl	EC 231-595-7	CAS 7647-01-0
- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- acido nitrico	HNO <sub>3</sub>	EC 231-714-2	CAS 7697-37-2

#### **SGRASSATURA CHIMICA**

Ha la funzione di asportare le sostanze grasse ed eventuali residui organici; inoltre attiva la superficie metallica per la successiva elettrodeposizione. Il forte effetto sgrassante è determinato dall'azione sinergica della temperatura e del potere emulsionante del bagno. La soluzione generalmente contiene idrossido di sodio, tensioattivi contenenti fosfati e/o carbonati, con una temperatura di esercizio tra i 40 °C e gli 80 °C.

#### **SGRASSATURA ELETTROCHIMICA**

Nei bagni di sgrassatura elettrochimica i pezzi sono collegati al catodo o all'anodo ed il trattamento si chiamerà, a seconda dei casi, "sgrassatura catodica" o "sgrassatura anodica". In entrambi i casi si ha uno sviluppo di gas (idrogeno o ossigeno). Spesso si induce una forte agitazione meccanica del bagno per facilitare il distacco dei grassi dalla superficie del pezzo ed il rinnovo della soluzione.

Nella sgrassatura catodica, a parità di condizioni, si sviluppa H<sub>2</sub> in quantità doppia rispetto allo sviluppo di O<sub>2</sub> sull'anodo, rendendo così questo tipo di sgrassatura più efficiente. Talvolta quest'operazione è anche detta "sgrassatura fine", in quanto ha la capacità di rimuovere dal metallo le ultime tracce di grasso. I bagni contengono sali alcalini, generalmente fosfati, carbonati, silicati, oltre ad idrossido di sodio. L'utilizzo di sali di cianuri alcalini è sempre meno frequente. Tale trattamento è eseguito ad una temperatura compresa tra i 20°C e i 40 °C.

#### **SGRASSATURA CHIMICA A ULTRASUONI**

La sgrassatura chimica può essere eseguita altresì con l'impiego di ultrasuoni per ottenere una maggiore azione pulente. In questo tipo di trattamento i lavoratori sono esposti anche ad un rischio fisico particolarmente rilevante rappresentato dal rumore che però non è stato indagato in questo progetto.

#### **Principale sostanza utilizzata nelle sgrassature**

- idrossido di sodio	NaOH	EC 215-185-5	CAS 1310-73-2
----------------------	------	--------------	---------------

### 3.1.2 ELETTRODEPOSIZIONE

L'elettrodeposizione è la fase fondamentale del trattamento galvanico, in cui l'oggetto viene sottoposto ad una serie di rivestimenti metallici (in genere uno o due ed uno di finitura). Viene eseguita in una cella elettrolitica alimentata da basse tensioni (6 - 12 V) ed elevate intensità di corrente (fino a 3000 A). Sul pezzo metallico da rivestire, che funziona da catodo, si depositano i cationi metallici, che acquistando elettroni dall'anodo si trasformano in atomi metallici.

L'elettrodeposizione consente di migliorare le proprietà meccaniche e di resistenza alla corrosione, nonché le caratteristiche estetiche, di materiali poco nobili utilizzati per produrre beni di largo consumo, come ad esempio rubinetti, valvole, viti ecc..

### RAMATURA

La ramatura è un trattamento galvanico che serve a migliorare la resistenza dei prodotti e la duttilità delle superfici. Inoltre il rame costituisce un ottimo strato intermedio per una successiva nichelatura, zincatura oppure argentatura. La ramatura è utilizzata anche nei trattamenti di metallizzazione delle plastiche (ramatura acida).

Due sono le tipologie di soluzioni di ramatura più utilizzate: quelle basiche al cianuro e quelle acide al solfato.

Limitate applicazioni hanno ottenuto i bagni al pirofosfato e quelli al fluoborato.

**RAMATURA ALCALINA.** La ramatura al cianuro, malgrado la sua pericolosità, è comunque molto importante in operazioni galvaniche sia per trattamenti di "aggancio" sia per depositi a spessore.

I bagni sono caratterizzati da un elevato potere penetrante e possono essere applicati direttamente ad acciai e leghe di zinco (zama, cioè zinco alluminio) a differenza dei bagni acidi.

Il sale di partenza, per la formazione del bagno, è il cianuro di rame ( $\text{CuCN}$ ) che deve essere complessato con  $\text{NaCN}$  o, talvolta  $\text{KCN}$ , per ottenere un complesso solubile in acqua. La forma complessa più importante è rappresentata da  $\text{K}_2\text{Cu}(\text{CN})_3$  o  $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CN})_3$ .

La temperatura del bagno è mantenuta tra  $45^\circ\text{C}$  e  $50^\circ\text{C}$ .

**RAMATURA ACIDA.** I bagni di ramatura acida sono costituiti essenzialmente da rame solfato ed acido solforico ed hanno purtroppo un basso potere penetrante che rende impossibile la deposizione diretta su acciaio e ferro. Per questo motivo deve essere applicato prima un film di rame da un bagno al cianuro dopodiché il pezzo viene trasferito nel bagno acido dove si potrà ottenere lo spessore desiderato.

Esiste la possibilità di depositare un flash di rame chimico direttamente su ferro utilizzando una soluzione acida di solfato rameico in presenza di un inibitore come la acetiltiurea. Si ottiene un film aderente senza l'uso di bagni al cianuro.

**RAMATURA AL PIROFOSFATO.** Le soluzioni dei bagni al pirofosfato contengono rame pirofosfato  $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$  e  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . In soluzione il rame è presente prevalentemente come anione  $\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$ . Come nel caso dei bagni al cianuro il complessante pirofosfato deve essere presente in eccesso. Assieme ai due sali base vengono aggiunti altri componenti per migliorare le proprietà del deposito ed aumentare la velocità di

deposizione. Questi includono ammoniaca, nitrati, acidi alifatici ed altri agenti organici. La presenza di ammoniaca e composti organici quali ossalati e citrati aumenta la lucentezza del deposito.

Le soluzioni al pirofosfato necessitano di una vigorosa agitazione altrimenti si forma un film scuro non aderente che diminuisce la densità di corrente operativa. Può essere utilizzata l'agitazione meccanica anche se è preferibile quella con aria. La ramatura al pirofosfato ha un potere penetrante simile a quello dei bagni al cianuro.

**RAMATURA AL FLUOROBORATO.** Il rame fluoroborato ha una elevata solubilità; le soluzioni basate su questo sale possono contenere una concentrazione doppia di rame rispetto a quelle al solfato. A causa delle elevate densità di corrente utilizzate e della elevata efficienza catodica, normalmente il 100%, il bagno è utilizzato per l'elettroformatura dove è richiesta una rapida deposizione di grossi spessori. I bagni al fluoroborato producono una grana fine, un deposito livellato, ma la presenza di piombo in soluzione anche in piccole concentrazioni può causare opacità. Questo può essere eliminato con l'aggiunta di acido solforico che precipita il piombo come solfato.

**Principali sostanze utilizzate nella ramatura alcalina**

- cianuro di rame	CuCN	EC 208-883-6	CAS 544-92-3
- cianuro di sodio	NaCN	EC 213-030-6	CAS 143-33-9
- cianuro di potassio	KCN	EC 205-792-3	CAS 151-50-8

**Principali sostanze utilizzate nella ramatura acida**

- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- solfato di rame	Cu SO <sub>4</sub>	EC 231-847-6	CAS 7758-98-7

**Principali sostanze utilizzate nella ramatura al pirofosfato**

- rame pirofosfato idrato	Cu <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> x XH <sub>2</sub> O		CAS 304671-71-4
- potassio pirofosfato	K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	EC 230-785-7	CAS 7320-34-5
- ammoniaca	NH <sub>3</sub>	EC 215-647-6	CAS 7664-41-7

**Principali sostanze utilizzate nella ramatura al fluoroborato**

- rame tetra fluoroborato	Cu(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		CAS 314040-98-7
- acido tetrafluoroborico	HF <sub>4</sub>	EC 240-898-3	CAS 16872-11-0
- acido borico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	EC 233-139-2	CAS 10043-35-3

**NICHELATURA**

E' il trattamento di elettrodeposizione più utilizzato, in quanto serve sia come preparazione per le successive deposizioni (cromatura, argentatura, doratura) sia come finitura a spessore. I bagni più utilizzati sono quelli acidi, contenenti come prodotti principali cloruro di nichel, solfato di nichel, acido borico. Questo tipo di trattamento è detto bagno di Watts.

I trattamenti di nichelatura si suddividono in:

**NICHELATURA OPACA.** In genere è il primo trattamento di elettrodeposizione, a bassa tensione e bassa intensità, prima di deposizioni più corpose. E' il classico bagno di Watts senza additivi. I componenti principali sono: cloruro di nichel, solfato di nichel e acido bórico; la temperatura di processo è di circa 50-55°C; l'agitazione dei bagni si ottiene con aria in sufflata.

**NICHELATURA SEMILUCIDA.** È un trattamento intermedio per aumentare la resistenza meccanica del particolare in lavorazione. La composizione del bagno è simile a quella della nichelatura opaca con aggiunta di additivi specifici per ottenere una deposizione con caratteristiche specifiche (detta "colonnale" in gergo tecnico) e per migliorare il grado di lucentezza e la resistenza alla corrosione. La temperatura di processo è di circa 45-55°C; l'agitazione dei bagni si ottiene meccanicamente o con aria insufflata.

**NICHELATURA LUCIDA.** Si utilizzano sostanze splendogene o brillantanti. Gli splendogeni si distinguono in primari e secondari e possono essere organici o inorganici. Nei bagni di nichelatura lucida talvolta viene anche utilizzata, come additivo per migliorare la lucentezza del nichel, formaldeide diluita. La temperatura di esercizio è solitamente tra i 55°C ed i 60 °C. L'agitazione dei bagni è ad insufflazione d'aria o meccanica e, nella maggioranza dei casi, si sfrutta il movimento ondulatorio della barra catodica (telaio); in questi casi sovente vengono aggiunti al bagno dei tensioattivi. Gli anodi sono contenuti in cestelli anodici in titanio rivestiti da sacchetti filtranti in materiale plastico (meraclon).



*Foto 2: cestelli anodici in una vasca di nichelatura.*

**NICHELATURA SATINATA.** Due sono le tipologie di nichelatura satinata.

La nichelatura Nickel Matt (o nickel Velour) a base di cloruro di nichel, solfato di nichel, acido bórico; temperatura di processo: 50-55°C, agitazione con aria insufflata.

La nichelatura satinata classica utilizza gli stessi componenti ma più concentrati, con aggiunta di additivi satinanti specifici, i quali sono dei prodotti a componente organica che si degradano durante l'elettrodeposizione.

**NICHELATURA NERA O A CANNA DI FUCILE.** A scopo esclusivamente decorativo è eseguita la nichelatura nera. I bagni in questo caso contengono, oltre al solfato di nichel ed additivi a base di solfato di ammonio, solfato di zinco e solfocianuro di sodio. La temperatura di esercizio dei bagni è variabile dai 45 °C ai 50 °C.

**Principali sostanze utilizzate nella nichelatura opaca, semilucida, lucida, satinata**

- cloruro di nichel	NiCl <sub>2</sub>	EC. 231-743-0	CAS 7718-54-9
- cloruro di nichel esaidrato	NiCl <sub>2</sub> x 6H <sub>2</sub> O		CAS 7791-20-0
- solfato di nichel	NiSO <sub>4</sub>	EC 232-104-9	CAS 7786-81-4
- solfato di nichel esaidrato	NiSO <sub>4</sub> x 6H <sub>2</sub> O		CAS 10101-97-0
- acido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	EC 233-139-2	CAS 10043-35-3
- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- formaldeide	HCHO	EC 200-001-8	CAS 50-00-0

## **CROMATURA**

Questo trattamento trova largo impiego, sia per ottenere caratteristiche estetiche particolari (cromo lucido decorativo), sia per migliorare le qualità fisiche e meccaniche (cromatura dura o a spessore), conferendo ai pezzi resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

Nei bagni di cromatura il cromo è presente nella sua forma esavalente in soluzione acida per acido solforico.

In genere vengono impiegati due tipi cromatura:

**-DURA O A SPESSORE:** bagno concentrato in cui il cromo, come triossido di cromo, è presente in concentrazione di circa 400 g/l. In questo caso la deposizione superficiale di cromo varia da 0,5-5 µm. La temperatura del bagno varia da 55°C a 65 °C.

La cromatura dura o a spessore consiste in una maggiore deposizione di cromo sulla superficie dei pezzi da trattare. Normalmente si esegue per particolari meccanici destinati ad applicazioni che comportano una forte usura, come, ad esempio i pistoni dei motori a scoppio, i rulli tipografici. Tale trattamento galvanico, però, attualmente è poco diffuso.

**-LUCIDA DECORATIVA:** bagno diluito in cui il cromo, come triossido, è presente in concentrazione di circa 250 g/l. La temperatura di esercizio varia da 30°C a 40°C.

Normalmente la cromatura è successiva alla fase di nichelatura, tranne che per la cromatura a spessore dell'acciaio.

Per entrambe le categorie del bagno, sia “decorativo”, sia “a spessore”, si possono usare elettroliti a base di cromo esavalente oppure trivalente. Storicamente, a partire dalla seconda metà dell’Ottocento, si sono affermati i bagni a base di  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ , poiché presentano sensibili vantaggi rispetto a quelli che utilizzano cromo trivalente: costi inferiori, minore sensibilità alle variazioni delle condizioni di processo, ridotta microporosità superficiale. Inoltre il processo può essere svolto con continuità e senza interruzioni: Nei bagni di cromo trivalente infatti durante l’elettrodeposizione si forma cromo esavalente, che pregiudica la qualità del deposito, obbligando perciò a fermate periodiche della produzione per la sua rimozione.

Come è noto, il cromo esavalente è una sostanza molto pericolosa per le sue caratteristiche tossicologiche sia per l’uomo (cancerogeno certo) sia per l’ambiente. Al contrario, lo ione trivalente del cromo risulta non cancerogeno e meno tossico per l’ambiente. Per questo motivo, nel caso dei trattamenti di tipo decorativo, i processi che utilizzano il cromo trivalente cominciano ad essere impiegati in sostituzione di quello esavalente.



*Foto 3: vasca di cromatura.*

Nelle aziende inserite nel comparto galvanico non è mai stato riscontrato l’utilizzo di  $\text{Cr}^{\text{III}}$  per trattamenti di cromatura.

Gli anodi impiegati nelle vasche di cromatura sono costituiti da materiali insolubili, di piombo oppure di grafite, e l’efficienza catodica è piuttosto bassa, poiché non supera il 20%. Quindi oltre l’80% della corrente elettrica è consumato per il processo catodico concorrente nello sviluppo di idrogeno gassoso, con conseguente formazione di aerosol che veicola micro goccioline di soluzioni di cromo esavalente. Per questo motivo è fondamentale la presenza di aspirazioni localizzate sulle vasche di cromatura. E’ indispensabile, inoltre, l’utilizzo di sistemi che limitino la diffusione di aerosol, tipo gli schiumogeni antifumo, a base di tensioattivi fluorurati, o le palline galleggianti, sparse sulla superficie del bagno.

Trattandosi di un processo che impiega anodi insolubili, la cromatura richiede il reintegro periodico dell'anidride cromica, che può essere manuale o automatizzato.

**Principali sostanze utilizzate nella cromatura**

- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- anidride cromica	CrO <sub>3</sub>	EC 215-607-8	CAS 1333-82-0
- sodio bisolfito	NaHSO <sub>3</sub>	EC 231-548-0	CAS 7631-90-5
tensioattivi fluorurati			

## ZINCATURA

La zincatura è un trattamento indispensabile per la protezione dei materiali ferrosi contro la corrosione atmosferica. Le produzioni si suddividono principalmente in due tipologie di trattamento:

- zincatura rotativa a barile, per la minuteria metallica
- zincatura a telaio, per i pezzi di grosse dimensioni o delicati da trattare

Lo zinco forma molti sali solubili e, sotto determinate condizioni, può essere elettrodepositato da soluzioni acide (al solfato, fluoborato, cloruro, solfamato, ecc.) e da soluzioni alcaline (al cianuro, piosolfato, zincato, etanolamine, ecc.).

I rivestimenti elettrolitici di zinco possono essere migliorati nell'aspetto e nel potere protettivo con un trattamento finale di "passivazione", che consiste, nei casi più frequenti, in un trattamento di cromatazione.

Il grande sviluppo della produzione di manufatti zincati (impiegati soprattutto nell'industria dell'auto) ha fatto sì che aumentasse la diffusione di questo tipo di trattamento galvanico.

I bagni di zincatura possono essere preparati a partire da sfere o piastre metalliche di zinco.

Si suddividono in :

**ZINCATURA ACIDA:** i bagni acidi al solfato di zinco sono tra quelli più usati, in particolare per la zincatura di filo e nastro di ferro o di acciaio. Questi bagni possono contenere acido solforico libero (per aumentare la conducibilità dell'elettrolita e migliorarne il potere penetrante), oppure zinco cloruro in acido cloridrico, o acido acetico.

**ZINCATURA ALCALINA SENZA CIANURI:** le soluzioni contengono zincato sodico Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub>, idrossido di sodio, idrossido di potassio e carbonato di sodio.

**ZINCATURA ALCALINA CON CIANURI:** questo processo, detto anche zincatura lucida, non è mai stato osservato nel comparto. Normalmente la composizione è costituita da cianuro di sodio, zinco e idrossido di sodio.



Foto n. 4: linea di zincatura

#### **Principali sostanze utilizzate nella zincatura**

- zinco	Zn	EC 231-175-3	CAS 7440-66-6
- solfato zinco	ZnSO <sub>4</sub>		CAS 7446-20-0
- cloruro di zinco	ZnCl <sub>2</sub>	EC 231-592-0	CAS 7646-85-7
- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- idrossido di sodio	NaOH	EC 215-185-5	CAS 1310-73-2
- idrossido di potassio	KOH	EC 215-181-3	CAS 1310-58-3
- cianuro di sodio	NaCN	EC 205-599-4	CAS 143-33-9

#### **ARGENTATURA**

L'argentatura galvanica è impiegata soprattutto a scopo decorativo, o funzionale nell'industria elettronica, per la sua eccellente conducibilità elettrica. I componenti principali delle soluzioni di argentatura sono i complessi di argento e i cianuri liberi, ampiamente utilizzati poiché consentono di ottenere rivestimenti sottili di metalli pregiati.

La temperatura di esercizio dei bagni è quella ambiente.

Prima del trattamento di argentatura vero e proprio, è utile un'operazione di **preargentatura**, della durata di pochi secondi, che consiste nell'immergere gli oggetti da ricoprire in una soluzione in cui il contenuto di ioni Ag<sup>+</sup> liberi è più basso (silver strike) e quello degli ioni CN<sup>-</sup> più alto, rispetto ai bagni di argentatura.

### Principali sostanze utilizzate nell'argentatura

- idrossido di sodio	NaOH	EC 215-185-5	CAS 1310-73-2
- idrossido di potassio	KOH	EC 215-181-3	CAS 1310-58-3
- cianuro di sodio	NaCN	EC 205-599-4	CAS 143-33-9
- cianuro di potassio	KCN	EC 205-792-3	CAS 151-50-8
- cianuro di argento	AgCN	EC 208-048-6	CAS 506-64-9
- cianuri complessi di argento e potassio			
- argento carbonato	AgCO <sub>3</sub>	EC 203-590-3	CAS 534-16-7
- argento (II) ossido	AgO	EC 215-098-2	CAS 1301-96-8
- argento (I) ossido	Ag <sub>2</sub> O	EC 243-957-1	CAS 20667-12-3
- argento	Ag	EC 231-131-3	CAS 744-22-4

### **DORATURA**

La doratura è impiegata per nobilitare oggetti prodotti con materiali poco pregiati. Il rivestimento ottenuto con il trattamento di doratura è molto sottile ma sufficientemente protettivo e conferisce alle superfici colorazioni particolari. Essa è impiegata anche nella produzione di circuiti stampati, contatti elettrici, semiconduttori e riflettori. Gli spessori ottenuti variano da un minimo di 0,01 µm, per scopi decorativo-protettivi, fino a 1000 µm per oggetti elettroformati.

I bagni di doratura sono di due tipi:

- **acidi:** per bagni funzionali (schede elettroniche) e a spessore
- **alcalini:** per trattamenti decorativi a basso spessore, cui seguono, di solito, verniciature protettive

I componenti dei bagni di doratura sono: fosfato di sodio, cianuro d'oro (I) complesso.

In entrambi i casi la temperatura di esercizio è 55-60°C.

### Principali sostanze utilizzate nella doratura

- cianuro complesso di oro (I)	AuCN	EC 236-623-1	CAS 13453-07-1
- cianuro d'oro di potassio	KAu(CN) <sub>2</sub>	EC 237-748-4	CAS 13967-50-5
- fosfato di sodio	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	EC 231-509-8	CAS 7601-54-9
- sodio metabisolfito	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	EC 231-673-0	CAS 7681-57-4
- acido citrico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	EC 201-069-1	CAS 77-92-9
- acido tartarico	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	EC 201-766-0	CAS 87-69-4

### **OTTONATURA**

L'ottonatura è una finitura galvanica che prevede la creazione di un substrato di nickel, sul quale si fissa successivamente la lega di ottone. Si esegue su materiali ferrosi o di ottone.

L'elettrodeposizione dell'ottone (lega di rame e zinco) si effettua in bagni alcalini al cianuro, contenenti complessi di rame e zinco [ K<sub>2</sub>Cu(CN)<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>Cu(CN)<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>Zn(CN)<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>Zn(CN)<sub>4</sub>], carbonati. Gli anodi sono di ottone e per un buon funzionamento è necessario che il rame e lo zinco che si dissolvano corrispondano a quelli che si depositano sul catodo. La temperatura di esercizio del bagno è variabile dai 30 °C ai 50 °C.

#### Principali sostanze utilizzate nell'ottonatura

- cianuri complessi di rame	$\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CN})_3$		
- cianuri complessi di zinco	$\text{Na}_2\text{Zn}(\text{CN})_4$		
- cianuri complessi di potassio			
- cianuro di potassio	KCN	EC 205-792-3	CAS 151-50-8
- cianuro di sodio	NaCN	EC 205-599-4	CAS 143-33-9

#### **LEGA STAGNO/COBALTO**

Viene depositato per via elettrochimica un rivestimento protettivo e/o decorativo costituito da uno strato di Nichel ricoperto da uno strato di stagno-cobalto (eventualmente da uno strato di vernice protettiva cataforetica). Tale processo elettrolitico è anche denominato "Zartan" (da cui zartizzazione) è adatto a trattamenti in rotobarile per minuteria metallica, particolari per elettrodomestici e per l'industria automobilistica, ma anche per l'industria elettrotecnica e elettronica (circuiti stampati) e come rifinitura di plastiche metallizzate.

In molte applicazioni può sostituire i rivestimenti del cromo, possedendo lo stesso potere riflettente, notevole durezza e ottima penetrazione per pezzi di sagome complicate. Per tale ragione tale trattamento è anche noto col nome "**Chromeless**" ovvero "senza Cromo". Questa denominazione sottolinea che il trattamento considerato è sostitutivo della cromatura. Tale definizione può trarre in inganno, facendo supporre che il processo sia meno pericoloso dal punto di vista del rischio chimico. Al contrario il cobalto e i suoi sali sono considerati agenti cancerogeni dalla CEE e dai maggiori enti internazionali per la classificazione delle sostanze in base agli effetti sulla salute.

La temperatura di processo è 60-70°C.

#### Principali sostanze utilizzate per il trattamento lega stagno

- solfato stannoso	$\text{SnSO}_4$	EC 231-302-2	CAS 7488-55-3
- cobalto acetato tetraidrato	$\text{Co}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		CAS 6147-53-1
- cobalto bi acetato	$\text{Co}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$	EC 200-755-8	CAS 71-48-7
- sali di cobalto			

#### **BRONZATURA**

Procedimento elettrolitico per il deposito di lega di rame-stagno-zinco. I trattamenti di bronzatura hanno trovato largo impiego nel settore decorativo (bigiotteria, occhialeria) soprattutto per le caratteristiche di brillantezza delle superfici trattate, che si presentano di colore giallo, nel caso di spessori maggiori, o bianco a medio-basse densità. Il deposito di bronzo bianco può essere lasciato ultimo strato in quanto resistente alla corrosione, oppure può essere ricoperto da un adeguato spessore di metallo prezioso. In virtù della buona resistenza alla corrosione, la bronzatura costituisce una valida alternativa alla nichelatura.

### **Principali sostanze utilizzate nella bronzatura**

- cianuro rameoso	CuCN	EC 208-883-6	CAS 544-92-3
- cianuro di zinco	Zn(CN) <sub>2</sub>	EC 209-162-9	CAS 557-21-1
- cianuro di sodio	NaCN	EC 205-599-4	CAS 143-33-9
- sale di Rochelle (sodio potassio tartrato)		EC 205-698-2	CAS 6381-59-5
- carbonato di sodio	NaCO <sub>3</sub>	EC 207-838-8	CAS 497-19-8
- ossido di cadmio	CdO	EC 215-146-2	CAS 1306-19-0
- stannato sodico	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub> *3H <sub>2</sub> O	EC 234-724-5	CAS 12209-98-2
- pirofosfato di sodio tetrabasico	Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		CAS 7722-88-5
- citrato di sodio			CAS 6132-04-3
- cianuro di potassio	KCN	EC 205-792-3	CAS 151-50-8

### **CADMIATURA**

La *cadmiatura* è impiegata per applicazioni speciali, come ad esempio particolari di organi di macchine in movimento (settore aeronautico) . La cadmiatura si esegue solo per via elettrolitica.

Per le proprietà estetiche, il cadmio può anche essere impiegato in alternativa all'argento. I componenti principali dei bagni al cianuro sono i complessi del cadmio, i cianuri di sodio e di potassio liberi, l'idrossido di sodio oppure di potassio

La temperatura di processo è di 20°C

### **Principali sostanze utilizzate nella cadmiatura**

- cianuro di sodio	NaCN	EC 205-599-4	CAS 143-33-9
- cianuro di potassio	KCN	EC 205-792-3	CAS 151-50-8
- cianuro di cadmio	Cd(CN) <sub>2</sub>	EC 208-829-1	CAS 542-83-6
- idrossido di sodio	NaOH	EC 215-185-5	CAS 1310-73-2
- idrossido di potassio	KOH	EC 215-181-3	CAS 1310-58-3
- cadmio	Cd	EC 231-152-8	CAS 7440-43-9

### **OSSIDAZIONE ANODICA DELL'ALLUMINIO**

Chiamata anche anodizzazione, effettua una trasformazione elettrochimica della superficie di alluminio creando uno strato di ossido estremamente duro e compatto. Gli oggetti da trattare devono essere completi di ogni lavorazione meccanica e di ogni rifinitura prima del trattamento e la superficie deve essere preventivamente pulita ed adeguatamente preparata. Successivamente si collegano i pezzi all'anodo di una cella elettrolitica, contenente una soluzione diluita di acido solforico o cromo od ossalico. In tal modo la superficie del pezzo di alluminio viene attaccata ottenendo così un consistente aumento dello spessore dello strato di ossido con conseguente aumento della sua efficacia.

Con questo tipo di trattamento è, pertanto, possibile ottenere proprietà isolanti, o di resistenza all'usura. Inoltre, poiché si opera in soluzione acquosa, all'anodo si forma in realtà idrato di alluminio che è un materiale molto poroso ed ha, quindi, un'elevata capacità di assorbimento; questa può essere sfruttata per impregnare la superficie del pezzo con materie coloranti.

L'anodizzazione differisce da altri trattamenti quali verniciatura, cromatura,... poiché mentre tutti questi trattamenti sono un riporto di materiali diversi sul materiale base, l'anodizzazione è una vera e propria modificazione della superficie del metallo stesso.

I più importanti processi di ossidazione anodica sono tre:

- all'**acido solforico**, è attualmente quello più diffuso e produce strati bianchi di ossido traslucido e duro, adatto a successive applicazioni di vernice
- all'**acido cromico**, è stato il primo ad essere applicato e produce strati piuttosto sottili, semiopachi e vetrosi, che possiedono ottima resistenza alla corrosione
- all'**acido ossalico**, viene adoperato soprattutto per produrre strati assai duri, spessi e particolarmente atti all'isolamento elettrico

L'anodizzazione si effettua solitamente in vasche munite di sistema di raffreddamento, infatti è importante mantenere la temperatura del bagno intorno ai 22°C. Normalmente l'agitazione dei bagni è effettuata mediante insufflazione d'aria.

Il trattamento di anodizzazione dell'alluminio è molto usato per produrre pezzi di grosse dimensioni (infissi, tapparelle, mobili, particolari per l'industria aeronautica, ecc.). Per tale motivo le linee di anodizzazione presentano vasche di notevoli dimensioni, il che comporta una maggiore aerodispersione di sostanze inquinanti nell'ambiente.

**Principali sostanze utilizzate nella ossidazione anodica dell'alluminio**

- acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- anidride cromica	CrO <sub>3</sub>	EC 215-607-8	CAS 1333-82-0
- acido ossalico	(COOH) <sub>2</sub>	EC205-634-3	CAS 144-62-7

## ALTRI PROCESSI NON ELETTROCHIMICI

### METALLIZZAZIONE PLASTICHE

L'industria dei trattamenti delle superfici ha visto svilupparsi in modo sempre più crescente i processi di metallizzazione delle materie plastiche. Grazie allo sviluppo delle resine ABS (copolimeri a base di acrilonitrile, butadiene e stirene) sono sempre più numerose le applicazioni tecnologiche per produrre oggetti in plastica rivestiti in metallo. Le resine ABS, rispetto alle altre materie plastiche, presentano il vantaggio di non esigere alcuna preparazione meccanica, come la sabbiatura o la pomiciatura.



*Foto n. 5: metallizzazione chimica di placche per interruttori*

### MORDENZATURA

Il trattamento chimico definito mordenzatura (o condizionatura), che consiste nell'ossidazione dei doppi legami del butadiene, permette all'ABS di presentare una superficie modificata e adatta all'ancoraggio di un sottile strato di metallizzazione.

I tipi di soluzioni di mordenzatura sono fondamentalmente tre:

- a base di sola anidride cromica
- miscela di acidi solforico e cromico
- soluzioni ternarie a base di acidi solforico, fosforico e cromico

La temperatura di esercizio varia da 60 a 68°C, l'aerazione dei bagni si ottiene per insufflazione d'aria.

Dopo la mordenzatura seguono un lavaggio e quindi un bagno di neutralizzazione e riduzione del cromo esavalente residuo. Normalmente si tratta di soluzioni a base di acido cloridrico, ferro(II), oppure idrazina o perossido di idrogeno (a temperatura ambiente).

### SENSIBILIZZAZIONE E ATTIVAZIONE

Consiste in un primo deposito metallico sulla superficie dell'oggetto in materiale plastico. Normalmente si tratta di due trattamenti chimici in successione i cui componenti fondamentali delle soluzioni sono:

- bagno sensibilizzazione (o prepalladio): cloruro stannoso biidrato ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  
acido cloridrico conc.  
temperatura 25-30°C
- bagno attivazione (o palladio): cloruro palladoso ( $\text{PdCl}_2$ )  
acido cloridrico conc.  
temperatura 25-30°C

Entrambi i bagni sono dotati di agitazione meccanica

### METALLIZZAZIONE CHIMICA

Poiché le materie plastiche non sono conduttrici, da principio occorre depositare per via chimica un metallo che serva da substrato iniziale e funzionale ai depositi successivi ottenuti per via elettrolitica. La deposizione chimica o metallizzazione chimica si può ottenere con i seguenti trattamenti:

- ⇒ **ramatura chimica**, soluzione a base di solfato di rame, sale di Seignette, idrossido di sodio, formaldeide; la temperatura di processo è 20-50°C, pH 10,5 – 12,5
- ⇒ **nichelatura chimica acida**, detta anche metallizzazione all'ipofosfito acido, consiste in una soluzione a base di: solfato di nichel, acetato di nichel, sodio ipofosfito e come complessanti: acido glicolico, citrico e pirofosfato; la temperatura di processo è 60-70°C, pH 5,0-6,0
- ⇒ **nichelatura chimica alcalina**, detta anche metallizzazione all'ipofosfito alcalino, i componenti del bagno sono: solfato di nichel, sodio ipofosfito, ammoniaca; la temperatura di processo è 30-50°C, il pH 8-10

Una volta che le materie plastiche sono rese conduttrici mediante metallizzazione chimica seguiranno trattamenti di deposizione elettrolitica non differenti sostanzialmente da quelli eseguiti su particolari metallici.

#### Principali sostanze utilizzate nella metallizzazione plastiche

- acido solforico	$\text{H}_2\text{SO}_4$	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- anidride cromica	$\text{CrO}_3$	EC 215-607-8	CAS 1333-82-0
- acido ossalico	$(\text{COOH})_2$	EC205-634-3	CAS 144-62-7
- acido fosforico	$\text{H}_3\text{PO}_4$	EC 231-633-2	CAS 7664-38-2
- acido cloridrico	HCl	EC 231-595-7	CAS 7647-01-0
- cloruro palladoso	$\text{PdCl}_2$		CAS 4647-10-1
- cloruro di nichel	$\text{NiCl}_2$	EC. 231-743-0	CAS 7718-54-9
- solfato di nichel	$\text{NiSO}_4$	EC 232-104-9	CAS 7786-81-4
- acetato di nichel	$\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$		CAS 6018-89-9
- sodio ipofosfito	$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$		CAS 123333-67-5
- ammoniaca	$\text{NH}_3$	EC 231-635-3	CAS 7664-41-7

### 3.1.3 FINITURA

#### CROMATAZIONE

La cromatazione, o passivazione cromica, è un processo che normalmente segue la zincatura, ma può anche essere applicata su depositi di cadmio, alluminio, rame, ottone, bronzo, argento e magnesio. Questa operazione aumenta la resistenza dei particolari metallici agli agenti atmosferici (da qui il nome di passivazione), ma altresì costituisce un supporto ideale per assicurare l'adesione al metallo di strati successivi di vernici.

A seconda delle soluzioni di trattamento, si possono ottenere colorazioni iridescenti, gialle, azzurre, bronzee, oliva, nere ecc. Una vasta gamma di finiture, più o meno estetiche e protettive, si possono ottenere variando la composizione di base, innalzando il contenuto cromatico, o modificando i valori di pH.

La cromatazione non è un processo elettrochimico, bensì esclusivamente chimico; si ottiene per immersione in soluzioni di acido cromatico, acido solforico e cromo trivalente a temperatura ambiente.

#### Principali sostanze utilizzate nella cromatazione

- acido solforico	$H_2SO_4$	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
- anidride cromica	$CrO_3$	EC 215-607-8	CAS 1333-82-0
- bicromato di potassio	$K_2Cr_2O_7$	EC 231-906-6	CAS 7778-50-9
- bicromato di sodio biidrato	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	EC 234-190-3	CAS 7789-12-0
- bicromato di sodio	$Na_2Cr_2O_7$	EC 234-190-3	CAS 10588-01-9
- sali di cromo (III)			
- sodio bisolfito	$NaHSO_3$	EC 231-548-0	CAS 7631-90-5

#### FOSFATAZIONE

La fosfatazione (detta anche bonderizzazione o granodizzazione) è un trattamento che consente di ottenere un deposito protettivo superficiale efficace contro la corrosione e l'ossidazione di particolari anche non ferrosi quali zinco, magnesio, alluminio. Si tratta di uno strato di fosfati fortemente aderente al metallo base. Normalmente il trattamento avviene per immersione o per spruzzatura. Questa fase può anche essere eseguita anche dopo la sgrassatura. La fosfatazione oltre ad essere un trattamento antiruggine è un ottimo ancoraggio per materie plastiche o vernici.

Si possono distinguere e classificare diversi tipi di rivestimenti di fosfatazione a seconda della natura dei bagni e del metallo da rivestire. Tra questi citiamo i più utilizzati:

- ⇒ **fosfatazione al manganese**, utilizzo di bagni a base di acido fosforico, carbonato di manganese, carbonato di zinco, acetato di sodio. Oppure, si può utilizzare una miscela fosfatante contenente fosfato biacido di manganese, nitrato di bario, solfato di manganese, solfato o carbonato di rame. Si opera ad una temperatura di 90 - 95°C per circa die ci minuti, dopodiché gli oggetti sono risciacquati e, quindi, trattati con una soluzione passivante a base di **acido cromatico**.
- ⇒ **fosfatazione allo zinco**, è la più usata e si effettua, in genere, su acciaio. Il bagno contiene acido fosforico, ossido di zinco nitrito sodico; oppure si può utilizzare una ricetta "accelerante", che contiene: acido fosforico, carbonato di zinco, carbonati di manganese, di nichel o di cobalto, nitrato di sodio. La

temperatura è compresa tra 60 e 98°C. Questo trattamento può avvenire per immersione o a spruzzo; normalmente è seguito da una **passivazione cromica**.

**Principali sostanze utilizzate nella fosfatazione al manganese, rame e zinco**

-	acido fosforico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	EC 231-633-2	CAS 7664-38-2
-	carbonato di manganese	MnCO <sub>3</sub>	EC 209-942-9	CAS 598-62-9
-	carbonato di zinco	ZnHCO <sub>3</sub>	EC 222-477-6	CAS 3486-35-9
-	acetato di sodio	CH <sub>3</sub> COONa	EC 204-823-8	CAS 127-09-3
-	nitrato di bario	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	EC 233-020-5	CAS 10022-31-8
-	solfo di manganese	MnSO <sub>4</sub> xH <sub>2</sub> O		CAS 10034-96-5
-	solfo di rame	Cu SO <sub>4</sub>	EC 231-847-6	CAS 7758-98-7
-	ossido di zinco	ZnO	EC 215-222-5	CAS 1314-13-2
-	nitrito di sodio	NaNO <sub>2</sub>	EC 231-555-9	CAS 7632-00-0
-	carbonato di nichel	NiCO <sub>3</sub>	EC 222-068-2	CAS 3333-67-3
-	nitrato di sodio	NaNO <sub>3</sub>	EC 231-554-3	CAS 7631-99-4
-	carbonato di cobalto	Co(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	EC 208-169-4	CAS 513-79-1

**ELETTROLUCIDATURA DELL'ACCIAIO**

L'elettrolucidatura è un processo elettrochimico che consiste in un'asportazione selettiva di materiale dalla superficie del pezzo. Il procedimento si ottiene mediante immersione in soluzione chimica di acidi forti, la cui azione, unitamente a quella della corrente elettrica, porta ad una asportazione controllata delle rugosità presenti sul metallo.

L'elettrolucidatura agisce in modo differenziato sullo strato superficiale di un oggetto, più intensamente dove il materiale presenta irregolarità. Il risultato finale è l'ottenimento di una superficie omogenea, perfettamente levigata e brillante, anche per oggetti con sagome complesse, per i quali la tradizionale lucidatura a spazzola e abrasivi non è sufficiente o si rivela inattuabile.

Il bagno di elettrolucidatura è una soluzione acida ad altissimo peso specifico e bassa conducibilità. Per effetto del passaggio di corrente si verifica il procedimento opposto a quello dell'elettrodeposizione. Avviene cioè una lieve asportazione superficiale (dell'ordine di 1µm ogni 30 minuti di trattamento) che permette di ottenere un effetto di lucentezza.

**Principali sostanze utilizzate nell'elettrolucidatura dell'acciaio**

-	acido fosforico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	EC 231-633-2	CAS 7664-38-2
-	acido solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	EC 231-639-5	CAS 7664-93-9
-	acido nitrico	HNO <sub>3</sub>	EC 231-714-2	CAS 7697-37-2
-	acido perclorico	HClO <sub>4</sub>	EC 231-512-4	CAS 7601-90-3
-	anidride acetica	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	EC 203-564-8	CAS 108-24-7
-	acido citrico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	EC 201-069-1	CAS 77-92-9

### 3.2 LA PERICOLOSITA' DELLE SOSTANZE UTILIZZATE

L'esame delle caratteristiche delle sostanze utilizzate nel ciclo galvanico è un altro degli aspetti fondamentali nel percorso metodologico volto alla valutazione del rischio di esposizione professionale ad agenti chimici e cancerogeni.

Sono state quindi considerate le sostanze in uso nei diversi trattamenti, nonché il relativo consumo annuo, a partire da quanto riportato nei questionari compilati dalle singole ditte che è stato verificato nei sopralluoghi. Tutti i prodotti sono stati inseriti in un database; l'elenco che ne è risultato non è da considerarsi esaustivo, ma è comunque rappresentativo della tipologia delle sostanze presenti nel settore.

Nella tabella 1 sono riportati i prodotti maggiormente utilizzati, associati a informazioni inerenti la pericolosità, l'etichettatura, le classificazioni di cancerogenicità proposte dalla CE, dalla IARC e dalla ACGIH.

Le classificazioni, le frasi di rischio e le definizioni di pericolosità degli agenti chimici elencati sono state ricavate dall'European Chemicals Bureau (ECB) e dai Working Databases ad esso associato, nonché dalle schede dell'International Programme on Chemical Safety (IPCS), dalle monografie IARC (International Agency for Research on Cancer) e da enti nazionali ed internazionali di classificazione e tossicologia.



*Foto n. 6 – deposito di materie prime*

Tabella 1 - Sostanze maggiormente utilizzate nei trattamenti galvanici

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
acido cloridrico.... %( soluzione )/C ≥ 25%	7647-01-0	C (Corrosivo)	34 37	-	3	A4
acido cloridrico.... %( soluzione)/10% ≤ C < 25%	7647-01-0	Xi (Irritante)	36/37/38	-	3	A4
acido cloridrico (miscela gassosa)/C ≥ 5%	7647-01-0	T (Tossico) C (Corrosivo)	23 35	-	3	A4
acido cloridrico (miscela gassosa)/1% ≤ C < 5%	7647-01-0	C (Corrosivo)	20 35	-	3	A4
acido cloridrico (miscela gassosa)/0,5% ≤ C < 1%	7647-01-0	C (Corrosivo)	20 34	-	3	A4
acido cloridrico (miscela gassosa)/0,2% ≤ C < 0,5%	7647-01-0	C (Corrosivo)	34	-	3	A4
acido cloridrico (miscela gassosa)/0,02% ≤ C < 0,2%	7647-01-0	Xi (Irritante)	36/37/38	-	3	A4
acido fosforico... % (soluzione)/C ≥ 25%	7664-38-2	C (Corrosivo)	34	-	-	-
acido fosforico... % (soluzione)/10% ≤ C < 25%	7664-38-2	Xi (Irritante)	36/38	-	-	-
acido borico	10043-35-3			-	-	-
acido borico/C ≥ 5,5% (proposta di modifica 30° adeguamento)	10043-35-3	T (Tossico)	60 61	-	-	-
acido nitrico .... % ( soluzione )/C ≥ 70%	7697-37-2	O (Comburente) C (Corrosivo)	8 35	-	-	-
acido nitrico .... % ( soluzione )/20% ≤ C < 70%	7697-37-2	C (Corrosivo)	35	-	-	-
acido nitrico .... % ( soluzione )/5% ≤ C < 20%	7697-37-2	C (Corrosivo)	34	-	-	-
acido solforico.... %( soluzione )/C ≥ 15%	7664-93-9	C (Corrosivo)	35	-	1	A2, (M), (T)
acido solforico.... %( soluzione )/5% ≤ C < 15%	7664-93-9	Xi (Irritante)	36/38	-	1	A2, (M), (T)
acido acetico.... %( soluzione )/C ≥ 90%	64-19-7	C (Corrosivo)	35	-	-	-
acido acetico.... %( soluzione )/25% ≤ C < 90%	64-19-7	C (Corrosivo)	34	-	-	-
acido acetico.... %( soluzione )/10% ≤ C < 25%	64-19-7	Xi (Irritante)	36/38	-	-	-

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
acido fluoridrico.... %( soluzione )/C ≥ 7%	7664-39-3	T+ (Molto Tossico) C (Corrosivo)	26/27/28 35	-	-	-
acido fluoridrico.... %( soluzione )/1% ≤ C < 7%	7664-39-3	T (Tossico) C (Corrosivo)	26/27/28 34	-	-	-
acido fluoridrico.... %( soluzione )/0,1% ≤ C < 1%	7664-39-3	Xn (Nocivo)	20/21/22 36/37/38	-	-	-
acido tetrafluoroborico....%( soluzione )/C ≥ 25%	16872-11-0	C (Corrosivo)	34	-	-	A4
acido tetrafluoroborico.... %( soluzione )/10% ≤ C < 25%	16872-11-0	Xi (Irritante)	36/38	-	-	A4
acido ossalico/C ≥ 5%	144-62-7	Xn (Nocivo)	21/22	-	-	-
acido solfamminico	5329-14-6	Xi (Irritante)	36/38 52/53	-	-	-
ammoniaca/C ≥ 25%	7664-41-7	T (Tossico) N (Pericoloso per ambiente)	10 23 34 50	-	-	-
ammoniaca/5% ≤ C < 25%	7664-41-7	T (Tossico)	23 34	-	-	-
ammoniaca/0,5% ≤ C < 5%	7664-41-7	Xn (Nocivo)	20 36/37/38	-	-	-
ammonio persolfato	7727-54-0	O (Comburente) Xn (Nocivo)	8 22 36/37/38 42/43	-	-	-
argento	7440-22-4			-	-	-
argento (II) ossido	1301-96-8			-	-	-
argento (I) ossido	20667-12-3			-	-	-
argento cianuro	506-64-9			-	-	-
argento carbonato	534-16-7			-	-	-
Bario carbonato	513-77-9	Xn (Nocivo)	22	-	-	A4
bronzo	-			-	-	-
cadmio metallo (piroforico)	7440-43-9	F (facilmente infiammabile) T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45 68 62 63 48/23/25 26 17 50 53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.3	1	A2
cadmio ossido	1306-19-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45 68 62 63 48/23/25 26 50 53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.3	1	A2
calcio idrossido (calce idrata)	1305-62-0			-	-	-
cobalto acetato tetraidrato	6147-53-1			-	2B	-
cobalto acetato	71-47-8			-	2B	-
cobalto acetato/C ≥ 2,5 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60- 42/43- 68-50/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.2	2B	A3

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
cobalto acetato/1 % ≤ C < 2,5 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60-42/43-68-51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.2	2B	A3
cobalto acetato/0,5 % ≤ C < 1 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60-51/53	Carc. Cat. 2 Repr. Cat.2	2B	A3
cobalto acetato/0,25 % ≤ C < 0,5 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49 51/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto acetato/0,025 % ≤ C < 0,25 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico)	49 52/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto acetato/0,01 % ≤ C < 0,025 % (proposta di modifica)	71-48-7	T (Tossico)	49	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto nitrato esaidrato	10026-22-9			-	2B	A3
cobalto nitrato	10141-05-6			-	2B	A3
cobalto nitrato/C ≥ 2,5 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60-42/43-68-50/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.2	2B	A3
cobalto nitrato/1 % ≤ C < 2,5 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60-42/43-68-51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3 Repr. Cat.2	2B	A3
cobalto nitrato/0,5 % ≤ C < 1 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-60-51/53	Carc. Cat. 2 Repr. Cat.2	2B	A3
cobalto nitrato/0,25 % ≤ C < 0,5 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49 51/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto nitrato/0,025 % ≤ C < 0,25 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico)	49 52/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto nitrato/0,01 % ≤ C < 0,025 % (proposta di modifica)	10141-05-6	T (Tossico)	49	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto solfato eptaidrato	10026-24-1			-	2B	A3
cobalto solfato/C ≥ 25 %	10124-43-3	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-22-42/43-50/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto solfato/2,5 % ≤ C < 25 %	10124-43-3	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-42/43-51/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto solfato/1 % ≤ C < 2,5 %	10124-43-3	T (Tossico)	49-42/43-52/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto solfato/0,25 % ≤ C < 1 %	10124-43-3	T (Tossico)	49 52/53	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto solfato/0,01 % ≤ C < 0,25 %	10124-43-3	T (Tossico)	49	Carc. Cat. 2	2B	A3
cobalto Sali				-	2B	-
cromo	7440-47-3			-	3	A4

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase di Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
cromo triossido (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	O (Comburente) T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	9 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/C ≥ 25 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/10 % ≤ C < 25 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	21/22-26-35-42/43-45-46-48/23-51/53-62	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/7 % ≤ C < 10 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	21/22-26-34-42/43-45-46-48/20-51/53-62	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/5 % ≤ C < 7 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	21/22-23-34-42/43-45-46-48/20-51/53-62	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/3 % ≤ C < 5 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	21/22-23-36/37/38-42/43-45-46-48/20-51/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 3	1	A1
cromo triossido/2,5 % ≤ C < 3 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	23-36/37/38-42/43-45-46-48/20-51/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2	1	A1
cromo triossido/1 % ≤ C < 2,5 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T (Tossico)	23-36/37/38-42/43-45-46-48/20-52/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2	1	A1
cromo triossido/0,25 % ≤ C < 1 % (anidride cromica, acido cromico)	1333-82-0	T (Tossico)	20-45-46-52/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2	1	A1

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase di Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
cromo triossido/0,1 % ≤ C < 0,25 % (anidride cromica, acido cromatico)	1333-82-0	T (Tossico)	20-45-46	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2	1	A1
cloruro ferrico	7705-08-0			-	-	-
formaldeide/C ≥ 25 %	50-00-0	T (Tossico)	23/24/25-34-40-43	Carc. Cat. 3	1	A2
formaldeide/5 % ≤ C < 25 %	50-00-0	Xn (Nocivo)	20/21/22-36/37/38-40-43	Carc. Cat. 3	1	A2
formaldeide/1 % ≤ C < 5 %	50-00-0	Xn (Nocivo)	40-43	Carc. Cat. 3	1	A2
formaldeide/0,2 % ≤ C < 1 %	50-00-0	Xi (Irritante)	43	-	1	A2
nicel	7440-02-0	Xn (Nocivo)	40 43	Carc. Cat. 3	1	A5
nicel cloruro	7718-54-9			-	1	A4
nicel cloruro/C ≥ 25 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-61-23/25-38-42/43-48/23-68-50/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 3 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/20 % ≤ C < 25 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-61-20/22-38-42/43-48/23-68-51/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 3 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/3 % ≤ C < 20 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-61-20/22-42/43-48/23-68-51/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 3 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/2,5 % ≤ C < 3 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	49-61-42/43-48/23-68-51/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 3 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/1 % ≤ C < 2,5 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico)	49-61-42/43-48/23-68-52/53	Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 3 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/0,5 % ≤ C < 1 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico)	49-61-43-48/20-52/53	Carc. Cat. 1 Repr. Cat. 2	1	A4
nicel cloruro/0,25 % ≤ C < 0,5 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico)	49-43-48/20-52/53	Carc. Cat. 1	1	A4
nicel cloruro/0,1 % ≤ C < 0,25 % (proposta di modifica)	7718-54-9	T (Tossico)	49-43-48/20	Carc. Cat. 1	1	A4

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase di Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
nichel cloruro/0,01 % ≤ C < 0,1 % (proposta di modifica)	7718-54-9	Xi (Irritante)	43	-	1	A4
nichel cloruro esaidrato	7791-20-0				1	A4
nichel solfato esaidrato	10101-97-0				1	A4
nichel solfato	7786-81-4	Xn (Nocivo) N (pericoloso per ambiente)	22 40 42/43 50/53	Carc. Cat. 3	1	A4
nichel acetato (cristalli)	6018-89-9				1	A4
oro	7440-57-5			-	-	-
sale doppio Au K (cianuro d'oro di potassio)	13967-50-5			-	-	-
potassio cloruro	7447-40-7			-	-	-
potassio idrossido/C ≥ 25 %	1310-58-3	C (Corrosivo)	22 35	-	-	-
potassio idrossido/5 % ≤ C < 25 %	1310-58-3	C (Corrosivo)	35	-	-	-
potassio idrossido/2 % ≤ C < 5 %	1310-58-3	C (Corrosivo)	34	-	-	-
potassio idrossido/0,5 % ≤ C < 2 %	1310-58-3	Xi (Irritante)	36/38	-	-	-
potassio cianuro	151-50-8			-	-	-
potassio permanganato	7722-64-7	O (Comburente) Xn (Nocivo) N (pericoloso per ambiente)	8 22 50/53	-	-	-
potassio pirofosfato	732034-34-5			-	-	-
Rame	7440-50-8			-	-	-
Rame cianuro	544-92-3			-	-	-
Rame pirofosfato	304671-71-4			-	-	-
Rame solfato pentaidrato	7758-99-8			-	-	-
Rame solfato	7758-98-7	Xn (Nocivo) Xi (irritante) N (pericolo per ambiente)	22 36/38 50/53	-	-	-
sodio idrossido/C ≥ 5 %	1310-73-2	C (Corrosivo)	35	-	-	-
sodio idrossido/2 % ≤ C < 5 %	1310-73-2	C (Corrosivo)	34	-	-	-
sodio idrossido/0,5 % ≤ C < 2 %	1310-73-2	Xi (Irritante)	36/38	-	-	-
sodio ipoclorito....% Cloro attivo/C ≥ 25 %	7681-52-9	C (Corrosivo) N (Pericoloso per Ambiente)	31 34 50	-	-	-
sodio ipoclorito....% Cloro attivo/10 % ≤ C < 25 %	7681-52-9	C (Corrosivo)	31 34	-	-	-
sodio ipoclorito....% Cloro attivo/5 % ≤ C < 25 %	7681-52-9	Xi (Irritante)	31 36/38	-	-	-
sodio idrogenosolfito ....%	7631-90-5	Xn (Nocivo)	22 31	-	-	A4

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase di Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
sodio metabisolfito	7681-57-4	Xn (Nocivo)	22 31 41	-	-	A4
sodio solfuro anidro	1313-82-2	C (Corrosivo) N (pericoloso per ambiente)	31 34 50	-	-	-
sodio solfuro anidro (proposta di modifica)	1313-82-2	T (Tossico) Xn (Nocivo) C (Corrosivo) N (pericoloso per ambiente)	22 - 24 - 31 - 34 - 50	-	-	-
sodio idrosolfito	7775-14-6	Xn (Nocivo)	7 22 31	-	-	-
sodio bicarbonato	144-55-8		-	-	-	-
sodio bicromato /C ≥ 25 % sodio bicromato diidrato /C ≥ 25 %	10588-01-9 7789-12-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente) O (Comburente)	8 45-46- 60-61- 21-25- 26-34- 42/43- 48/23- 50/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /10 % ≤ C < 25 % sodio bicromato diidrato /10 % ≤ C < 25 %	10588-01-9 7789-12-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45-46- 60-61- 22-26- 34- 42/43- 48/23- 51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /7 % ≤ C < 10 % sodio bicromato diidrato /7 % ≤ C < 10 %	10588-01-9 7789-12-0	T+ (Molto Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45-46- 60-61- 22-26- 36/37/38- 42/43- 48/20- 51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /5 % ≤ C < 7 % sodio bicromato diidrato /5 % ≤ C < 7 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45-46- 60-61- 22-23- 36/37/38- 42/43- 48/20- 51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /3 % ≤ C < 5 % sodio bicromato diidrato /3 % ≤ C < 5 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45-46- 60-61- 22-23- 42/43- 48/20- 51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /2,5 % ≤ C < 3 % sodio bicromato diidrato /2,5 % ≤ C < 3 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico) N (pericoloso per ambiente)	45-46- 60-61- 23- 42/43- 48/20- 51/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase di Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
sodio bicromato /1 % ≤ C < 2,5 % sodio bicromato diidrato /1 % ≤ C < 2,5 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico)	45-46-60-61-23-42/43-48/20-52/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /0,5 % ≤ C < 1 % sodio bicromato diidrato /0,5 % ≤ C < 1 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico)	45-46-60-61-20-42/43-52/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2 Repr. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /0,25 % ≤ C < 0,5 % sodio bicromato diidrato /0,25 % ≤ C < 0,5 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico)	45-46-20-42/43-52/53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /0,2 % ≤ C < 0,25 % sodio bicromato diidrato /0,2 % ≤ C < 0,25 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico)	45-46-20-42/43	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2	1	A1
sodio bicromato /0,1 % ≤ C < 0,2 % sodio bicromato diidrato /0,1 % ≤ C < 0,2 %	10588-01-9 7789-12-0	T (Tossico)	45-46-20	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 2	1	A1
sodio saccarinato	6155-57-3		-	-	-	-
sodio metasilicato anidro	6834-92-0	C (Corrosivo)	34 37	-	-	-
sodio cianuro	143-33-9	-	-	-	-	-
Zinco piroforico	7440-66-6	F (facilmente infiammabile) N (pericoloso per ambiente)	15 17 50/53	-	-	-
Zinco stabilizzato	7440-66-6	N (pericoloso per ambiente)	50/53	-	-	-
Zinco cloruro/C ≥ 25 %	7646-85-7	C (Corrosivo) N (Pericoloso per Ambiente)	22 34 50/53	-	-	-
zinco cloruro/10 % ≤ C < 25 %	7646-85-7	C (Corrosivo) N (Pericoloso per Ambiente)	34 50/53	-	-	-
zinco cloruro/5 % ≤ C < 10 %	7646-85-7	Xn (Nocivo) N (Pericoloso per Ambiente)	36/37/38-51/53	-	-	-
zinco cloruro/5 % ≤ C < 10 % (proposta di modifica)	7646-85-7	Xi (Irritante) N (Pericoloso per Ambiente)	36/37/38-51/53	-	-	-
zinco cloruro/2.5 % ≤ C < 5 %	7646-85-7	N (Pericoloso per Ambiente)	51/53	-	-	-
zinco cloruro/ 0.25 % ≤ C < 2.5 %	7646-85-7	-	52/53	-	-	-
Zinco solfato monoidrato	7446-19-7	Xn (Nocivo) N (Pericoloso per Ambiente)	22 41 50/53	-	-	-
Zinco solfato eptaidrato	7446-20-0	Xn (Nocivo) N (Pericoloso per Ambiente)	22 41 50/53	-	-	-

Nome chimico/limiti di concentrazione (C) per classificazione CE	CAS	Classificazione (CE)	Frase Rischio (CE)	Cancerogenicità		
				CE	IARC	ACGIH
Zinco solfato anidro	13986-24-8	Xn (Nocivo) N (Pericoloso per Ambiente)	22 41 50/53	-	-	-
acqua ossigenata...%/C ≥ 70 %	7722-84-1	O (Comburente) C (Corrosivo)	5 8 20/22 35	-	3	A3
acqua ossigenata...%/50 % ≤ C < 70 %	7722-84-1	O (Comburente) C (Corrosivo)	8 20/22 34	-	3	A3
acqua ossigenata...%/35 % ≤ C < 50 %	7722-84-1	Xn (Nocivo)	22- 37/38-41	-	3	A3
acqua ossigenata...%/8 % ≤ C < 35 %	7722-84-1	Xn (Nocivo)	22-41	-	3	A3
acqua ossigenata...%/5 % ≤ C < 8 %	7722-84-1	Xi (Irritante)	36	-	3	A3
anidride carbonica	124-38-9	-	-	-	-	-
carbone attivo	7440-44-0	-	-	-	-	-
glicerina	56-81-5	-	-	-	-	-
quarzite (silice)	14808-60-7	-	-	-	1	A2
saccarina	81-07-2	-	-	-	3	-
tetracloroetilene/C ≥ 1 %	127-18-4	Xn (Nocivo)	40 51/53	Carc. Cat. 3	2A	A3
trielina (tricloroetilene)	79-01-6	T (Tossico)	45 68 67 36/38 52 53	Carc. Cat. 2 Muta. Cat. 3	2A	A2

Talvolta non è stato possibile definire la pericolosità intrinseca per alcuni prodotti, poiché sono molte le sostanze e/o i preparati che non risultano classificati dalla CE.

La normativa vigente per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio di sostanze pericolose, prevede che in mancanza di una classificazione CE sia il responsabile dell'immissione sul mercato ad adottare una classificazione provvisoria in base ai criteri previsti per le sostanze pericolose.

#### **D.Lgs. 52/97 Articolo 6, Obbligo di ricerca**

1. I fabbricanti, gli importatori e i distributori di sostanze pericolose che non figurano ancora nell'allegato I, ma sono incluse nell'EINECS, sono obbligati ad effettuare idonee ricerche per conoscere i dati pertinenti ed accessibili esistenti per quanto riguarda le proprietà di tali sostanze.

2. In base alle informazioni acquisite ai sensi del comma 1, gli stessi soggetti di cui al comma 1 devono imballare nonché etichettare provvisoriamente tali sostanze conformemente a quanto stabilito dagli articoli 19, 20, 21 e 22, nonché dai criteri di cui all'allegato VI.

**Di seguito, in sintesi, sono riassunte le differenti caratteristiche tossicologiche per i prodotti maggiormente utilizzati.**

**Sostanze irritanti:** si tratta per lo più di acidi inorganici, ammoniaca e sali di ammonio, ma anche sostanze alcaline e solventi organici. Il rischio associato all'utilizzo di queste sostanze riguarda sia l'esposizione inalatoria a vapori o nebbie, sia l'esposizione cutanea (per contatto con materiali contaminati o per schizzi provenienti dai bagni galvanici). Le frasi di rischio che caratterizzano tali sostanze sono le seguenti:

- R 36 Irritante per gli occhi.
- R 37 Irritante per le vie respiratorie.
- R 38 Irritante per la pelle.

**Sostanze tossiche e molto tossiche:** tra queste le troviamo sali dell'acido cianidrico, sali di nichel (cloruro di nichel), acido fluoridrico ecc. Le frasi di rischio indicative della tossicità sono:

- R 23 Tossico per inalazione.
- R 24 Tossico a contatto con la pelle
- R 25 Tossico per ingestione
- R 26 Molto tossico per inalazione
- R 27 Molto tossico a contatto con la pelle
- R 28 Molto tossico per ingestione
- R 29 A contatto con l'acqua libera gas tossici

**Sostanze tossiche per il ciclo riproduttivo:** tra i danni da esposizione a tossici che non è lecito dimenticare vi sono l'insuccesso riproduttivo (sterilità, abortività ripetuta) e gli effetti nocivi per la prole (malformazioni, ridotto peso alla nascita). Rilevanti evidenze che depongono per una lesività di tal genere sono state attribuite a sostanze che ritroviamo nelle lavorazioni galvaniche, quali ad esempio il cadmio, il cobalto, il cromo esavalente, il nichel ed alcuni dei loro sali, si veda a tal proposito la tabella 2. Le frasi di rischio associate a tale caratteristica tossicologica sono le seguenti:

- R 60 Può ridurre la fertilità
- R 61 Può danneggiare i bambini non ancora nati
- R 62 Possibile rischio di ridotta fertilità
- R 63 Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati

Tabella 2: classi di tossicità per il ciclo riproduttivo proposte dalla Unione Europea

<b>Classi di rischio per il Ciclo Riproduttivo</b>
<p><b>Rischio Riproduttivo Categoria 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostanze che danneggiano la fertilità negli esseri umani. Esistono prove sufficienti per stabilire una relazione causa effetto tra l'esposizione umana ad una sostanza e la riduzione della fertilità (R60)</li> <li>• Sostanze che provocano effetti tossici sullo sviluppo. Esistono prove sufficienti per stabilire una relazione causa effetto tra l'esposizione umana ad una sostanza e successivi effetti tossici sullo sviluppo della progenie (R61).</li> </ul>
<p><b>Rischio Riproduttivo Categoria 2</b></p> <p>Sostanze che possono eventualmente danneggiare la fertilità umana. Esistono prove evidenti per presumere che l'esposizione umana alla sostanza possa ridurre la fertilità, sulla base di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prove evidenti di fertilità ridotta in studi su animali in assenza di effetti tossici, oppure prove di fertilità ridotta che si verifica all'incirca agli stessi livelli di dose di altri effetti tossici ma che non è una conseguenza secondaria non specifica di tali effetti.</li> <li>• Altre informazioni pertinenti (R60)</li> </ul> <p>Sostanze che possono provocare effetti tossici sullo sviluppo degli esseri umani. Esistono prove sufficienti per ritenere che l'esposizione umana alla sostanza possa produrre effetti tossici sullo sviluppo della progenie, sulla base di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risultati chiari in adeguati studi su animali dove gli effetti sono stati osservati in assenza di segni di pronunciata tossicità materna oppure all'incirca agli stessi livelli di dose che provocano altri effetti tossici che non sono una conseguenza secondaria non specifica di tali effetti.</li> </ul> <p>Altre informazioni pertinenti. (R61)</p>
<p><b>Rischio Riproduttivo Categoria 3</b></p> <p>Sostanze sospette per la fertilità umana. In generale, sulla base di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risultati di studi adeguati su animali che forniscano prove sufficienti per avere un forte sospetto di ridotta fertilità in assenza di effetti tossici oppure prove di ridotta fertilità che si verifica all'incirca agli stessi livelli di dose di altri effetti tossici ma che non è una conseguenza secondaria non specifica di tali effetti. E tuttavia le prove sono insufficienti per collocare la sostanza in categoria 2</li> <li>• Altre informazioni pertinenti. (R62)</li> </ul> <p>Sostanze sospette per possibili effetti tossici sullo sviluppo. In generale, sulla base di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risultati di studi adeguati su animali che forniscano prove sufficienti per avere un forte sospetto di tossicità dello sviluppo in assenza di segni di pronunciata tossicità materna, oppure all'incirca agli stessi livelli di dose di altri effetti tossici ma che non sono una conseguenza secondaria non specifica di tali effetti e tuttavia l'evidenza è insufficiente per collocare la sostanza in categoria 2</li> </ul> <p>Altre informazioni pertinenti. (R63)</p>

**Sostanze sensibilizzanti:** spesso queste sostanze sono ignorate nei documenti di valutazione del rischio chimico e considerate solo qualora siano presenti soggetti sensibilizzati. Tenendo conto che i fenomeni allergici non sono reversibili e che le manifestazioni cliniche in un soggetto sensibilizzato possono comparire anche ad esposizioni molto basse è importante considerare tale caratteristica tossicologica nella valutazione dei rischi. Le frasi di rischio associate a queste sostanze sono:

R 42 Può provocare sensibilizzazione per inalazione.

R 43 Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle.

*[...] Vi sono individui "atopici" complessivamente più suscettibili della media a contrarre allergie. In ogni caso, all'aumentare della frequenza e dell'intensità dell'esposizione ad un allergene aumenta la probabilità che si induca un'allergia, tanto nei soggetti "normali" quanto in quelli più suscettibili della media. Una volta che un soggetto si sia sensibilizzato ad un allergene, esposizioni di intensità e durata minime sono sufficienti a scatenare la risposta allergica.*

*Molti quadri di allergia iniziano con manifestazioni cutanee e con elevata frequenza progrediscono verso una patologia respiratoria. Ad esempio, nell'allergia alle proteine del lattice dell'albero della gomma (*Hevea brasiliensis*), spesso l'esordio è caratterizzato da prurito, eritema ed edema alla cute; persistendo l'esposizione un buon numero di soggetti sensibilizzati va incontro prima a sintomi di rino-congiuntivite, poi alla comparsa di tosse secca e stizzosa, poi a manifestazioni asmatiche broncospastiche. In altri casi, d'altronde, alle iniziali manifestazioni cutanee non segue il coinvolgimento di altri distretti corporei ed in altri ancora l'esordio è già in prima istanza congiuntivale o respiratorio.*

*Per gli allergeni, la variabilità della risposta individuale a parità di esposizione fa sì che la valutazione di quest'ultima serva non tanto a predire chi, tra i non sensibilizzati, si sensibilizzerà ed eventualmente si ammalerà o meno, ma solo a stimare (più o meno affidabilmente) la frequenza dei sensibilizzati tra gli esposti ed eventualmente, tra i sensibilizzati, la frequenza degli effettivamente ammalati. Si tratta di un'operazione ben più ardua di quanto non sia per gli agenti "semplicemente" tossici ed è chiaro che non ha senso pratico parlare di una "dose di non-effetto" per i soggetti sensibilizzati.*

**Sostanze che possono essere assorbite per via cutanea:** alcune sostanze possono essere assorbite attraverso la pelle, per tale motivo i rispettivi TLV si accompagnano alla notazione "cute" (o skin). Ciò indica un contributo significativo, attraverso questa via, all'esposizione complessiva. Nell'elenco delle sostanze utilizzate che presentano la nota "cute" troviamo:

- ammonio persolfato
- argento
- argento ossido
- argento cianuro
- argento carbonato
- cobalto acetato
- potassio cianuro

- sodio bicromato
- sodio cianuro

Le frasi di rischio associate a queste sostanze sono:

- R 21 Nocivo a contatto con la pelle
- R 24 Tossico a contatto con la pelle
- R 27 Molto tossico a contatto con la pelle
- R 38 Irritante per la pelle
- R 43 Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle

*[..] La capacità intrinseca di un agente di disintegrare o comunque superare lo strato cheratinico superficiale della cute per un verso, la sua liposolubilità (quindi la diffusibilità nel grasso cutaneo e sottocutaneo) per un altro sono parametri fondamentali per stimare la sua capacità di essere assorbito tramite la cute. La superficie di cute esposta al contatto con un'agente assorbibile, il più o meno buono "stato di salute" della cute (una dermatite detritiva, ad esempio, riduce di molto la sua funzione di barriera) e le pratiche igieniche della persona esposta sono altri parametri che influenzano in misura decisiva l'assorbimento. Si tenga conto del fatto che una buona doccia completa al termine di un turno di lavoro che pure abbia comportato cospicuo imbrattamento cutaneo è in grado di dimezzare l'assorbimento complessivo degli agenti che si siano depositati sulla pelle. Fino ad un recente passato è rimasto arduo misurare le esposizioni percutanee; peraltro, la crescente attenzione verso l'assorbimento percutaneo degli "agenti chimici" ha fatto sì che da alcuni anni si stiano elaborando metodi di quantificazione dell'esposizione via via più affidabili ed esportabili dall'ambito della ricerca alla pratica quotidiana.*

**Sostanze cancerogene:** nel ciclo lavorativo galvanico la presenza di sostanze che possono avere effetti cancerogeni sull'uomo è dovuta in particolare al Cromo esavalente (e ai suoi composti) e al Nichel (e ai suoi composti). Altre sostanze impiegate nei trattamenti galvanici possono avere effetti cancerogeni. Tra queste ritroviamo ad esempio: sali di cobalto, ossido di cadmio e cadmio metallico, formaldeide, trielina.

Gli organi bersaglio dell'effetto cancerogeno per le sostanze utilizzate nel comparto sono principalmente:

- √ il polmone e i seni nasali per i composti del cromo esavalente, del nichel e i suoi composti
- √ polmone per i composti del cadmio, del cobalto, della formaldeide e trielina
- √ prostata per il cadmio e i suoi composti

Le frasi di rischio per i prodotti cancerogeni sono le seguenti:

- R 40 Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti
- R 45 Può provocare il cancro
- R 49 Può provocare il cancro per inalazione

Tabella 3: classi di cancerogenicità secondo l'Unione Europea

<b>Cancerogeno di Categoria 1</b> Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso casuale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e lo sviluppo di tumori. (R45 e R49).
<b>Cancerogeno di Categoria 2</b> Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di: ⇒ adeguati studi a lungo termine effettuati su animali ⇒ altre informazioni specifiche. (R45 e R49).
<b>Cancerogeno di Categoria 3</b> sostanze da considerarsi con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo per le quali tuttavia le informazioni disponibili sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente. Esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2. (R40).

Per quanto riguarda la cancerogenicità delle sostanze tuttavia il mondo scientifico non riconosce una classificazione univoca.

Diverse agenzie ed istituzioni nazionali ed internazionali si occupano della classificazione degli agenti cancerogeni, le principali sono quelle riportate di seguito:

**CEE** Comunità Economica Europea

**IARC** International Agency for Research on Cancer

**ACGIH** American Conference of Governmental Industrial Hygienist

**EPA** Environmental Protection Agency

**NTP** National Toxicology Program

**CCTN** Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale

Si ritiene utile riportare di seguito le diverse categorie di cancerogenicità secondo l'ACGIH, la IARC e la CEE.

Tabella 4: classi di cancerogenicità

<b>ACGIH</b>	<b>IARC</b>	<b>CEE</b>
<b>A1</b> Carcinogeno riconosciuto per l'uomo.	<b>Gruppo 1</b> Cancerogeno per l'uomo.	<b>Carcinogeno Categoria 1</b> Sulla base di studi epidemiologici; R45; R49.
<b>A2</b> Carcinogeno sospetto per l'uomo.	<b>Gruppo 2A</b> Probabile cancerogeno per l'uomo.	<b>Carcinogeno Categoria 2</b> Fondamentalmente sulla base di studi sperimentali; R45; R49.
<b>A3</b> Carcinogeno riconosciuto per l'animale, non noto per l'uomo.	<b>Gruppo 2B</b> Possibile cancerogeno per l'uomo.	<b>Carcinogeno Categoria 3</b> Fondamentalmente sulla base di studi sperimentali; possibilità di effetti cancerogeni prove insufficienti; R40.
<b>A4</b> Non classificabile come cancerogeno per l'uomo.	<b>Gruppo 3</b> Non classificabile come cancerogeno per l'uomo.	
<b>A5</b> non sospetto come carcinogeno per l'uomo.	<b>Gruppo 4</b> probabile non cancerogeno per l'uomo.	

Il titolo VII del D. Lgs. 626/94 (attualmente Titolo IX , capo II del D. Lgs. 81/08) fa riferimento alla classificazione europea e il campo di applicazione delle norme speciali per i cancerogeni è riferito esclusivamente ai cancerogeni di categoria 1 e 2 come si evince dalle definizioni riportate nel decreto.

**D. Lgs. n.81 del 09/04/2008**

**Protezione da agenti cancerogeni e mutageni Articolo 234. Definizioni**

1. Agli effetti del presente decreto si intende per:

a) agente cancerogeno:

1) una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione **quali categorie cancerogene 1 o 2**, stabiliti ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modificazioni;

2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al numero 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52, e 14 marzo 2003, n. 65 e successive modificazioni;

3) una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato XLII, nonché una sostanza od un preparato emessi durante un processo previsto dall'allegato XLII;

b) agente mutageno:

1) una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione nelle categorie mutagene 1 o 2, stabiliti dal decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modificazioni;

2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie mutagene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52, e 14 marzo 2003, n. 65, e successive modificazioni;

**Sostanze mutagene:** si definiscono mutageni gli agenti in grado di modificare la struttura del DNA inducendone alterazioni stabili e trasmissibili a cellule-figlie. Dall'elenco delle sostanze più utilizzate nelle sotto questa voce troviamo ancora una volta il cromo triossido e il bicromato di sodio. La pericolosità di tali effetti deve indurre ad un'attenzione alta per le sostanze etichettate con la seguente frase di rischio:

R 46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie

Tabella 5: classi di mutagenicità proposte dalla Unione Europea

**Mutageno Categoria 1**

Sostanze note per gli effetti mutageni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad esse e l'insorgenza di alterazioni genetiche ereditarie (R46).

**Mutageno Categoria 2**

Sostanze da considerare mutagene per l'uomo. Esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione umana possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie in generale sulla base di adeguati studi su animale, altre informazioni specifiche (R46).

**Mutageno Categoria 3**

Sostanze da considerare con sospetto per possibili effetti mutageni. Esistono prove ottenute da studi specifici sugli effetti mutageni, ma non sono sufficienti per classificare la sostanza in categoria 2 (R68).

Nell'ambito della valutazione del rischio chimico per le industrie galvaniche il ruolo principale è rappresentato dal **cromo esavalente** e dal **nicel** (e dai suoi composti) per il loro potenziale cancerogeno, certo o sospetto, ma anche per gli effetti tossici, allergenici che possono indurre. Per tali motivi si è ritenuto utile dedicare maggiore attenzione a queste sostanze.

## **CROMO(VI) : RISCHI DA ESPOSIZIONE PROFESSIONALE**

In galvanica si utilizzano prevalentemente i derivati del Cromo esavalente (quali Triossido di Cromo, Bicromato di Potassio, Bicromato di Cromo), presente nei trattamenti di cromatura (sia decorativa che a spessore) e di cromatazione (o passivazione cromica).

Riscontri bibliografici mostrano come nei pressi delle linee galvaniche il cromo totale aerodisperso sia essenzialmente presente nella forma esavalente.

Il Cromo esavalente è altamente reattivo e con un potenziale ossidativo elevato; attraversa facilmente le membrane ed ha proprietà fortemente irritanti-corrosive, sensibilizzanti, mutagene e cancerogene

La via inalatoria rappresenta la più importante via di assorbimento nell'esposizione professionale, tuttavia assai significativo può essere anche l'assorbimento cutaneo, in funzione della concentrazione nella soluzione e del tempo di contatto. Condizioni favorevoli alla penetrazione del Cromo esavalente attraverso la cute sono l'aumento del pH cutaneo, le flogosi, le soluzioni di continuità, l'utilizzo di tensioattivi.

Il Cromo esavalente è assorbito direttamente dalle cellule, dove viene in parte ridotto allo stato trivalente ed in piccola percentuale rimane allo stato esavalente: questa trasformazione facilita la formazione di legami al DNA.

Il Cromo esavalente si deposita in tutti gli organi, soprattutto nel reticolo endoteliale di polmone, milza, reni e fegato. Nei soggetti professionalmente esposti, il polmone rappresenta il più importante sito di accumulo di cromo, come è stato evidenziato in studi su saldatori .

L'escrezione, in forma di cromo trivalente, si verifica principalmente per via renale e, in minor misura, per via gastro-enterica.

L'escrezione di cromo varia nei singoli individui. La ragione principale di questa variabilità biologica è rappresentata dal metabolismo renale del metallo il quale, una volta filtrato, viene riassorbito dai tubuli renali. Il cromo urinario, per la rapidità di eliminazione di una quota rilevante del metallo assorbito, rappresenta l'indicatore di dose che meglio riflette l'esposizione corrente ed è quindi utilizzato per il monitoraggio biologico dei lavoratori professionalmente esposti.

Le manifestazioni patologiche da cromo esavalente sono generalmente localizzate e riguardano principalmente la cute e l'apparato respiratorio.

Le alterazioni cutanee comprendono sia dermatiti irritative da contatto, che nelle fasi avanzate possono trasformarsi in ulcere croniche dovute all'azione ossidante del cromo esavalente, sia dermatiti allergiche conseguenti all'azione sensibilizzante. Le dermatiti allergiche sono un tipico eczema da contatto, che interessa soprattutto la cute delle mani e in un'alta percentuale anche altre sedi.

L'apparato respiratorio costituisce il bersaglio dell'azione ossidante e irritativo-corrosiva del metallo, sia a livello nasale che broncopolmonare. La lesione tipica dell'esposizione a cromo è la perforazione del setto nasale, preceduta da un quadro infiammatorio seguito da fenomeni infettivi e formazioni crostose.

In lavoratori esposti a composti esavalenti del Cromo sono state dimostrate elevate prevalenze di quadri di tipo irritativi bronchiale, con alterazioni funzionali respiratorie, tra cui quadri di asma bronchiale.

La nefrotossicità del cromo si estrinseca come tubulopatia lieve, è da attribuirsi principalmente ad assorbimenti elevati ed appare transitoria.

Non esistono studi conclusivi circa gli effetti del cromo sull'apparato digerente o sul fegato.

Numerosi studi hanno dimostrato un'aumentata prevalenza tra gli esposti a Cromo esavalente di neoplasie del polmone e delle cavità nasali e paranasali.

**Il Cr[VI] è considerato cancerogeno certo** da tutti gli enti internazionali di classificazione dei cancerogeni (ACGIH, IARC, CEE, US EPA, ecc.) ed è etichettato R49 Può provocare il cancro per inalazione.

## **NICHEL: RISCHI DA ESPOSIZIONE PROFESSIONALE**

Numerosi sono gli studi inerenti gli effetti del nichel e dei suoi composti sulla salute. I principali organi bersaglio della tossicità del nichel sono la pelle e il mentre gli organi primari di accumulo sono polmone e reni, in cui induce diversi effetti tossici. L'assorbimento per via inalatoria del Ni varia da composto a composto l'assorbimento dermico dipende dalla solubilità dei suoi composti e dalle condizioni della pelle. In numerosi studi in vivo e in vitro l'esposizione al Ni è stata correlata con effetti genotossici, immunotossici, riproduttivi, neurotossici e cancerogeni. Diversi studi epidemiologici hanno dimostrato l'effetto tossico e cancerogeno del Nichel sul sistema respiratorio [5].

Da dati di letteratura [6] si evince quanto segue:

- Effetti dermatologici: dermatiti da nichel e altri effetti cutanei sono documentati sia per lavoratori esposti, sia in casi di popolazione generale. Il meccanismo di sensibilizzazione prevede l'assorbimento cutaneo e successivamente il legame con il nichel in forma ionica.
- Effetti respiratori: quali asma, perforazione del setto nasale, riniti croniche, sinusiti, viene incrementano il rischio di infezioni croniche del tratto respiratorio in seguito agli effetti sul sistema immuno-respiratorio.
- Effetti cardiovascolari: il nichel (II) esogeno ed endogeno ha una forte azione vasocostrittiva sui vasi coronarici.
- Effetti riproduttivi e dello sviluppo: nei ratti maschi si osservano cambiamenti degenerativi a: testicolo, epididimo e spermatozoi; nella femmina effetti sulla vitalità dell'embrione e sull'impianto.
- Effetti mutageni: il nichel può indurre mutazioni geniche in batteri e in coltura di cellule di mammiferi; inoltre sembra indurre aberrazioni cromosomiali in coltura di cellule di mammiferi e scambi di cromatidi fratelli anche in linfociti umani.
- Effetti cancerogeni: è stata riscontrata evidenza di effetti cancerogeni in seguito ad esposizione a nichel in alcune sue forme, sia sull'uomo che sugli animali. L'istituto internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) classifica il nichel e i suoi composti come cancerogeni per l'uomo (gruppo 1) [7].

- Altri effetti tossici: basso potenziale neurotossico generale, induce emorragie, degenerazioni neuronali ed edemi. Sono stati studiati gli effetti del cloruro di nichel sulla risposta immunitaria cellulare ed umorale dei topi.

Elevate concentrazioni di nichel urinario e plasmatico sono state riscontrate in alcuni lavoratori dopo anni dalla cessata esposizione [8].

Resta il fatto che la Comunità Europea classifica il nichel e i suoi composti come Carc. Cat. 3 R40 R43; ne consegue che i lavoratori esposti a tale sostanza per ora non sono soggetti agli obblighi del Titolo VII del D.L.gs 626/94 (capo II del D. Lgs. 81/2008) per quanto concerne la protezione da agenti cancerogeni.

Riteniamo di rimarchevole importanza, segnalare che da parte della Commission Working Group on Classification and Labelling della UE, è in corso proposta di revisione della classificazione per il Cloruro di Nichel.

L'evidente elevata tossicità del nichel e dei suoi composti, nonché il potenziale cancerogeno (sospetto o certo) comporta l'adozione rigorosa di quanto previsto dalla normativa vigente (titolo VII bis), per quanto concerne la riduzione del rischio ad agenti chimici pericolosi al più basso livello possibile.



Foto n. 7: dermatite allergica da contatto con nichel.

### 3.3 TIPOLOGIE DEGLI IMPIANTI GALVANICI

Gli impianti galvanici sono costituiti da una sequenza di vasche, nelle quali sono introdotti ed estratti i pezzi da trattare. Il trasferimento dei pezzi, da una vasca all'altra, può essere eseguito manualmente dal lavoratore, oppure mediante l'ausilio di paranchi o di sistemi a carroponete. Per tale ragione vengono normalmente definite tre tipologie di impianti:

- manuale
- semiautomatico
- automatico

Inoltre le linee galvaniche si differenziano a seconda del sistema utilizzato per l'immersione dei pezzi nei bagni. Avremo quindi:

**-linee a telaio:** per immergere i pezzi metallici nei bagni di trattamento si utilizzano delle specie di rastrelliere metalliche, di norma dette telai, che servono contemporaneamente a sostenere i particolari in lavorazione e ad assicurare il contatto elettrico. I telai sono, generalmente, di forma rettangolare, di dimensioni variabili, rivestiti di materiale plastico e dotati di galletti o pinze di sostegno. La movimentazione dei telai, come indicato, può avvenire automaticamente con uno o più carriponte, oppure manualmente. A seconda delle dimensioni delle vasche si possono avere sistemi a singolo o a doppio telaio.

**-linee a rotobarile:** quando devono essere trattati particolari di piccole dimensioni, come ad esempio minuteria metallica, vengono utilizzati dei cestelli perforati detti rotobarili, che, durante l'immersione, ruotano lentamente in modo che gli oggetti contenuti all'interno abbiano un orientamento casuale rispetto all'anodo e lo strato di metallo depositato sia più uniforme. Questo sistema è utilizzato in linee automatiche.

Ai fini dell'igiene industriale un aspetto importante riguarda la collocazione della linea galvanica rispetto ad altre attività produttive svolte in un medesimo edificio o stabilimento. Questo aspetto condiziona la valutazione del rischio chimico dal punto di vista del numero degli addetti esposti. A tal proposito gli impianti si distinguono in:

**-linea segregata:** impianto produttivo strutturalmente isolato mediante adeguato sistema (tunnel o coperture ad hoc) in modo da risultare separato dagli stessi addetti o da altre lavorazioni che eventualmente vengono effettuate all'interno della medesima area o reparto. Tale soluzione tecnologica è assimilabile concettualmente al "ciclo chiuso" cui fa riferimento l'art. 62, comma 2 del D.Lgs. 626/94.

**-linea confinata:** impianto produttivo collocato in area o locale interamente dedicato, vale a dire nel quale non si effettuano altre lavorazioni o non stazionano altri lavoratori se non gli addetti all'impianto. La linea confinata può essere segregata o meno.

**-linea non confinata:** impianto produttivo collocato in area o locale nella quale si effettuano altre lavorazioni o stazionano lavoratori anche non addetti all'impianto.



*Foto 8: impianto segregato e aspirato*

La segregazione comporta una sicura riduzione dell'esposizione professionale, ottenuta con l'allontanamento fisico degli addetti dalle fonti inquinanti, nonché del numero complessivo degli esposti, nel caso in cui vi siano altre lavorazioni nell'area circostante l'impianto segregato. Il confinamento riduce anch'esso il numero complessivo degli esposti ma, per gli addetti, la garanzia di un'analogia riduzione dei livelli espositivi professionali, è legata all'efficacia e all'idoneità dei sistemi di aspirazione localizzata adottati.

#### **IMPIANTI MANUALI**

In questi impianti i telai, sui quali sono appesi i particolari da trattare, vengono movimentati da personale addetto. La successione delle vasche, normalmente, è di tipo lineare o a ferro di cavallo. Le dimensioni delle vasche sono piuttosto ridotte, poiché questo tipo di impianti è, generalmente, impiegato per produzioni particolari o per quantità limitate.



*Foto 9: impianto manuale*



### IMPIANTI SEMIAUTOMATICI

Si tratta di impianti in cui la movimentazione dei telai avviene mediante appositi paranchi (carriponte), manovrati da operatori a mezzo di pulsantiera. In questi casi gli addetti, per immergere o estrarre i telai, operano a bordo vasca, lungo le passerelle che affiancano la linea galvanica.

Pulsantiera

Telaio

Foto 10: impianto semiautomatico

### IMPIANTI AUTOMATICI

Negli impianti automatici la movimentazione dei telai e le operazioni di immersione ed estrazione non richiedono la presenza di operatori presso le vasche di trattamento, ma avvengono con l'ausilio di sistemi transfer sincronizzati tra loro. La presenza dell'operatore si riscontra, generalmente, nella fase di avviamento dei telai al processo galvanico e di sgancio al termine dei trattamenti.

Normalmente gli impianti automatici possono avere le seguenti caratteristiche:

#### **Impianti automatici con disposizione delle vasche in linea**

Sono indicati per grandi produzioni e con i telai che si muovono su una o due linee parallele. L'immersione e il trasferimento dei telai avviene in modo completamente automatico. Le vasche si susseguono l'una all'altra secondo la sequenza richiesta dal ciclo produttivo e generalmente si presentano unite sul loro lato maggiore.



Foto 11: impianto semiautomatico



Foto 12: impianto in linea con utilizzo di rotobarili (operazione di scarico)

### **Impianti automatici a giostra, altrimenti detti ad anello, a rotazione circolare o a carosello**



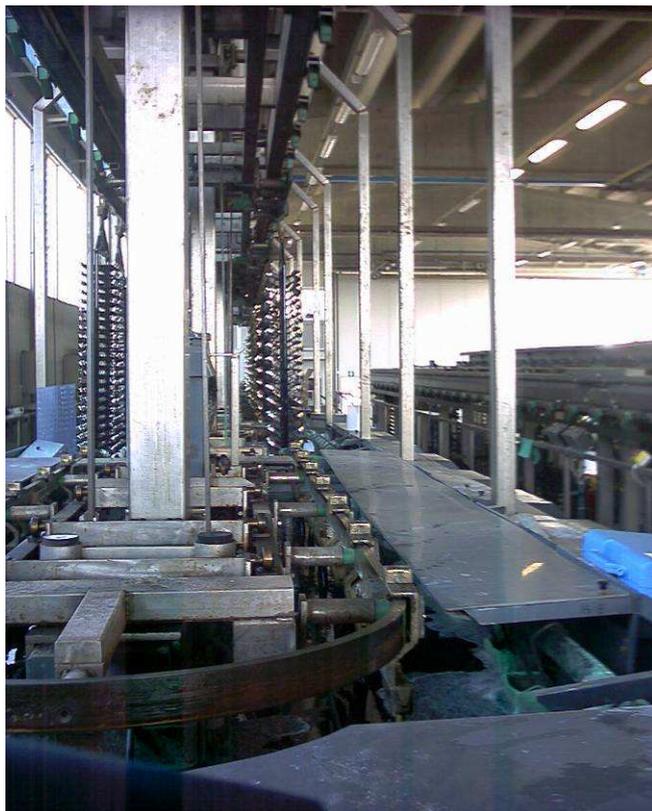
Foto 13: impianto a giostra

Le vasche galvaniche sono disposte in cerchio secondo la sequenza dei trattamenti. Nella parte centrale si trova il meccanismo di alzata e trasferimento dei telai, costituito da una serie di bracci disposti a raggiera che si spostano in senso rotatorio e si alzano e si abbassano per immergere o estrarre i telai dai bagni. Ogni braccio ruota con il meccanismo di supporto e con agganciati uno o, più spesso, due telai si dice quindi

a fila semplice o a fila doppia. In questo tipo di impianti, di norma, le operazioni di carico e scarico dei telai sono manuali.

### **Impianti automatici in linea ad U**

Vi sono impianti galvanici che presentano le vasche disposte con modalità che viene definita in gergo tecnico a "U". Normalmente in questi casi viene utilizzata una catena trasportatrice che fa avanzare i telai in continuo. Un'altra caratteristica di questi impianti è la disposizione delle vasche che, in genere, sono affiancate sul lato minore. In questi tipi di impianti i telai possono essere singoli o doppi, nel secondo caso le vasche sono più larghe.

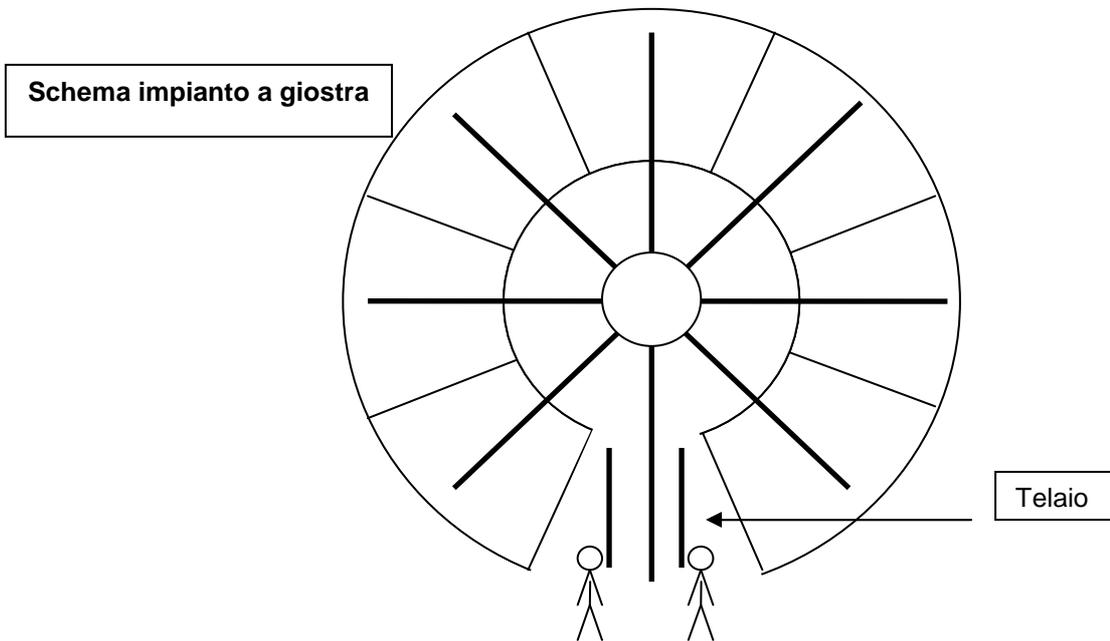
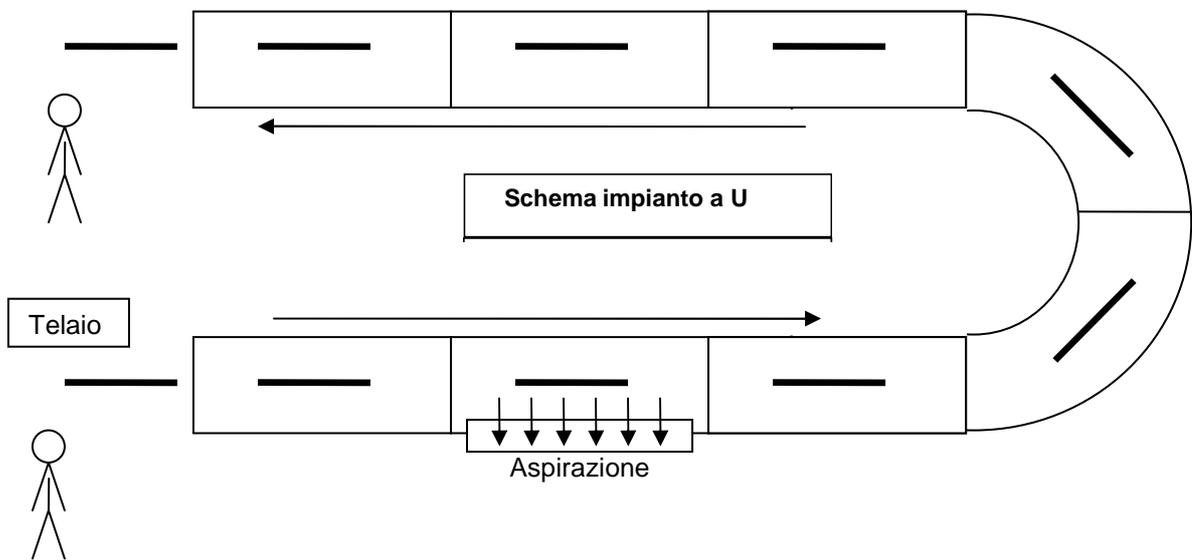
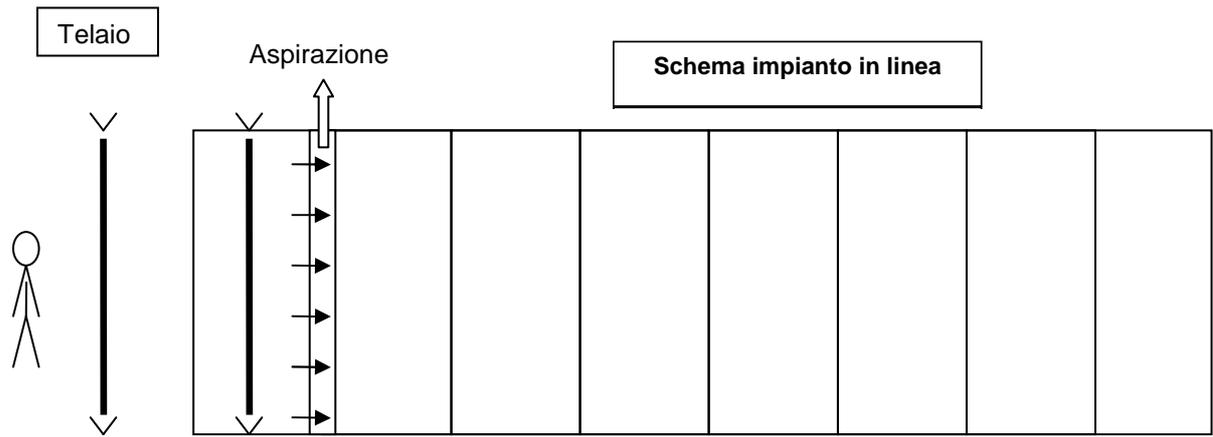


*Foto 14: impianto in linea ad U*

La tipologia impiantistica rilevata nel comparto mostra una netta prevalenza di linee automatiche come si evince dalla Tabella seguente.

*Tabella 6: tipologia impiantistica rilevata nell'attività di comparto*

	Numero linee	% sul totale delle linee
<b>Linee galvaniche <u>manuali</u></b>	30	22 %
<b>Linee galvaniche <u>semiautomatiche</u></b>	15	11 %
<b>Linee galvaniche <u>automatiche</u></b>	91	67 %
<b>Totale linee</b>	136	100%



### 3.4 MANSIONI NEL REPARTO GALVANICA

Gli operatori addetti ai reparti galvanici, in generale, svolgono le seguenti mansioni:

- ⇒ carico/scarico pezzi dai telai
- ⇒ carico/scarico telai dalla linea
- ⇒ responsabile della linea
- ⇒ addetto al controllo della linea
- ⇒ immersione telai (per linea manuale)
- ⇒ movimentazione carro ponte

Nel dettaglio le mansioni svolte possono essere così descritte:

**Carico/scarico pezzi dai telai:** questa operazione consiste nell'inserimento dei particolari da trattare sui telai, oppure nello scarico degli stessi dopo il trattamento galvanico. Nel caso in cui la linea non sia segregata gli addetti al carico/scarico sono esposti agli agenti chimici aerodispersi che si sviluppano dai bagni. Tale mansione può essere svolta dalla stessa persona, nelle piccole aziende, mentre negli stabilimenti di grandi proporzioni le mansioni di carico e scarico pezzi sono distinte e talvolta dislocate in zone separate o distanti tra loro. Gli addetti allo scarico pezzi dai telai sono potenzialmente esposti anche al rischio da assorbimento cutaneo durante la manipolazione dei particolari trattati. Nel caso in cui, al posto dei telai, siano utilizzati i roto-barili le operazioni risultano essere maggiormente automatizzate.



Foto 15: addetto carico pezzi su telai

**Carico/scarico telai dalla linea:** questa operazione consiste nell'aggancio dei telai ai sistemi di movimentazione e trasporto e nello scarico degli stessi al termine del trattamento. Gli addetti a tale mansione, normalmente, stazionano nei pressi delle vasche o meglio all'inizio linea, tranne i casi in cui la linea è segregata. Anch'essi sono potenzialmente esposti al rischio da assorbimento cutaneo in quanto sulla superficie dei telai vi può essere un deposito residuo di sostanze utilizzate per i trattamenti. Nel caso in cui al posto dei telai siano utilizzati i roto-barili le operazioni risultano essere maggiormente automatizzate.

**Responsabile della linea:** svolge tutte le funzioni attinenti la programmazione dei sistemi di automazione e di conduzione impianti. Tale mansione non prevede la presenza costante sugli impianti,

tranne che per le operazioni di avvio, messa a punto e controllo dei processi. Negli impianti di piccole dimensioni spesso si occupa anche di: manutenzione, controllo bagni, aggiunta reagenti e pulizia vasche.

**Addetto al controllo della linea:** consiste nel controllo delle concentrazioni dei bagni e nella manipolazione, pesatura e dosaggio delle sostanze utilizzate per i reintegri dei bagni. Talvolta, questa mansione spetta al responsabile della linea, spesso è svolta da un consulente esterno. Si è verificato che le operazioni di dosaggio e reintegro, in alcune realtà, sono state automatizzate, riducendo in questo modo l'esposizione professionale ed il rischio infortunistico dei lavoratori agli agenti chimici utilizzati.



**Immersione telai:** negli impianti manuali gli addetti provvedono all'immersione dei telai sui quali sono appesi i particolari da trattare. L'addetto staziona a bordo vasca, quindi, dal punto di vista del rischio chimico e cancerogeno, tale mansione risulta potenzialmente critica per l'esposizione ad aerosol ed al possibile contatto cutaneo con le sostanze in uso.

Foto 16: Addetto immersione telai

**Movimentazione carroponete:** negli impianti semiautomatici il trasporto e l'immersione dei telai o dei rotobarili avviene a mezzo di carroponete, azionato da un addetto che normalmente staziona a bordo vasca. Quindi tale mansione, come la precedente, comporta il rischio di esposizione ad agenti chimici aerodispersi e per contatto cutaneo.

Operazioni saltuarie :

**Manutenzione vasche:** comporta interventi di travaso, svuotamento, lavaggio, asporto fanghi. Si tratta di interventi effettuati saltuariamente per esigenze di manutenzione oppure per variazioni di processo. Nelle operazioni di preparazione dei bagni sia per i processi automatici che per quelli manuali le procedure di aggiunta delle sostanze o dei preparati chimici nelle vasche possono essere manuali (travasi) e/o automatiche con l'utilizzo di pompe dosatrici.

**Pulizia linea:** soprattutto nelle piccole ditte, questa operazione viene eseguita, di norma, da lavoratori addetti ad altre mansioni, durante periodi stabiliti da procedure interne (fine turno o fine settimana). Nel caso in cui tale operazione venga svolta regolarmente sempre dalla stessa persona sarà corretto tenerne conto nella valutazione del rischio chimico.

### 3.5 SISTEMI DI VENTILAZIONE GENERALE E DI ASPIRAZIONE LOCALIZZATA

La ventilazione generale deve consentire un conveniente e frequente ricambio dell'aria all'interno dei reparti. Nelle aziende del comparto il ricambio d'aria avviene, prevalentemente, in modo naturale, cioè tramite finestre o portoni (aerazione naturale orizzontale), o attraverso aperture situate a soffitto, come torrini o lucernari (aerazione naturale verticale).

Le norme vigenti per l'igiene e la sicurezza dei lavoratori, con riferimento particolare all'art. 9 del D.P.R. 303/56, dispongono che nei luoghi di lavoro chiusi, in considerazione dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici cui sono soggetti i lavoratori, venga garantita una quantità di aria salubre sufficiente, anche ottenuta con impianti di aerazione.

Normalmente, i locali di lavoro dotati di un sufficiente rapporto aerante (da 1/8 ad 1/12 di superfici apribili rivolte verso l'esterno in rapporto alla superficie in pianta dei locali ed alla altezza degli stessi) vengono considerati luoghi di lavoro naturalmente aerati.

Detti locali, pertanto, possono non disporre di un impianto di aerazione meccanica a condizione che il ricambio dell'aria venga effettuato con regolare continuità, in relazione agli inquinanti rilasciati nell'ambiente in tutte le stagioni dell'anno.

A tal proposito occorre precisare che, a seconda della gravosità del lavoro che compie, un soggetto adulto consuma da 20 a 50 litri per ora di ossigeno e ne produce altrettanti di anidride carbonica.

Ricordando che per legge ogni lavoratore deve disporre di un volume di almeno 10 m<sup>3</sup>, e poiché fino a concentrazioni del 15÷16% di ossigeno (a fronte di una percentuale normale del 21%) e dell'1 % di anidride carbonica (presente normalmente nella percentuale dello 0,04%) non si hanno effetti dannosi, ne deriva che in assenza di sorgenti di effluenti inquinanti quali polveri, fumi gas e vapori, le cause di insalubrità dell'aria di ambienti chiusi ed il fastidio che nasce dalla permanenza in detti ambienti non sono connessi alle variate percentuali dei gas componenti l'aria dell'ambiente di lavoro.

L'insalubrità dell'aria è piuttosto attribuibile all'aumento della temperatura ambientale per irradiazione termica delle persone (variabile da 60 a 100 Kcal/ora) ed all'aumento della umidità atmosferica per il vapore acqueo emesso con la respirazione od evaporato dalla pelle.

In aggiunta all'inquinamento "umano" degli stessi soggetti, è da considerare l'inquinamento "interno" prodotto dalle lavorazioni eseguite nel locale stesso, che possono produrre un aumento di temperatura, di umidità e sostanze inquinanti quali polveri, fumi, gas, vapori, nebbie, ecc.

In merito a ciò occorre ricordare che le fonti inquinanti (artt. 20 e 21 del D.P.R. 303/56) devono obbligatoriamente ed in ogni caso essere captate direttamente alla fonte ed essere espulse all'esterno, in accordo alla vigente normativa in tema di inquinamento atmosferico.

Nei locali di lavoro non dotati di un sufficiente rapporto aerante, invece, deve essere predisposto un idoneo impianto di aerazione meccanica finalizzato ad ottenere un adeguato ricambio d'aria dei locali.

Dato che l'aerazione ottenuta con l'apertura di finestre e portoni presenta evidenti limiti: non può garantire ricambi adeguati e costanti, ma soprattutto non viene usualmente utilizzata durante la stagione fredda, laddove si è in presenza di emissioni inquinanti già captate alla fonte, è comunque consigliabile effettuare il ricambio d'aria con sistemi di ventilazione meccanica, al fine di garantire un costante "lavaggio" degli ambienti di lavoro.

Occorre innanzitutto precisare che nella progettazione degli impianti di ventilazione generale forzata non si deve considerare il contributo delle aperture, eventualmente esistenti, in grado di garantire l'aerazione naturale del locale, in quanto considerata variabile di effetto non controllabile e prevedibile sui movimenti d'aria del locale. Questa variabile deve essere pertanto considerata in modo indipendente. Gli impianti ventilazione generale forzata devono garantire le prestazioni di progetto con finestre chiuse, mentre la possibilità di ricorrere all'aerazione naturale (e quindi all'apertura delle finestre) può essere indispensabile e particolarmente utile, ad esempio, in casi di funzionamento anomalo, di disattivazione dell'impianto o come misura integrativa del ricambio in caso di rapido ed elevato affollamento del locale o di inquinamenti accidentali da sostanze aerodisperse o volatili. In assenza di finestre apribili (situazione ammissibile per le norme di igiene del lavoro solo se sussistano motivi di tipo produttivo, motivi di sicurezza anti-intrusione) è necessario che gli impianti dispongano di più ampi margini di potenzialità.

L'impianto deve inoltre:

- garantire parametri di qualità dell'aria ed indici microclimatici, in termini di rinnovo e/o filtrazione e depurazione;
- garantire il controllo delle variabili prefissate durante tutto l'intero arco dell'anno, indipendentemente dal clima esterno (macroclima) anche quando sono disattivati gli impianti di riscaldamento e quelli di raffreddamento (eventuali). La suddetta condizione è fondamentale soprattutto per gli ambienti privi di aerazione naturale.

Sempre ai sensi dell'art. 9 del DPR 303/56, devono essere rispettate le seguenti indicazioni:

- se viene utilizzato un impianto di aerazione, esso deve essere sempre mantenuto in funzione; ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò sia necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori. È indicata la predisposizione di un registro per le manutenzioni degli interventi manutentivi.
- Se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiose.
- Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori, dovuto all'inquinamento dell'aria respirata, deve essere eliminato rapidamente.

Nella progettazione di impianti di ventilazione e/o di condizionamento deve essere posta attenzione al fine di evitare un aumento della rumorosità ambientale.

Il 25% delle aziende del comparto ha adottato sistemi di ventilazione generale forzata. Negli altri casi il ricambio d'aria avviene, prevalentemente, in modo naturale, cioè tramite finestre o portoni (aerazione naturale orizzontale), o attraverso aperture situate a soffitto, come torrioni o lucernari (aerazione naturale verticale). Questo tipo di aerazione presenta evidenti limiti: non può garantire ricambi adeguati e costanti, ma soprattutto non è utilizzabile durante la stagione fredda.

Qualora dalle lavorazioni abbiano origine emissioni di vapori e/o nebbie, come nel caso dei bagni galvanici, si deve intervenire direttamente presso il punto di emissione, con un adeguato sistema di aspirazioni localizzate, per impedirne o ridurre lo sviluppo e la diffusione.

E' indispensabile che qualsiasi tipo di sistema aspirante sia concepito, progettato e dimensionato sulla base di precise esigenze e delle condizioni effettive di lavorazione, cioè in considerazione della superficie

emissiva, del volume dei fluidi, della temperatura dei bagni, dei volumi dell'aria da captare, delle dinamiche produttive (per es. la movimentazione dei telai).

Dal punto di vista della conformazione strutturale le aspirazioni localizzate possono essere:

- Cappe a baldacchino;
- Aspirazioni frontali;
- Aspirazioni monolaterali;
- Aspirazioni bilaterali;
- Sistemi push & pull;

### **Cappe a baldacchino**

Le cappe a baldacchino sono collocate al di sopra delle vasche galvaniche. Il collegamento con il sistema aspirante è quindi dall'alto. Poichè è necessario disporre di spazio al di sopra della vasca, per la movimentazione dei telai con i pezzi in lavorazione, questo sistema di aspirazione non solo non è idoneo, perché lontano dalla fonte inquinante, ma soprattutto perché l'addetto, nel caso debba accedere alle vasche, si troverebbe immerso nel flusso delle emissioni inquinanti aspirate. Tale situazione non è ammissibile ai fini della prevenzione dell'esposizione professionale.

### **Aspirazioni frontali (per impianti manuali)**

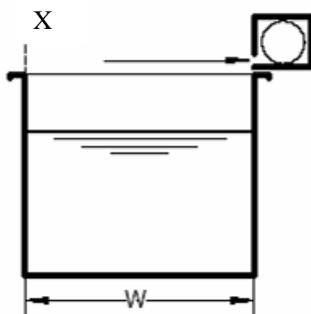
L'aspirazione è effettuata, preferibilmente mediante sistemi a fessura disposti lungo uno o più lati della vasca, ciò consente di mantenere libero lo spazio al di sopra dei bagni per la movimentazione dei pezzi. Negli impianti galvanici di tipo manuale, la disposizione costruttiva più diffusa è sul lato opposto a quello del lavoratore, con sistemi di aspirazione di tipo frontale a parete, provvisti di fessure multiple parallele e sovrapposte tra loro, al fine di distribuire in modo uniforme il flusso e aumentare l'area di influenza dell'aspirazione (vedi foto 17).



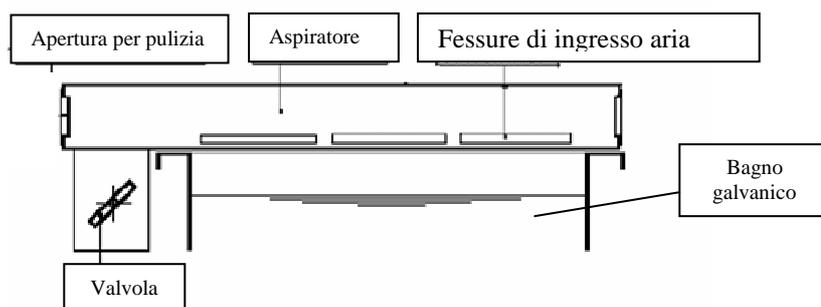
*Foto 17: Aspirazioni frontali (per impianti manuali)*

### Aspirazioni laterali

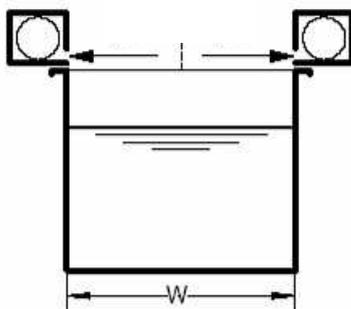
Nel caso di un impianto automatico o semiautomatico, in genere, si utilizzano una o due aspirazioni laterali collocate a bordo vasca (*monolaterale*, figure 2 e 3, *bilaterale*, figura 4).



**Figura 2** – Aspirazione Monolaterale



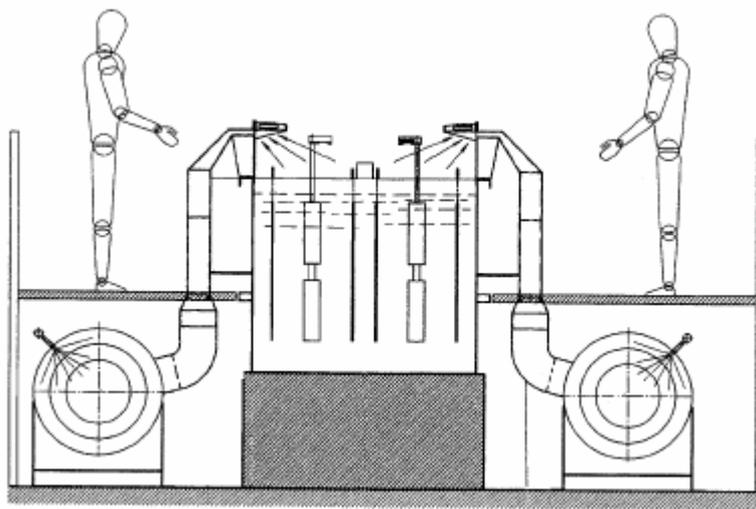
**Figura 3** – Aspirazione Monolaterale



**Figura 4** – Aspirazione Bilaterale

Il tipo di aspirazione monolaterale può essere ritenuto sufficiente per distanze tra bocchetta aspirante ed estremità opposta della vasca (dimensione  $W$  in figura 1) fino a 0,5 m. Oltre questa dimensione, per avere una funzionalità sufficiente è necessario l'utilizzo di aspirazioni bilaterali, in quanto la monolaterale non riesce a garantire velocità di cattura adeguate nei punti più distanti della vasca.

Le aspirazioni monolaterali e, soprattutto, bilaterali, possono essere collocate parallelamente o trasversalmente alla direzione di avanzamento dei telai lungo la linea. In figura 5) è rappresentata un'aspirazione bilaterale parallela all'avanzamento dei telai, con camminamento da entrambi i lati della linea e collettore dell'aria al di sotto della passerella stessa.



**Figura 5** - Sezione di una vasca con aspirazione localizzata bilaterale parallela alla linea

Nella foto 18) si può vedere una vasca con aspirazione bilaterale trasversale, in cui i telai si immergono nei bagni tra una serie di fessure aspiranti e l'altra, muovendosi perpendicolarmente alle stesse.



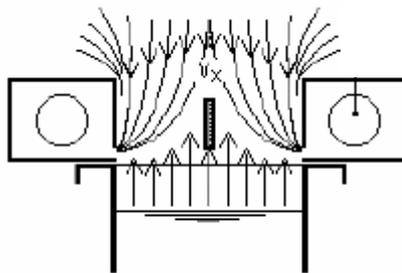
*Foto 18 : Aspirazione bilaterale trasversale su impianto automatico*

La presenza di “tettoie” inclinate sulle bocchette di aspirazione permette di ridurre il fenomeno di ostruzione delle fessure dovuto alla cristallizzazione dei sali presenti nei bagni galvanici, poiché le gocce che cadono dai telai durante il trasporto si depositano sulle fessure in quantità inferiore.



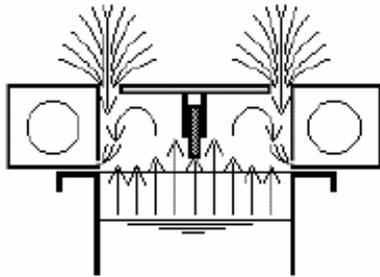
*Foto 19: particolare tettoie inclinate sulle bocchette di aspirazione*

Le portate di aria in gioco sono spesso elevate, perché insieme ai vapori emessi dai bagni viene anche aspirata aria ambiente (vedi figura 6).

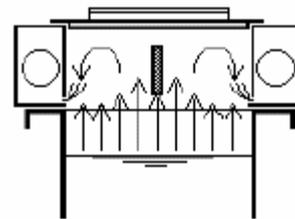


**Figura 6:** impianto automatico in linea con utilizzo di telai

Per diminuire la quantità di aria che deve essere aspirata dalle bocchette, è possibile ridurre la componente dei flussi costituita da aria priva di inquinanti, con l'installazione di idonei coperchi, fissi o mobili, che limitino il contatto tra la zona aspirata e l'ambiente di lavoro (vedi figura 7 e figura 8).



**Figura 7** – Vasca con coperchio parziale



**Figura 8** – Vasca con coperchio che chiude

Negli impianti più moderni sono previsti dei sistemi di apertura e chiusura delle vasche che si azionano automaticamente al momento dell'introduzione o dell'estrazione del telaio.



*Foto n. 19: particolare tettoie inclinate sulle bocchette di aspirazione*

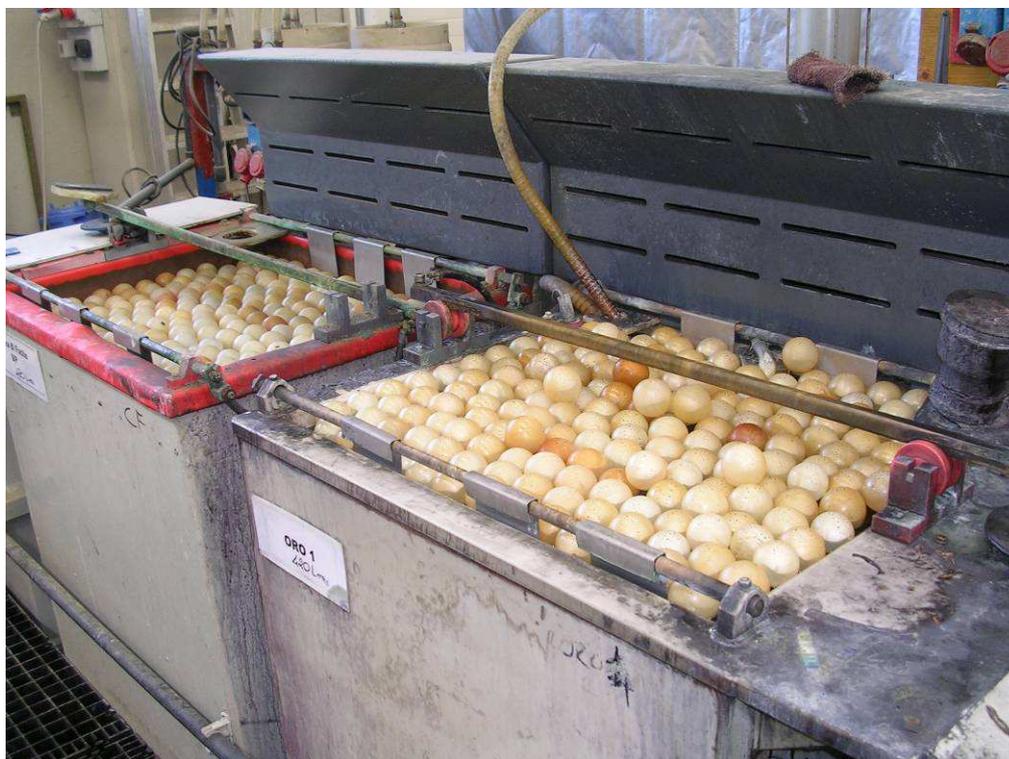
### **Sistema Push & Pull**

Ad un sistema aspirante è possibile affiancare un sistema che insuffli aria per convogliare gli inquinanti generati dalle vasche galvaniche verso una bocchetta di aspirazione. La funzionalità di questi sistemi è legata ad un corretto dimensionamento delle portate d'aria e dall'assenza di ostacoli fisici tra il punto di immissione e quello di aspirazione. Eventuali impedimenti potrebbero deviare il flusso d'aria e trasportare gli inquinanti in aree distanti dalla zona di influenza della cappa aspirante.

### **Altri sistemi per ridurre l'emissione di inquinanti**

Al fine di ridurre l'emissione delle sostanze chimiche è possibile limitare il contatto tra il pelo libero della superficie del bagno e l'aria, agendo direttamente all'interfaccia liquido/aria. Alcuni trattamenti galvanici sviluppano gas (idrogeno, ossigeno) che favoriscono il trascinarsi di sostanze tossiche, come acido cromico o cianuri. Per limitare tale fenomeno sono state sviluppate diverse tecniche, come l'uso di tensioattivi (schiumogeni), oppure l'impiego di galleggianti sferici in materiale plastico o di altri sistemi flottanti.

L'uso di sfere galleggianti (foto 20) favorisce la condensazione di inquinanti sulla loro superficie (per esempio acido cromico trasportato dall'aria aspirata), contrasta le perdite di soluzione per evaporazione, mantiene costante la temperatura del bagno. Ma, sull'effettiva riduzione dell'emissione, vi sono pareri contrastanti.



*Foto:20: Impianto manuale con aspirazione frontale a parete, con sfere di plastica galleggianti.*

## 4 CARATTERISTICHE DEL COMPARTO GALVANICO DEL PIEMONTE NORD ORIENTALE

Il comparto galvanico può essere descritto in termini di esposizione a rischi lavorativi e di patologie associate al lavoro a partire dai seguenti flussi informativi:

- dati provenienti dall'INAIL relativi alla situazione nazionale: numero e distribuzione delle aziende e degli addetti, incidenza di infortuni e malattie professionali occorsi nel settore.
- Matrice per la prevenzione del rischio cancerogeno sviluppata nel corso del Programma PRIOR nel biennio 1996-1998, per l'individuazione degli agenti cancerogeni.
- Matrici professione/esposizione sviluppate in Europa e negli Stati Uniti su agenti chimici pericolosi (cancerogeni e non) per la distribuzione delle varie mansioni nell'ambito del comparto, la proporzione dei lavoratori esposti ai diversi agenti e i livelli di esposizione in diversi periodi storici

### 4.1 ANALISI DELLE REALTÀ AZIENDALI COSTITUENTI IL COMPARTO

Una descrizione più dettagliata del comparto è stata ottenuta dall'elaborazione dei dati riportati nei questionari (all. 1), nei quali erano richieste le informazioni caratterizzanti il sito produttivo. Come si evince dalla tabella che segue vi è stato un positivo riscontro da parte delle aziende che hanno restituito i questionari complessivamente compilati in maniera completa.

*Tabella 7: questionari trasmessi suddivisi per ASL*

ASL	Inviati	Risposte	% risposte
13	54	42	77,8%
14	37	36	97,3%

Le informazioni ottenute con i questionari compilati dalle aziende sono state archiviate elettronicamente con un data-base in Access.

Successivamente in tutte le ottantadue ditte è stato eseguito un sopralluogo nei reparti galvanici con le modalità che verranno descritte nel capitolo 4.2.

Tutti i dati acquisiti e le informazioni raccolte hanno permesso di descrivere in dettaglio le caratteristiche principali di questo settore produttivo.

La sintesi dei dati raccolti è riportata nelle tabelle seguenti.

Nella tabella 8) sono elencate tutte le 82 aziende che sono risultate facenti parte del comparto con il relativo numero complessivo di persone impiegate, di addetti ai reparti galvanici, di lavoratori atipici e la percentuale degli addetti galvanici sugli addetti totali.

Tabella 8: elenco ditte comprese nel comparto e numero addetti

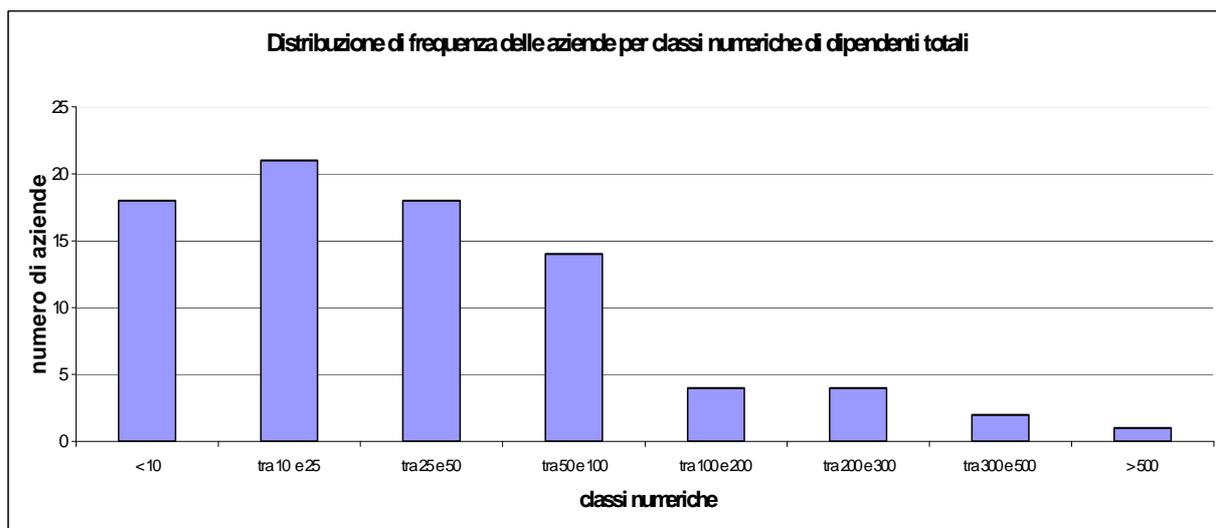
N° identificativo ditta	Comune sede operativa	Addetti totali	Di cui atipici	Addetti galvanica	% addetti galvanica
63	San Maurizio d'Opaglio	588	10	15	2,60%
78	Omegna	383	0	3	0,78%
41	Pogno	397	35	36	9,94%
24	Gozzano	274	2	27	9,93%
80	Suno	219	2	12	5,53%
3	Bolzano Novarese	222	7	15	6,98%
72	San Maurizio d'Opaglio	205	0	26	9,27%
13	Briga Novarese	187	4	13	7,10%
32	Borgomanero	155	1	2	1,30%
9	Pogno	142	0	16	11,27%
47	Pella	141	0	9	6,38%
10	Borgomanero	86	0	6	6,98%
14	Gargallo	93	8	8	9,41%
25	Novara	85	0	7	8,24%
55	San Maurizio d'Opaglio	75	0	13	17,33%
40	Comignago	73	0	3	4,11%
29	Gozzano	72	0	5	6,94%
1	Invorio	73	4	7	10,14%
74	San Maurizio d'Opaglio	63	1	4	6,45%
82	Maggiora	61	0	4	6,56%
30	Pogno	63	3	6	10,00%
58	Gravellona Toce	58	0	11	18,97%
16	Galliate	58	2	17	30,36%
54	Pella	57	1	4	7,14%
69	Alzo	56	3	9	16,98%
12	Gozzano	49	2	5	10,64%
17	Vaprio d'Agogna	46	0	5	10,87%
75	Armeno	46	0	8	17,39%
76	VerbaniaIng	44	1	15	34,88%
53	Omegna	41	0	16	39,02%
61	Pella	39	0	7	17,95%
5	Gozzano	35	0	2	5,71%
26	Maggiate Superiore	36	1	5	14,29%
39	Casalbeltrame	35	0	4	11,43%
67	Omegna	37	2	12	34,29%
59	Gravellona Toce	28	0	3	10,71%
81	Momo	28	0	7	25,00%
18	Borgomanero	27	0	3	11,11%
37	Briga Novarese	28	1	17	62,96%
44	Anzola d'Ossola	27	0	2	7,41%
35	Pogno	26	0	7	26,92%
15	Briga Novarese	26	10	14	87,50%
43	S.Maurizio d'Opaglio	25	3	3	13,64%
73	San Maurizio d'Opaglio	24	0	10	41,67%
22	Pogno	23	0	22	95,65%

N° identificativo ditta	Comune sede operativa	Addetti totali	Di cui atipici	Addetti galvanica	% addetti galvanica
50	San Maurizio d'Opaglio	23	1	18	81,82%
11	Gozzano	20	1	18	94,74%
42	Gozzano	17	0	15	88,24%
4	Gozzano	16	0	16	100,00%
6	Gozzano	18	2	16	100,00%
28	Oleggio	16	0	13	81,25%
68	Omegna	16	0	15	93,75%
45	Omegna	15	0	6	40,00%
20	Gozzano	14	0	11	78,57%
49	San Maurizio d'Opaglio	14	0	9	64,29%
57	Casale Corte Cerro	14	0	2	14,29%
7	Borgomanero	16	3	15	93,75%
36	Borgomanero	15	2	12	92,31%
19	Marano Tcino	12	0	5	41,67%
34	Dormelletto	13	1	8	66,67%
48	Omegna	11	0	2	18,18%
65	Omegna	13	2	4	36,36%
38	Oleggio	10	0	7	70,00%
71	San Maurizio d'Opaglio	10	0	7	70,00%
46	Omegna	9	0	9	100,00%
62	Omegna	9	0	6	66,67%
79	Maggiora	9	0	8	88,89%
23	Gozzano	9	1	6	75,00%
8	Soriso	7	0	7	100,00%
21	S.Pietro Mosezzo	7	0	2	28,57%
56	San Maurizio d'Opaglio	7	0	7	100,00%
77	San Maurizio d'Opaglio	7	0	7	100,00%
2	Novara	6	0	5	83,33%
31	Pogno	6	0	6	100,00%
60	San Maurizio d'Opaglio	6	0	6	100,00%
64	Omegna	6	0	5	83,33%
66	Quarna Sotto	6	0	2	33,33%
70	Omegna	7	1	5	83,33%
52	S.Maurizio d'Opaglio	5	0	2	40,00%
33	Gozzano	4	0	4	100,00%
51	S.Maurizio d'Opaglio	4	0	4	100,00%
27	Pogno	3	0	3	100,00%

Il numero di addetti per unità produttiva è estremamente variabile, si va da industrie che occupano più di cinquecento persone a piccole realtà a conduzione familiare.

Nel successivo grafico 3) è rappresentata la percentuale di frequenza degli addetti totali, dal quale si può desumere che le ditte con un numero di addetti compreso tra dieci e venticinque, sono la componente maggioritaria del comparto (21 aziende su 82 pari al 25%), seguita subito dopo dalle ditte con meno di 10 addetti (18 aziende, 21% del totale) e dalle ditte con un numero di addetti compreso tra 25 e 50 addetti (18 aziende, 21% del totale). Le ditte di grandi dimensioni sono la componente minoritaria. Appare, quindi, evidente che le aziende nelle quali l'attività galvanica è preponderante, rispetto alle altre, sono quelle con minor numero di addetti.

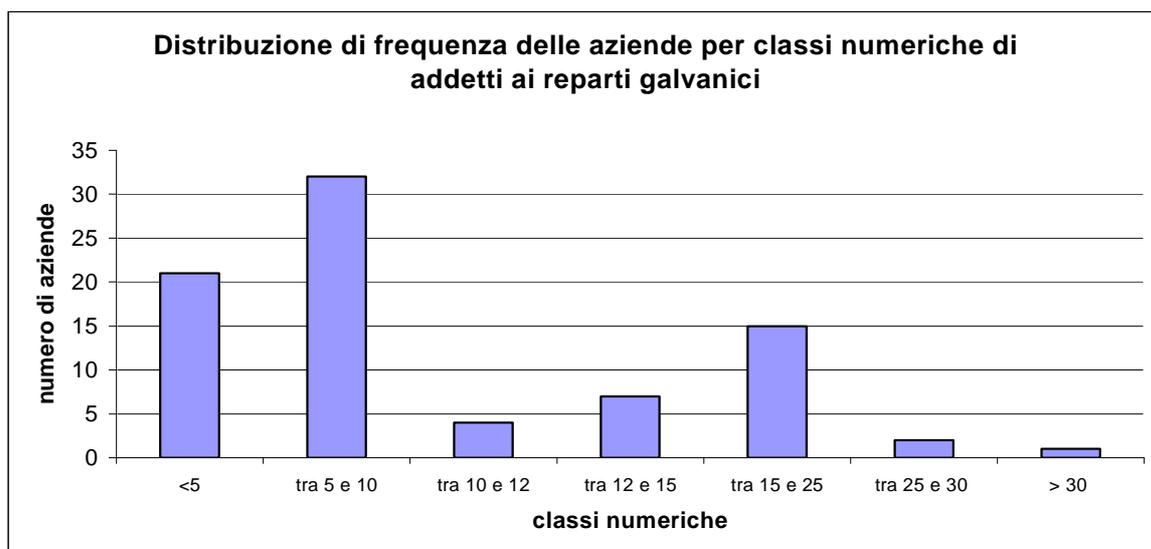
Grafico 3



Nel 37% delle aziende sono impiegati lavoratori atipici, per la maggior parte lavoratori interinali, che tuttavia non erano direttamente impiegati nei cicli dei trattamenti galvanici in osservanza della normativa vigente che impediva l'utilizzo di questi lavoratori in attività con esposizione ad agenti cancerogeni.

Se si analizzano i dati degli addetti ai reparti galvanici, dal grafico 4 emerge chiaramente che componente maggioritaria (32 ditte pari al 39%) è costituita da imprese nelle quali sono impiegati un numero di addetti compresi tra 5 e 10, seguita da aziende nelle quali sono impiegati meno di 5 addetti (21 ditte pari al 26%).

Grafico 4



La tabella 9 riassume il numero degli addetti totali del comparto e dei reparti galvanici evidenziando che il 43% del personale nel comparto è rappresentato dalla componente femminile ma solo il 5% è direttamente impiegato nei reparti di galvanica prevalentemente nelle attività di carico e scarico.

Tabella 9: addetti comparto galvanico.

	<b>N.</b>	<b>Maschi n.</b>	<b>Femmine n.</b>
Addetti totali del comparto:	4956	2818	2138
Addetti totali ai reparti galvanica	738	473	265
Numero massimo per azienda	588		
Numero minimo per azienda	3		
Numero totale ditte del comparto	82		

Le principali caratteristiche relative alla tipologia degli impianti e delle linee installate sono riportate nella tabella 10.

Tabella 10: caratteristiche impianti galvanici del comparto

		<b>% sul totale delle linee</b>
<b>Totale ditte</b>	<b>82</b>	
<b>Totale linee</b>	<b>136</b>	
<b>N° linee segregate o confinate</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
<b>N° linee NON segregate</b>	<b>124</b>	<b>91</b>
<b>Linee con VASCHE aperte</b>	<b>126</b>	<b>93</b>
<b>Linee con VASCHE chiuse</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
Tipologia linea		
<b>Linee automatiche</b>	<b>91</b>	<b>67</b>
<b>Linee semiautomatiche</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
<b>Linee manuali</b>	<b>30</b>	<b>22</b>
Tipologia impianto		
<b>Lineare</b>	<b>75</b>	<b>55</b>
<b>In linea ad U</b>	<b>42</b>	<b>31</b>
<b>A giostra</b>	<b>19</b>	<b>14</b>
Tipologia sistema immersione pezzi		
<b>Singolo telaio</b>	<b>97</b>	<b>71</b>
<b>Doppio telaio</b>	<b>24</b>	<b>18</b>
<b>Rotobarile</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

Il primo aspetto significativo che emerge è che su 136 linee presenti nell'intero settore galvanico, soltanto 12, ovvero il 9% risultano segregate o confinate.

L'art. 19 del DPR 303/56 prevede che le lavorazioni pericolose siano effettuate in locali separati in modo da non esporre indebitamente i lavoratori non addetti alle lavorazioni specifiche che vi si svolgono. Tale

precetto è più stringente se nelle lavorazioni vengono utilizzati agenti classificati cancerogeni, come si evince dall'art. 64, comma 1, lett. b) del D.Lgs. 626/94.

Nel caso della segregazione l'ambiente dovrebbe essere in depressione, al fine di evitare la diffusione degli inquinati nelle aree limitrofe.

Gli impianti che dispongono di vasche chiuse non sono comprese nella categoria delle linee segregate, ma costituiscono un efficiente sistema per contenere le emissioni e di conseguenza l'esposizione dei lavoratori. Appare evidente dalla tabella 10 come solo una minima parte (7%) delle linee visionate hanno coperchi o coperture per limitare la diffusione degli inquinanti nell'ambiente di lavoro. Questo particolare è stato riscontrato soltanto negli impianti più moderni e innovativi, le cui vasche sono dotate di chiusure automatiche che si aprono esclusivamente per permettere l'inserimento o l'estrazione dei telai dai bagni. Purtroppo le linee di nuova concezione sono una netta minoranza nell'insieme del comparto, la maggioranza degli impianti ha un'età media di alcune decine di anni. Su impianti più vecchi o di tipo manuale abbiamo riscontrato la presenza di coperchi che vengono sovrapposti alle vasche quando non sono utilizzate, nel caso di lavorazioni poco frequenti.

Le linee galvaniche si suddividono anche per il loro grado di automazione. Nel comparto il 67% degli impianti sono automatici, ovvero l'immersione e l'estrazione dei particolari nei bagni avviene con sistemi a "transfer" computerizzati, in cui l'operatore interviene soltanto nella fase di carico/scarico dei telai o dei rotobarili, oppure nelle fasi di controllo e messa a punto dei trattamenti. In sostanza su questi impianti non vi è la presenza costante di un addetto a bordo vasca.

La percentuale degli impianti semiautomatici (11%) e manuali (22%) rappresenta ancora una parte considerevole delle linee ispezionate; la caratteristica di questi impianti è la presenza degli operatori a "bordo vasca" per la movimentazione dei telai o dei carroponte.

Nella tabella 11 sono riportati tutti i trattamenti effettuati. Si noti come il processo più frequente sia la nichelatura (47%), seguita dalla cromatura (25%). Ancora rilevanti le galvaniche nelle quali vengono effettuati trattamenti di ramatura deposizione di metalli preziosi.

*Tabella 11: tipologia dei trattamenti galvanici presenti nel comparto.*

TRATTAMENTI GALVANICI	riscontro del processo	% sul totale
Ramatura	25	7
Nichelatura	159	47
Cromatura	86	25
Metalli preziosi	33	10
Leghe Sn	7	2
Leghe Cu	16	5
Ossidazione anodica	7	2
Lucidatura elettrolitica	3	1
Elettroforesi / Fosfatazione	5	1

È interessante sottolineare che alle nove tipologie di trattamenti galvanici (tabella 11) corrisponde un numero elevato di differenti processi utilizzati come risulta evidente dalla tabella 12.

Tabella 12. tipologia dei trattamenti galvanici presenti nel comparto in dettaglio.

TIPOLOGIA TRATTAMENTO GALVANICO	riscontro del processo	% sul totale
Ramatura acida	21	6,3
Ramatura alcalina	3	0,9
Ramatura al pirofosfato	1	0,3
Nichelatura lucida tipo Watts	91	27,1
Nichelatura satinata.	27	8,0
Nichelatura Strike Wood	19	5,7
Nichelatura opaca	7	2,1
Nichelatura Electroless	9	2,7
Nichelatura nera	2	0,6
Nichelatura canna di fucile	2	0,6
Cromatura lucida decorativa	79	23,5
Cromatura a spessore	6	1,8
Cadmiatura	1	0,3
Doratura	29	8,6
Argentatura	1	0,3
Lega Stagno-Cobalto	5	1,5
Lega Stagno-Nichel	1	0,3
Lega Stagno –Palladio	1	0,3
Leghe di rame (ottone)	6	1,8
Leghe di rame (bronzo)	10	3,0
Ossidazione anodica alluminio con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	0,9
Ossidazione anodica alluminio con CrO <sub>3</sub>	1	0,3
Ossidazione Acciai Al-Mg	1	0,3
Anodizzazione dura	1	0,3
Anodizzazione Ti	1	0,3
Lucidatura elettrolitica acciai	3	0,9
Elettroforesi – verniciatura	2	0,6
Fosfatazione (Zn/Mn)	3	0,9
TOTALE TRATTAMENTI	336	100

Appare evidente come il processo di nichelatura lucida tipo Watts rappresenti il trattamento galvanico più diffuso seguito immediatamente dalla cromatura lucida decorativa. Da questo dato è scaturita la scelta di effettuare i monitoraggi ambientali e biologici sul nichel e sul cromo.

L'argentatura e la doratura, che costituiscono insieme il 10% del totale dei trattamenti, sono processi meno utilizzati, rispetto a una decina di anni fa; infatti, si è riscontrato che questi trattamenti sono svolti saltuariamente (tre o cinque giorni al mese) in questi casi si tratta sempre di impianti manuali.

Altri processi invece, sono stati adottati da un periodo relativamente breve, come ad esempio la passivazione cromica con cromo trivalente, o i processi denominati "chromeless", cioè senza cromo (processo con leghe stagno-cobalto), introdotti sul mercato in seguito alle nuove tendenze aziendali che vogliono proporre una produzione "ecologica", ma che lasciano ancora molti dubbi sulla effettiva minore tossicità dei prodotti impiegati e sul minore impatto ambientale.

I trattamenti indicati nella tabella 13 non sono propriamente galvanici o di elettrodeposizione, ma rivestono comunque un notevole interesse per le esposizioni alle sostanze chimiche impiegate o che si

possono generare e per le condizioni legate al processo e alle tecnologie adottate, come la temperatura di esercizio e il sistema di agitazione dei bagni. Per esempio, i bagni di mordenzatura contengono acido cromico, bicromato, acido solforico e si utilizzano ad una temperatura di 55-65°C, inoltre, devono essere mantenuti sempre sotto agitazione.

Tabella 13: altri trattamenti riscontrati nel comparto

ALTRI TRATTAMENTI	riscontro del processo	% sul totale delle linee
Mordenzatura	6	4
Smetallizzazione	20	15
Passivazione cromica o cromatazione	7	5
Nichelatura chimica	2	1
TOTALE	35	

Per quanto riguarda le mansioni, tenendo conto esclusivamente delle osservazioni frutto dell'attività di sopralluogo, si possono esprimere le seguenti osservazioni:

- risultano evidenti differenze tra l'operatore addetto alla linea automatica e quello addetto alla linea manuale poiché in questo caso l'addetto opera a bordo vasca e potrebbe essere maggiormente esposto sia per via inalatoria che per contaminazione cutanea
- l'esposizione degli addetti al carico/scarico pezzi e al carico/scarico telai dipende dalla loro postazione rispetto all'impianto e dalla segregazione o non segregazione delle vasche

Tabella 14: postazioni di lavoro osservate presso impianti automatici.

IMPIANTI AUTOMATICI				
	ADDETTO CARICO/SCARICO PEZZI SUI TELAI		ADDETTO CARICO/SCARICO TELAI	
	N°postazioni	% sul totale impianti automatici	N°postazioni	% sul totale impianti automatici
POSTAZIONE ASPIRATA	1	1	2	2
POSTAZIONE NON ASPIRATA	36	40	39	43
VICINO ALLA LINEA	66	73	65	71
IN ZONA SEPARATA DALLA LINEA	21	23	14	15

Come si evince dalla tabella di cui sopra la maggior parte delle postazioni per entrambe le mansioni risulta essere vicino alla linea e in postazione non aspirata.

La stessa situazione è stata rilevata per gli impianti manuali e per gli impianti semiautomatici come si evidenzia nelle seguenti tabelle.

Tabella 15: postazioni di lavoro presso impianti manuali.

IMPIANTI MANUALI					
	ADDETTO CARICO/SCARICO PEZZI SUI TELAI		ADDETTO LINEA		
	N° postazioni	% sul totale impianti manuali		N° postazioni	% sul totale impianti manuali
POSTAZIONE ASPIRATA	0	0	IMMERGE TELAI	29	94
POSTAZIONE NON ASPIRATA	16	52	AZIONA CARROPONTE	9	29
VICINO ALLA LINEA	28	90	SVOLGE ANCHE ALTRE MANSIONI	8	26
IN ZONA SEPARATA DALLA LINEA	2	6			

Tabella 16: postazioni di lavoro presso impianti semiautomatici.

IMPIANTI SEMIAUTOMATICI					
	ADDETTO CARICO/SCARICO PEZZI SUI TELAI		ADDETTO LINEA		
	N° postazioni	% sul totale impianti semiautomatici		N° postazioni	% sul totale impianti semiautomatici
POSTAZIONE ASPIRATA	0	0	IMMERGE TELAI	5	33
POSTAZIONE NON ASPIRATA	9	60	AZIONA CARROPONTE	6	40
VICINO ALLA LINEA	11	73	SVOLGE ANCHE ALTRE MANSIONI	2	13
IN ZONA SEPARATA DALLA LINEA	3	20			

Le tipologie dei sistemi di aspirazione presenti presso le linee galvaniche sono differenti. L'osservazione delle caratteristiche degli impianti evidenzia che spesso le aspirazioni sono state aggiunte alla linea galvanica in un secondo momento: non nascono, cioè, contemporaneamente all'impianto galvanico stesso. Questo può condizionare l'efficacia e l'efficienza dei sistemi di cattura utilizzati.



*Foto 21: sistemi di aspirazione localizzata inefficaci e, probabilmente, aggiunti in un secondo momento rispetto l'installazione dell'impianto.*

Per quanto riguarda i sistemi di aspirazione localizzata, si esprimono le seguenti considerazioni:

- generalmente i sistemi di captazione sono presenti solo sui trattamenti di elettrodeposizione
- le vasche di sgrassatura sono generalmente aspirate mentre non lo sono quelle adibite a lavaggio post trattamento
- molti sono i casi in cui è evidente che l'impianto di aspirazione è successivo all'istallazione della linea galvanica
- in alcuni casi l'impianto di aspirazione non era correttamente progettato circa la potenza di aspirazione, le caratteristiche della sorgente inquinante, le dimensioni, la geometria e la posizione, con la conseguenza che i vapori si diffondevano nell'ambiente di lavoro
- in alcuni casi sono state accertate situazioni di carenza di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria (rottture alle condotte, incrostazioni corpose su bocchette, ecc.)



Foto 22: vasche nichelatura in condizioni di pessimo stato.

In particolare le situazioni riscontrate sono descritte sinteticamente nel grafico 5) e nelle tabelle 17), 18), 19) che seguono.

Tabella 17

IMPIANTI SEMIAUTOMATICI		N° riscontri	% sul totale impianti semiautomatici
ASPIRAZIONI PARALLELE ALLA LINEA	MONO LATERALI	5	33
	BI LATERALI	2	13
ASPIRAZIONI PERPENDICOLARI ALLA LINEA	MONO LATERALI	1	7
	BI LATERALI	7	47

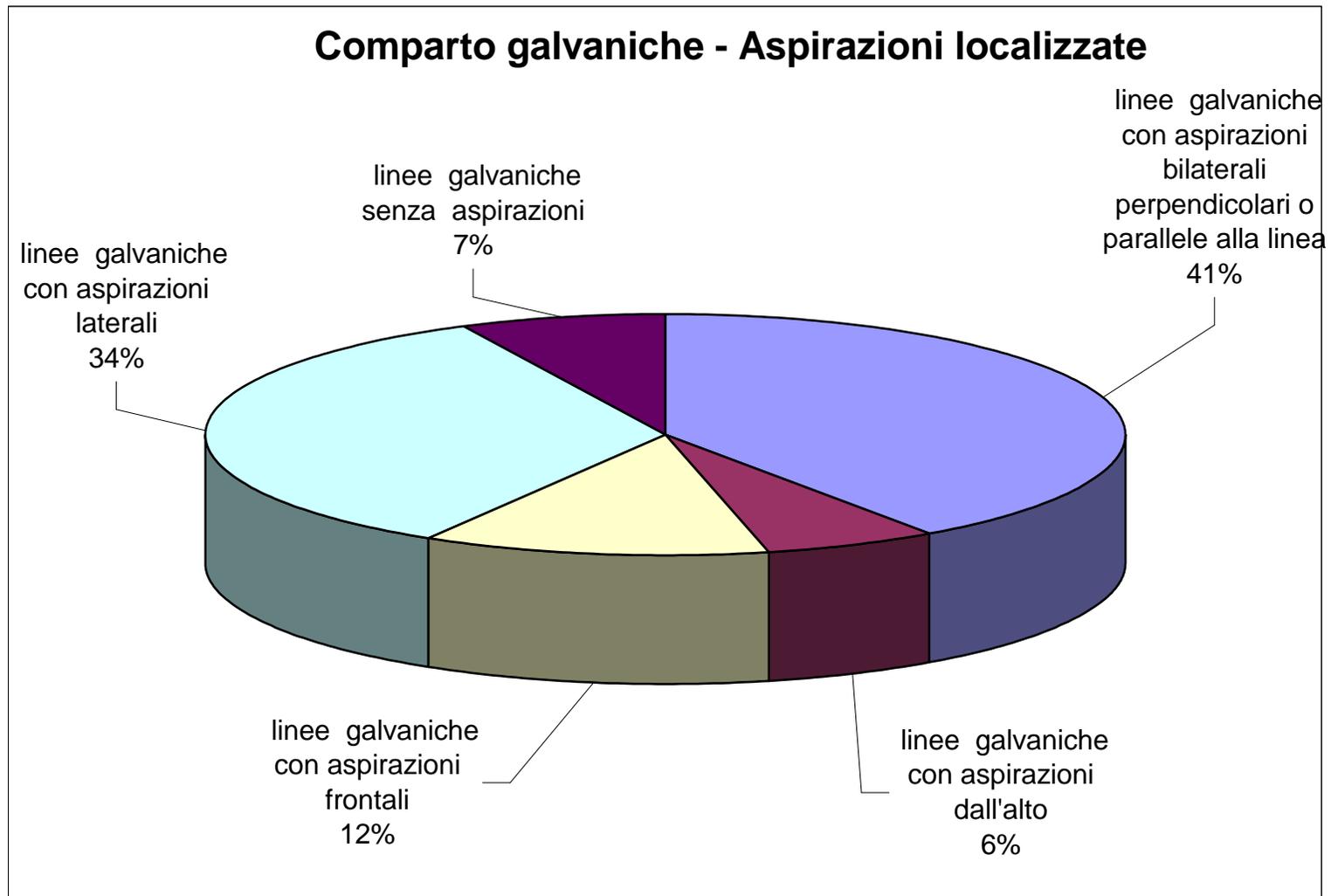
Tabella 18

IMPIANTI MANUALI		N° riscontri	% sul totale impianti manuali
ASPIRAZIONI PARALLELE ALLA LINEA	MONO LATERALI	19	63
	BI LATERALI	1	3
ASPIRAZIONI PERPENDICOLARI ALLA LINEA	MONO LATERALI	2	7
	BI LATERALI	3	10
	A CAPPA	1	3
	PARETE LAMELLARE (lato opposto operatore)	6	20
	PUSH-PULL	1	3

Tabella 19

IMPIANTI AUTOMATICI		N° riscontri	% sul totale impianti automatici
ASPIRAZIONI PARALLELE ALLA LINEA	MONO LATERALI	26	29
	BI LATERALI	18	20
ASPIRAZIONI PERPENDICOLARI ALLA LINEA	MONO LATERALI	4	4
	BI LATERALI	32	35
ASPIRAZIONI DALL'ALTO	A CAPPA	3	3
	A SOFFITTO	6	7
	CARROPONTE ASPIRATO	8	9
	TUNNEL SEMISEGREGATO	2	2

Grafico 5: Caratteristiche degli impianti di aspirazione



## 4.2 ATTIVITÀ DI VIGILANZA DELLA ASL13

Nel corso del piano di comparto il personale ha effettuato, in tutte le 46 del territorio dell'ASL13 aziende interessate dal progetto, dei sopralluoghi mirati all'accertamento di eventuali carenze di igiene e sicurezza.

I sopralluoghi sono avvenuti a distanza di circa 8-9 mesi dall'inizio del progetto presentato alle parti sociali ed alle aziende (Associazioni di Categoria ,Organizzazioni Sindacali, datori di lavoro, consulenti, RSPP, RLS e medici competenti).

A differenza della normale attività di vigilanza svolta dai Servizi coinvolti nel progetto è stata comunicata alle aziende la data dell'ispezione con la precisa richiesta della partecipazione di tutte le figure coinvolte nel sistema aziendale della prevenzione: datore di lavoro, RSPP, medico competente e laddove nominato anche del RLS. In generale la partecipazione di queste figure è stata buona ad eccezione del medico competente quasi mai presente.

Per facilitare il compito degli operatori impegnati nei sopralluoghi è stata predisposta una dettagliata check-list (allegato 2) suddivisa per argomenti, con riportate le relative violazioni agli articoli di legge.

Lo scopo della check-list era molteplice: da un lato facilitare ed uniformare l'individuazione di eventuali carenze, dall'altro fornire l'elenco degli articoli di legge violati al fine di contenere, nella stesura dei verbali di prescrizione ex D. Lgs. 759/94, le possibili discrepanze generate dall'approccio soggettivo di ciascun operatore con articoli di legge sostanzialmente analoghi ma sanzionati diversamente. Ed infine ha permesso di ricondurre ad alcuni parametri, ritenuti fondamentali, l'analisi di luoghi di lavoro estremamente diversificati tra loro nonostante cicli produttivi impostati su un modello comune.

Nella check-list si è contemplata la verifica del processo galvanico nei suoi aspetti più significativi relativamente al rischio chimico, cancerogeno ed antinfortunistico. Pertanto erano stati dettagliati i seguenti capitoli:

- Impianto galvanico
- Deposito e magazzini
- Contenitori dei prodotti utilizzati
- Dispositivi di Protezione Individuale
- Comportamenti da attuarsi in caso di sversamenti accidentali
- Pulizia dei locali di lavoro
- Servizi sanitari
- Servizi igienico assistenziali
- Prevenzione incendi
- Adempimenti ex D.Lgs. 626/94

Le inosservanze alla normativa accertate nel corso dei sopralluoghi sono state contestate ai relativi datori di lavoro mediante notifica di verbale di Contravvenzione e Prescrizione, redatto secondo i disposti del D.Lgs. 19 dicembre 1994 n. 758, "Modificazioni alla disciplina sanzionatoria in materia di lavoro".

Le prescrizioni contenute nei verbali sono state sviluppate ed argomentate in modo da fornire, ai datori di lavoro, le indicazioni necessarie al fine di eliminare le carenze riscontrate ed i conseguenti rischi correlati.

Per quanto riguarda i documenti di valutazione dei rischi i risultati sono commentati nel capitolo 4.3

Complessivamente sono stati impartiti 65 punti di prescrizione a 19aziende.

Tale risultato, in prima analisi, sembrerebbe individuare un comparto di per sé a basso profilo di rischio ma ciò potrebbe essere ricondotto alle modalità di conduzione del progetto che prevedeva l'invio alle ditte interessate di un prospetto illustrativo dello stesso con allegato un questionario e la check-list.

Le aziende, pertanto, hanno avuto a disposizione un discreto lasso di tempo per rivalutare ulteriormente le problematiche di sicurezza connesse alla propria attività e mettere in atto, anzitempo, le dovute azioni correttive di eventuali situazioni a rischio.

## CONSIDERAZIONI SULLE VIOLAZIONI RISCONTRATE

### ► Documenti di valutazione del rischio chimico e cancerogeno

Sono stati sistematicamente richiesti ed acquisiti documenti relativi alla valutazione del rischio chimico e dove pertinente del rischio di esposizione ad agenti cancerogeni. Si è accertato che due aziende nelle quali erano impiegate meno di dieci dipendenti, non vi era un documento elaborato ma un'autocertificazione come consentito dall'art. 4, comma 11 del d. Lgs. 626/94. Solo due aziende non avevano elaborato un documento come previsto dalla normativa. Nelle aziende in regime di autocertificazione se ne è verificata la completezza e la pertinenza alla luce delle Linee Guida del Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province Autonome (2002).

Riferimenti normativi:

⇒ **Art. 4, comma 2 del D. Lgs. 626/94:** *“All'esito della valutazione di cui al comma 1, il datore di lavoro elabora un documento contenente:*

- a) *Una relazione sulla valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute durante il lavoro, nella quale sono specificati i criteri adottati per la valutazione stessa*
- b) *L'individuazione delle misure di prevenzione e protezione e dei dispositivi di protezione individuale conseguente alla valutazione di cui alla lettera a)*
- c) *Il programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza.*

⇒ **Art. 4, comma 11 del D. Lgs. 626/94:** *“Fatta eccezione per le aziende indicate nella nota (1) dell'allegato I, il datore di lavoro delle aziende familiari nonché delle aziende che occupano fino a dieci addetti non è soggetto agli obblighi di cui ai commi 2 e 3, ma è tenuto comunque ad autocertificare per iscritto l'avvenuta effettuazione della valutazione dei rischi e l'adempimento degli obblighi ad essa collegati”.*

⇒ **Art.72-quater, comma 1 del D. Lgs. 626/94:** *“Nella valutazione di cui all'art. 4, il datore di lavoro determina preliminarmente l'eventuale presenza di agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro e valuta anche i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori derivanti dalla presenza di tali agenti, prendendo in considerazione in particolare:*

- a) *le loro proprietà pericolose;*
- b) *le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore o dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52 e 16 luglio 1998, n. 285 e successive modifiche;*

- c) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
  - d) le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
  - e) i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici; di cui un primo elenco è riportato negli allegati VIII-ter ed VIII-quater;
  - f) gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
  - g) se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.”
- ⇒ **Art. 63, comma 1 del D. Lgs. 626/94:** “Fatto salvo quanto previsto all'art. 62, il datore di lavoro effettua una valutazione dell'esposizione a agenti cancerogeni o mutageni, i risultati della quale sono riportati nel documento di cui all'art. 4, comma 2”

### ◆ Separazione dei locali

I sopralluoghi hanno portato ad accertare l'esistenza di situazioni molto diverse sotto questo profilo. Accanto ad aziende nelle quali i trattamenti galvanici erano l'unica attività svolta, vi erano realtà nelle quali sussistevano più lavorazioni e quindi più reparti produttivi.

In questo secondo caso si ritiene che la condizione ottimale sia realizzare una separazione fisica tra il locale dei trattamenti galvanici e gli altri ambienti di lavoro.

Tuttavia questa condizione non sempre si è dimostrata concretamente attuabile; nonostante ciò l'indebita esposizione di lavoratori era scongiurata dal fatto che le attività collaterali ai trattamenti erano svolte a sufficiente distanza o erano remotizzate.

La separazione del locale dove avvenivano i trattamenti galvanici con l'uso di agenti cancerogeni è stata imposta ad una azienda poiché non era stato limitato al minimo possibile il numero dei lavoratori esposti.



Foto n. 23: tutte le attività collaterali sono state spostate fuori dal reparto dei trattamenti galvanici

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 19 del D.P.R. 303/56:** *“Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare, ogni qualvolta è possibile, in luoghi separati le lavorazioni pericolose o insalubri allo scopo di non esporvi senza necessità i lavoratori addetti ad altre lavorazioni”*
- ⇒ **Art. 64, comma 1, lett. b) del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro limita al minimo possibile il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, anche isolando le lavorazioni in aree predeterminate provviste di adeguati segnali di avvertimento e di sicurezza, compresi i segnali “vietato fumare”, ed accessibili soltanto ai lavoratori che debbano recarvisi per motivi **connessi con la loro mansione o con la loro funzione. In dette aree è fatto divieto di fumare”.***

### ➡ **Aspirazione vasche di trattamento**

E' stata accertata la presenza di sistemi di aspirazione localizzata a bordo delle vasche di elettrodeposizione e di quelle di sgrassatura acida e basica.

Solo un'azienda è stata sanzionata per l'assoluta mancanza di aspirazioni localizzate.

Negli altri casi i sistemi di aspirazione sono risultati carenti:

- portate d'aria di aspirazione insufficiente ad allontanare gli inquinanti che si sviluppavano dai bagni, talvolta causata dalla conformazione delle bocchette di aspirazione tale da non garantire una sufficiente velocità di cattura;
- manutenzione carente dei sistemi di aspirazione;
- mancanza di aspirazioni su tutte le vasche interessate;
- ampliamenti delle linee di trattamento galvanico senza il relativo adeguamento dei sistemi di aspirazione.

I sistemi di aspirazione installati in anni successivi alla realizzazione degli impianti di trattamento, in alcuni casi, sono risultati non correttamente dimensionati e scarsamente efficaci (vedasi foto n°21).

Riferimenti normativi:

- **Art. 20, comma 1 e 2 del D.P.R. 303/56:** *“Nei lavori in cui si svolgono gas o vapori irrespirabili o tossici o infiammabili e in quelli nei quali si sviluppano normalmente odori o fumi di qualunque specie, il datore di lavoro deve adottare provvedimenti atti ad impedirne o a ridurne, per quanto è possibile, lo sviluppo e la diffusione. L'aspirazione dei gas, vapori, odori o fumi deve farsi, per quanto è possibile, immediatamente vicino al luogo dove si producono”.*

### ➡ **Indicazione del contenuto delle vasche, delle tubazioni degli impianti e dei contenitori**

In taluni casi le indicazioni sulla tipologia delle sostanze contenute nelle vasche di trattamento erano completamente mancanti o insufficienti a garantire un'adeguata informazione ai lavoratori oppure erano non conformi ai requisiti indicati nel D.Lgs. 493/96 (targhette di piccole dimensioni, illeggibili perché deteriorate e/o sporche o indicanti solo il tipo di trattamento e non la sostanza).

Tali carenze possono favorire l'errore umano durante le operazioni di travaso, di preparazione delle soluzioni e di manutenzione.

I contenitori di sostanze chimiche pericolose devono essere etichettati in modo che sia rapidamente visibile la natura e la composizione chimica del contenuto.



Foto n. 24: esempio di etichettatura

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 355 del D.P.R. 547/55 modificato dall'art. 6 del D. Lgs. 493/96:** *“I recipienti nei quali sono conservati prodotti o materie pericolosi o nocivi devono, allo scopo di rendere nota la natura e la pericolosità del loro contenuto, portare le indicazioni e i contrassegni prescritti per ciascuno di essi dalla normativa che li disciplina”:*
- ⇒ **Art. 72-octies, comma 3 D. Lgs. 626/94:** *“Laddove i contenitori e le condutture per gli agenti chimici pericolosi utilizzati durante il lavoro non siano contrassegnati da segnali di sicurezza in base a quanto disposto dal decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 493, il datore di lavoro provvede affinché la natura del contenuto dei contenitori e delle condutture e gli eventuali rischi connessi siano chiaramente identificabili”.*

#### ➡ **Docce e/o lavaocchi di emergenza**

È stata accertata la mancanza lungo le linee di trattamenti galvanici delle docce di emergenza e dei lavaocchi da utilizzarsi in caso di schizzi accidentali di liquidi pericolosi.

Tali presidi sono indispensabili per limitare i danni derivanti dal contatto con sostanze pericolose che possono esercitare i loro effetti irritativi/caustici oppure essere assorbiti per via cutanea.

Riferimenti normativi:

- **Art. 367 del D.P.R. 547/55:** *“Negli stabilimenti o luoghi in cui si producono o si manipolano liquidi corrosivi devono essere predisposte, a portata di mano dei lavoratori, adeguate prese di acqua corrente o recipienti contenenti adatte soluzioni neutralizzanti. Nei casi in cui esista rischio di*

*investimento da liquidi corrosivi, devono essere installati, nei locali di lavorazione o nelle immediate vicinanze, bagni o docce con acqua a temperatura adeguata”.*



*Foto n. 25: doccia e lavaocchi non accessibili*



*Foto n. 26: doccia di "emergenza" inadeguata*

### **➔ Pulizia degli ambienti di lavoro e dei locali accessori**

Nel corso dei sopralluoghi sono state accertate carenze nella pulizia dei locali di lavoro tali da pregiudicare le condizioni generali di igiene.

Tali problematiche sono state riscontrate soprattutto a bordo impianti e vasche, dove erano visibili schizzi, incrostazioni e tracce delle sostanze utilizzate durante il processo.

In alcuni casi, anche i servizi igienico-assistenziali e gli spogliatoi non sono stati trovati in condizioni di sufficiente pulizia.



In un'azienda lungo il perimetro delle vasche per i trattamenti galvanici erano posizionate pedane in legno non idonee in quanto non consentivano una facile e completa asportazione delle materie pericolose che vi si depositavano.

*Foto n. 27: pedana in legno*

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 32, comma 1, lett. c) del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro provvede affinché: i luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare pulizia, onde assicurare condizioni igieniche adeguate”.*
- ⇒ **Art. 357 del D.P.R. 547/55:** *“I pavimenti e le pareti dei locali destinati alla lavorazione, alla manipolazione, all'utilizzazione ed alla conservazione di materie infiammabili, esplosivi, corrosive o infettanti, devono essere in condizioni tali da consentire una facile e completa asportazione delle materie pericolose o nocive, che possano eventualmente depositarsi”.*
- ⇒ **Art. 47, comma 1 del D.P.R. 303/56:** *“Le installazioni e gli arredi destinati ai refettori, agli spogliatoi, ai bagni, alle latrine, ai dormitori ed in genere ai servizi di igiene e di benessere per i lavoratori, devono essere mantenuti in stato di scrupolosa pulizia”.*

### ➡ Spogliatoi

In alcune aziende non erano stati predisposti adeguati locali appositamente destinati a spogliatoio oppure gli stessi non erano dotati di armadietti a doppio scomparto tali da garantire la separazione degli indumenti di lavoro da quelli privati.



Foto n. 28: armadietti a doppio scomparto



Foto n. 29: armadietti non idonei

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 40 del D.P.R. 303/56:** *“Locali appositamente destinati a spogliatoi devono essere messi a disposizione dei lavoratori quando questi devono indossare indumenti di lavoro specifici e quando per ragioni di salute o di decenza non si può loro chiedere di cambiarsi in altri locali. Gli spogliatoi devono essere distinti fra i due sessi e convenientemente arredati .....*

*I locali destinati a spogliatoi devono avere una capacità sufficiente, essere possibilmente vicini ai locali di lavoro, aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda e muniti di sedili.*

.....

*Qualora i lavoratori svolgano attività insudicianti, polverose, con sviluppo di fumi o vapori....., nonché in quelle dove si usano sostanze venefiche, corrosive od infettanti o comunque pericolose, gli armadi per gli indumenti da lavoro devono essere separati da quelli per gli indumenti privati.*

### ➡ **Docce per igiene personale e servizi igienici**

Si è accertato che alcune ditte, individuate tra le medio piccole, erano sprovviste di docce per l'igiene personale, in altri casi sono stati rilevati problemi legati alla mancata separazione fra i sessi, temperature dei locali non confortevoli, scarsa pulizia o utilizzo del locale doccia come ripostiglio.

In un'azienda con più di dieci dipendenti non erano stati messi a disposizione gabinetti separati per uomini e donne.

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 37 del D.P.R. 303/56:** *“Docce sufficienti e appropriate devono essere messe a disposizione dei lavoratori quando il tipo di attività o la salubrità lo esigono. Devono essere previsti locali per docce separati per uomini e donne o un'utilizzazione separata degli stessi. Le docce e gli spogliatoi devono comunque facilmente comunicare tra loro. I locali delle docce devono avere dimensioni sufficienti per permettere a ciascun lavoratore di rivestirsi senza impacci e in condizioni appropriate di igiene. Le docce devono essere dotate di acqua corrente calda e fredda e di mezzi detergenti e per asciugarsi”.*
- ⇒ **Art. 39 del D.P.R. 303/56:** *“I lavoratori devono disporre, in prossimità dei loro posti di lavoro, dei locali di riposo, degli spogliatoi e delle docce, di gabinetti e di lavabi con acqua corrente calda, se necessario, e dotati di mezzi detergenti e per asciugarsi. Per uomini e donne devono essere previsti gabinetti separati.....Nelle aziende che occupano lavoratori di sesso diverso in numero non superiore di dieci, è ammessa un'utilizzazione separata degli stessi”.*

### ➡ **Immagazzinamento e conservazione sostanze pericolose**

I problemi rilevati nel corso dell'attività di vigilanza sono così riassumibili:

- mancanza o inidoneità di locali appositamente destinati alla conservazione dei prodotti chimici. Infatti, i locali di stoccaggio di sostanze chimiche devono avere un pavimento impermeabile e conformato in modo tale che, in caso di sversamenti, le sostanze non possano raggiungere reti fognarie, terreni o altri reparti produttivi e che permetta un'agevole raccolta di tali sversamenti. Oltre alla normativa specifica, al punto 7 della scheda di sicurezza sono riportate le indicazioni sulle modalità di stoccaggio del singolo prodotto. Tutti i lavoratori devono essere informati sulle modalità di comportamento in caso di sversamento accidentale delle sostanze (punto 6 della scheda di sicurezza).



*Foto n. 30: materiale adsorbente*

- materie prime incompatibili immagazzinate insieme. In caso di perdite la miscelazione di queste sostanze può determinare la formazione di altri composti chimici pericolosi per la sicurezza e la salute. Ad esempio l'anidride cromica ha carattere ossidante e comburente e pertanto deve essere stoccata separatamente da sostanze infiammabili o combustibili. Nella foto a lato è visibile un deposito nel quale è stata realizzata una netta divisione delle sostanze pericolose.



*Foto n. 31: deposito materie prime con bacino di contenimento*

- mancanza o inidoneità dei bacini di contenimento (es. unico bacino di contenimento dei serbatoi di stoccaggio dell'acido solforico e del sodio bisolfito o soluzione concentrata di soda caustica). Anche in questo caso si possono determinare gravi conseguenze in caso di rotture e perdite. La buona norma è quella di costruire bacini di contenimento in materiali idonei, separati per le sostanze incompatibili e sottoposti a frequenti controlli.
- contenitori di reintegro delle sostanze, conservati in prossimità delle vasche e spesso sprovvisti del coperchio di chiusura.

Riferimenti normativi:

1. **Art. 370 del D.P.R. 547/55:** *“I locali ed i luoghi nei quali sono eseguite le operazioni indicate nell’articolo precedente devono essere normalmente separati e isolati dagli altri locali o luoghi di lavoro e o di passaggio”.*

Il riferimento è ai locali nei quali vengono manipolate o immagazzinate sostanze pericolose.

2. **Art. 363 del D.P.R. 547/55:** *“Le materie ed i prodotti suscettibili di reagire fra di loro dando luogo alla formazione di gas o miscele esplosive o infiammabili devono essere immagazzinati e conservati in luoghi o locali sufficientemente distanziati ed adeguatamente isolati gli uni dagli altri”.*

3. **Art. 247, comma 1°, lettera a) del D.P.R. 547/55:** *“I serbatoi e le vasche contenenti liquidi o materie tossiche, corrosive o altrimenti pericolose, compresa l’acqua a temperatura ustionante, devono essere provvisti:*

- a) *di chiusure che per i liquidi e materie tossiche devono essere a tenuta ermetica e per gli altri liquidi e materie dannose essere tali da impedire che i lavoratori possano venire a contatto con il contenuto;*
- b) *di tubazioni di scarico di troppo pieno per impedire il rigurgito o il traboccamento”.*

#### ➡ **Misure organizzative**

Le misure organizzative, che rappresentano il cardine della riduzione dei rischi, talvolta non sono risultate appropriate.

Risulta necessaria la formalizzazione di procedure per la gestione delle condizioni ordinarie di lavoro e la gestione delle emergenze. Inoltre, un’attenzione particolare va dedicata alla continua ed accurata manutenzione degli impianti. Può risultare utile istituire un registro di manutenzione con scadenziario delle operazioni da effettuare e con le annotazioni degli interventi eseguiti

Riferimenti normativi:

4. **Art. 72 – sexies, comma 1, lettera b) del D Lgs. 626/94:** *“.....Il datore di lavoro garantisce che il rischio sia ridotto mediante ...*

*b) appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio .....*

#### ➡ **Fornitura ed uso dei DPI**

L’uso dei dispositivi di protezione individuale è necessario in galvanica in quelle fasi lavorative dove la protezione collettiva non è sufficiente a garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Gli addetti alle vasche di trattamento e al trasferimento di telai devono avere a disposizione idonei dispositivi di protezione individuale, quali ad esempio guanti a manica lunga in gomma o PVC o in altro materiale adatto, calzature alte o stivali, in gomma o PVC con soles antisdrucchiolo, grembiuli a pettorina, tutti in materiale impermeabile, camici e tute da lavoro.

Per la manipolazione dei prodotti chimici e le situazioni di emergenza, devono essere tenuti a disposizione occhiali o visiere, maschere o facciali filtranti per polveri, maschere per gas con cartucce filtro appropriate. Nella maggior parte delle aziende visitate il datore di lavoro aveva fornito ed aveva disposto l’utilizzo dei D.P.I.. Solamente in due aziende non sono stati forniti i necessari dispositivi di protezione per evitare il possibile contatto con sostanze corrosive, irritanti e nocive e in altre due situazioni i lavoratori esposti al

rischio di schiacciamento dei piedi, nelle operazioni di carico\scarico dei telai, non erano stati dotati di adeguate calzature antinfortunistiche.



Foto n. 32: indumenti non idonei



Foto n. 33: inidoneo uso dei DPI

La pulizia dei dispositivi di protezione individuale è a carico del datore di lavoro. Tale precetto risulta ancora più significativo nel caso in cui vengano utilizzati per la protezione da agenti cancerogeni, in questo caso è indispensabile impedire indebite contaminazioni al di fuori del locale dove avvengono le lavorazioni e che i lavoratori possano portare a casa propria gli indumenti di lavoro.

Riferimenti normativi:

**5. Art. 4, comma 5, lett. d) del D. Lgs. 626/94:** *“Fornisce ai lavoratori i necessari e idonei dispositivi di protezione individuale, sentito il responsabile del servizio di prevenzione e protezione*

**6. Violazione dell’art. 384, comma 1, del D.P.R. 547/55:** *“Per la protezione dei piedi nelle lavorazioni in cui esistano specifici pericoli di ustioni, di causticazione, di punture o di schiacciamento, i lavoratori devono essere provvisti di calzature resistenti ed adatte alla particolare natura del rischio. Tali calzature devono potersi sfilare rapidamente.*

**7. Art. 4, comma 5, lett. f) del D. Lgs. 626/94:** *“Richiede l’osservanza da parte dei singoli lavoratori delle norme vigenti, nonché delle disposizioni aziendali in materia di sicurezza e di igiene del lavoro e di uso dei mezzi di protezione collettivi e dei dispositivi di protezione individuale messi a loro disposizione”*

**8. Art. 65, comma 1, lett. c) del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro provvede affinché i dispositivi di protezione individuale siano custoditi in luoghi determinati, controllati e puliti dopo ogni utilizzazione, provvedendo altresì a far riparare o sostituire quelli difettosi prima di ogni nuova utilizzazione”*

9. **Art. 43, comma 4, lett. a del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro mantiene in efficienza i DPI e ne assicura le condizioni di igiene, mediante la manutenzione, le riparazioni e le sostituzioni necessarie”.*

### ➡ **Parapetti di protezione**

In quasi tutte le realtà produttive le scale e le passerelle di accesso agli impianti erano dotate di parapetti di protezione atti ad evitare la caduta dei lavoratori durante le attività svolte lungo le linee dei trattamenti galvanici.

In un'azienda è stata rilevata la mancanza di parapetti lungo la scala di accesso ad un magazzino e lungo il perimetro della fossa dell'impianto di depurazione. In un altro caso il pavimento del piano di camminamento intorno alle vasche risultava sconnesso e con evidenti buche.

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 10 del D.P.R. 547/55:** *“Le aperture esistenti nel suolo o nel pavimento dei luoghi, degli ambienti di lavoro o di passaggio, comprese le fosse ed i pozzi, devono essere provviste di solide coperture o di parapetti normali, atti ad impedire la caduta di persone. Quando dette misure non siano attuabili, le aperture devono essere munite di apposite segnalazioni di pericolo”*
- ⇒ **Art. 16, comma 2 del D.P.R. 547/55:** *“Le scale fisse a gradini ed i relativi pianerottoli devono essere provvisti, sui lati aperti, di parapetto normale o di altra difesa equivalente”*
- ⇒ **Art. 27 del D.P.R. 547/55:** *“Le impalcature, le passerelle e ripiani, le rampe di accesso, i balconi ed i posti di lavoro o di passaggio sopraelevati devono essere provvisti, su tutti i lati aperti di parapetti normali con arresto al piede o di difesa equivalente”.*

### ➡ **Impianto elettrico**

Le violazioni relative all'impiantistica elettrica sono state elevate ad una sola azienda che aveva un impianto obsoleto, con gravi carenze di manutenzione.

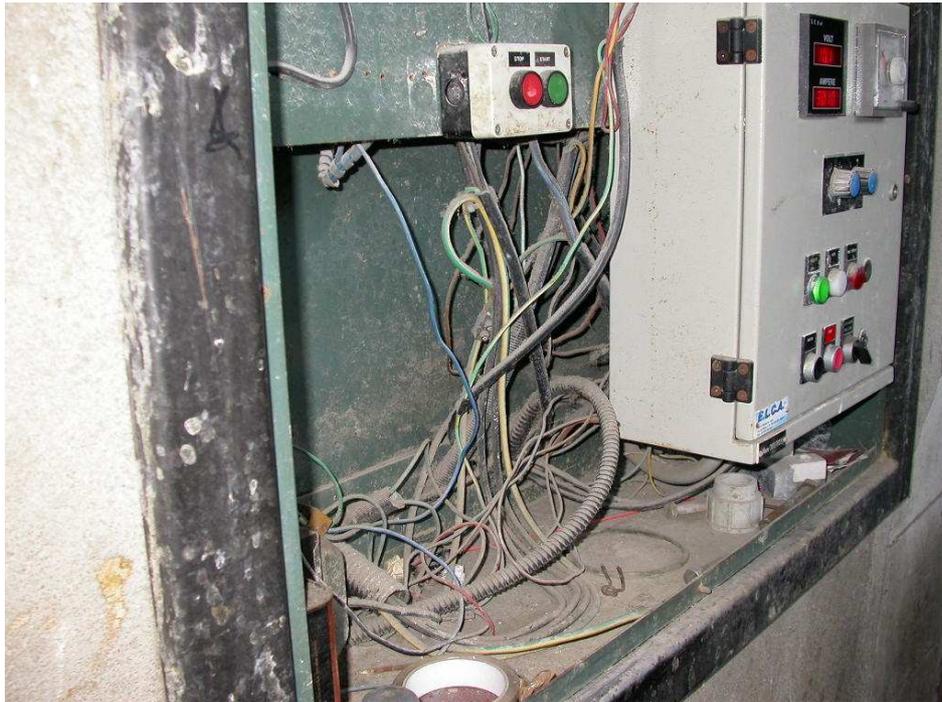


Foto n. 34: impianto elettrico privo dei requisiti di sicurezza

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 267 del D.P.R. 547/55:** *Gli impianti elettrici, in tutte le loro parti costitutive, devono essere costruiti, installati e mantenuti in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con gli elementi sotto tensione ed i rischi di incendio e di scoppio derivanti da eventuali anomalie che si verificano nel loro esercizio*
- ⇒ **Art. 285 del D.P.R. 547/55:** *“I circuiti elettrici devono essere provvisti di valvole fusibili, interruttori automatici o simili, atti ad impedire che nelle condutture e negli apparecchi elettrici abbiano a riscontarsi correnti di intensità tale da far loro assumere temperature pericolose o eccessive. Qualora in relazione a particolari usi o caratteristiche dell'impianto, l'interruzione automatica della corrente possa determinare condizioni di pericolo, i circuiti devono essere protetti contro i sovraccarichi di corrente mediante altri idonei dispositivi”*

### ➡ Impianti di trattamento

In tre casi gli impianti per i trattamenti galvanici presentavano carenze di sicurezza tali da considerarli nel complesso non idonei al loro utilizzo.

In un caso è stato accertato un importante problema di manutenzione che riguardava le passerelle ed il bacino di contenimento.

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 72 – sexies, comma 1, lettera a) del D Lgs. 626/94:** *“.....Il datore di lavoro garantisce che il rischio sia ridotto mediante l'applicazione delle seguenti misure nell'indicato ordine di priorità: a) progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché uso di attrezzature e materiali adeguati;.....”.*

- ⇒ **Art. 35, comma 1 del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro mette a disposizione dei lavoratori attrezzature adeguate al lavoro da svolgere ovvero adattate a tali scopi ed idonee ai fini della sicurezza e della salute”.*
- ⇒ **Art. 374, comma 2 del D.P.R. 547/55:** *“Gli impianti, le macchine, gli apparecchi, le attrezzature, gli utensili, gli strumenti, compresi gli apprestamenti di difesa devono possedere, in relazione alle necessità della sicurezza del lavoro, i necessari requisiti di resistenza e di idoneità ed essere mantenuti in buono stato di conservazione e di efficienza”.*

### ➡ **Protezione degli organi pericolosi di macchine e impianti**

Sono state accertate carenze sui sistemi di protezione degli organi lavoratori delle macchine e degli impianti, le più rilevanti sono: la mancanza del carter di protezione della coppia conica degli ingranaggi del sistema di movimentazione dei telai e la rimozione degli interruttori di sicurezza delle barriere apribili poste a protezione delle macchine per il carico automatico sui telai dei pezzi da trattare.

Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 47, comma 1 del D.P.R. 547/55:** *“Le protezioni ed i dispositivi di sicurezza delle macchine non devono essere rimossi se non per necessità di lavoro”.*
- ⇒ **Art. 68 del D.P.R. 547/55:** *“Gli organi lavoratori delle macchine e le relative zone di operazione, quando possono costituire un pericolo per i lavoratori, devono, per quanto possibile, essere protetti o segregati oppure provvisti di dispositivo di sicurezza”.*
- ⇒ **Art. 41 del D.P.R. 547/55:** *“Gli elementi delle macchine, quando costituiscono un pericolo, devono essere protetti o segregati o provvisti di dispositivi di sicurezza”.*
- ⇒ **Art. 55 del D.P.R. 547/55:** *“Gli alberi, le pulegge, le cinghie, le funi, le catene di trasmissione, i cilindri e i coni di frizione, gli ingranaggi e tutti gli altri organi o elementi di trasmissione devono essere protetti ogni qualvolta possono costituire un pericolo”.*

### ➡ **Amianto friabile**

È stata accertata in due aziende la presenza di tubazioni coibentate con materiali contenenti amianto in cattivo stato di manutenzione.

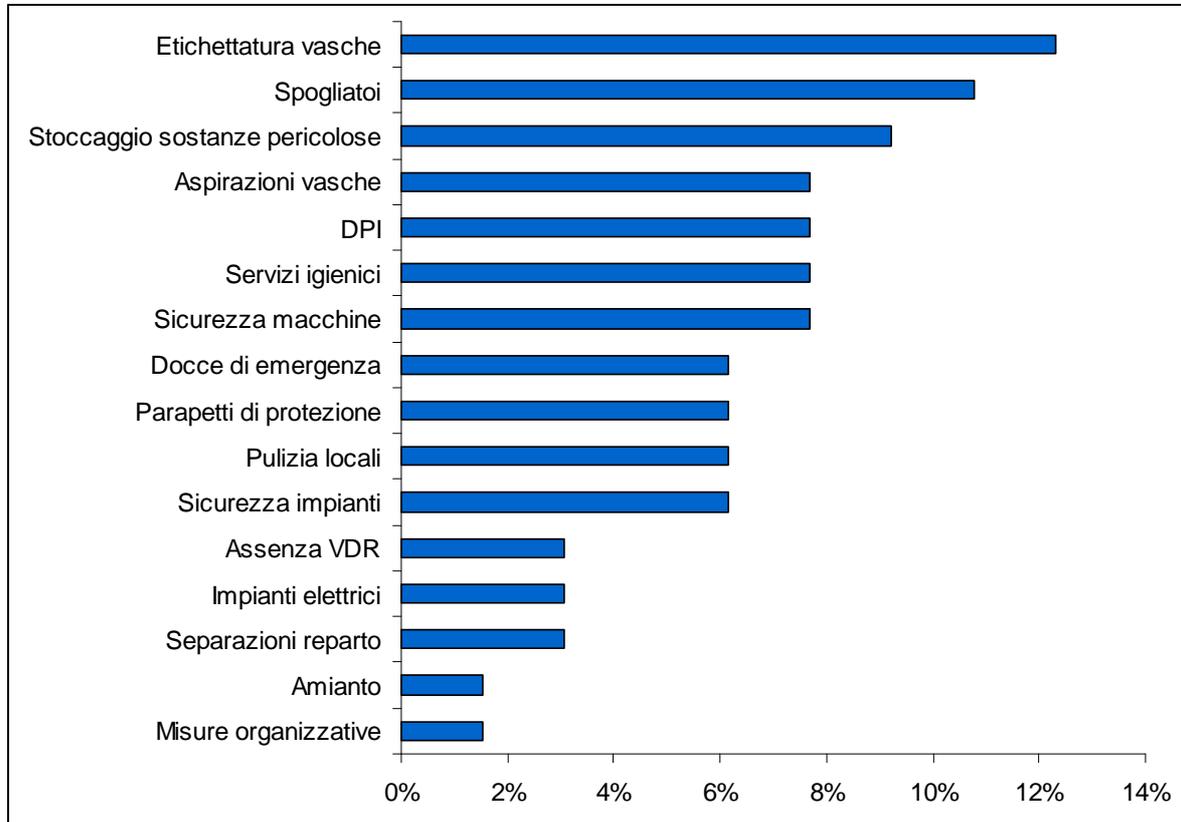
Riferimenti normativi:

- ⇒ **Art. 32, comma 1, lett. b del D. Lgs. 626/94:** *“Il datore di lavoro provvede affinché i luoghi di lavoro, gli impianti ed i dispositivi vengano sottoposti a regolare manutenzione tecnica e vengano eliminati quanto più rapidamente possibile i difetti rilevati che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori”.*
- ⇒ **Art. 24, comma 1, del D. Lgs. 277/91 - abrogato**

Le inosservanze riscontrate sono state oggetto di contestazione a datori di lavoro nei confronti dei quali è stato redatto e notificato un verbale di contravvenzioni e prescrizioni ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs. 19 dicembre 1994 n. 758”.

Le prescrizioni contenute nei verbali sono state sviluppate ed argomentate in modo da fornire, ai datori di lavoro, indicazioni sufficientemente chiare al fine di eliminare le carenze riscontrate ed i conseguenti rischi correlati; tutte le prescrizioni sono state ottemperate.

Nel seguente grafico 6 è riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di violazioni riscontrate nell'attività di vigilanza.



#### **4.3 LA QUALITÀ DEI DOCUMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO E CANCEROGENO: L'ESPERIENZA DELLA ASL13.**

Nell'ambito del progetto Io S.Pre.S.A.L. dell'Azienda Sanitaria Locale n. 13 ha ritenuto opportuno porre particolare attenzione alla verifica dei contenuti e alla qualità dei Documenti di Valutazione del Rischio Chimico e del Rischio Cancerogeno, predisposti in ottemperanza ai Titoli VII e VII-bis del Decreto Legislativo n. 626 del 10/09/1994 e s.m.i..

L'obbligo di valutare, nella scelta dei preparati chimici impiegati, i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori era certamente già previsto all'art. 4, comma 1 del D. Lgs. 626/94.

Tuttavia, il D. Lgs. 25/02 (Titolo VII-bis), che ad un primo approccio è stato percepito spesso come un mero aggravio legislativo, ha fissato i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori dalle conseguenze, per la salute e la sicurezza, derivanti dall'esposizione agli agenti chimici presenti nei luoghi di lavoro, ed ha avuto il merito di dare alcune indicazioni, ai datori di lavoro, sulle modalità e sui principi secondo i quali tale valutazione deve essere effettuata. Subito dopo la pubblicazione del decreto, molto si è discusso sul concetto di "rischio moderato", sino ai chiarimenti intervenuti con la pubblicazione delle Linee Guida del Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome (2002). L'indagine ha riguardato 45 aziende alle quali è stata fatta richiesta del documento di valutazione dei rischi chimico e cancerogeno relativo al reparto galvanico. È risultato che due aziende, nelle quali erano impiegati meno di dieci dipendenti, avevano predisposto un'autocertificazione, mentre un'azienda non aveva predisposto la valutazione dei rischi ed un'altra, pochi mesi prima dell'avvio di questo progetto, era stata oggetto di un intervento ispettivo, nel corso del quale si era accerta l'inidoneità del documento ed il successivo inadempimento alla prescrizione impartita. Complessivamente, quindi, solo quarantuno documenti sono stati oggetto di un'accurata verifica; quattro hanno riguardato aziende che occupavano meno di dieci dipendenti e che avevano comunque predisposto il documento di valutazione.

Si è ritenuto che la lettura critica di tali documenti, demandata al personale medico e tecnico, potesse risentire significativamente della soggettività degli operatori. Pertanto, è stata predisposta una check-list, nella quale sono stati presi in considerazione, in ordine sequenziale, gli elementi ritenuti fondamentali per l'esecuzione, da parte del datore di lavoro, di una completa valutazione del rischio chimico e cancerogeno. Per facilitare il compito degli operatori e la successiva elaborazione dei dati raccolti, è stata allegata alla stessa una guida alla compilazione, nella quale erano date precise indicazioni per rispondere in modo semplice e chiaro alla serie di domande riportate. In calce alla check-list era possibile riportare tutte le osservazioni che i valutatori ritenevano opportune, sia nel merito del documento, sia sulla corrispondenza tra il documento e la realtà aziendale, quale era emersa in occasione del sopralluogo.

Per la predisposizione della check-list, riportata in Allegato 3, si è fatto riferimento alle "Linee guida operative ad uso degli SPSAL per la vigilanza e il controllo sull'applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94 - Protezione da agenti chimici- del Gruppo Agenti chimici, cancerogeni e mutageni dell'Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna".

Il medico e il tecnico, che avevano effettuato il sopralluogo in azienda, hanno esaminato i documenti acquisiti e compilato le check-list; i risultati sono stati inseriti in un data base, per la successiva elaborazione. Quando la lettura del documento lasciava adito a grossi dubbi interpretativi non è stata data risposta.

Il primo step dell'esame dei documenti, cioè la risposta alla domanda "Il datore di lavoro ha determinato preliminarmente l'eventuale presenza di agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro?", è stata data confrontando le sostanze chimiche pericolose valutate nei documenti con quanto accertato nel corso dei sopralluoghi ispettivi e con ciò che era stato indicato dalle ditte nel "questionario per le aziende", inviato a tutte le ditte interessate all'inizio del progetto, per la raccolta dei dati. Questo lavoro ha permesso di stabilire che dieci aziende non avevano preso in considerazione tutti gli agenti chimici presenti sul luogo di lavoro. Nessuna ditta aveva inoltre preso in considerazione gli agenti chimici che si producono nei processi galvanici, come ad esempio i prodotti derivanti da processi secondari quali la scromatura, dove, seppur in piccola quantità, si ritrova nei bagni il cromo in forma esavalente, o i fanghi che si depositano sul fondo delle vasche e che sono manipolati nelle fasi di manutenzione.

In occasione dei sopralluoghi è stato acquisito un certo numero schede di sicurezza che spesso non sono risultate conformi a quanto disposto dal D.M. 07/09/02, in quanto incomplete o non aggiornate. Considerato che le stesse sono il primo "mattoncino" su cui si basa la valutazione del rischio chimico, in questi casi, sono venuti a mancare al datore di lavoro gli elementi di conoscenza di base circa la pericolosità delle sostanze in uso e le misure di prevenzione e protezione da adottare (ad es. i DPI, le misure di emergenza ecc.).

I datori di lavoro non hanno considerato nei documenti molte fasi di lavoro, incluse quelle più critiche, come la manutenzione degli impianti e le situazioni di emergenza. La descrizione del ciclo produttivo e delle mansioni è stata riportata nel 61% dei documenti esaminati, l'indicazione delle sostanze utilizzate nelle singole fasi operative di ogni mansione scende al 12% dei documenti.

Anche le condizioni tecnologiche dei processi produttivi frequentemente non sono state riportate nei documenti, come dimostrato dalle risposte alle domande del punto 6, che hanno una percentuale di negatività che oscilla tra il 42,5% e il 77,5%.

Le risposte alla check-list, ritenute più significative, sono riportate nella successiva tabella.

Tabella 20

Domanda	SI	NO	In parte	Risposte assenti
4 a) è descritto il ciclo produttivo?	25	16	-	-
4 c) sono specificate le singole mansioni?	27	14	-	-
4 e) Sono state valutate le operazioni di manutenzione?	3	38	-	-
4 h) sono specificati i consumi annui delle sostanze utilizzate?	20	19	-	2
5. Sono presenti agenti cancerogeni e/o mutageni?	35	6		
7. Nel calcolo dell'indice di rischio per la mansione, sono considerati eventuali effetti additivi tra diverse sostanze in uso ?	-	40	-	1
8. L'esito della valutazione dei rischi ha portato ad una chiara identificazione rispetto alle classificazioni in <b>rischio moderato</b> ovvero <b>superiore a moderato</b> ?	21	16	3	1
11. Sono riportate le particolari disposizioni in caso di incidenti o di emergenze?	9	31	1	-
12. Viene effettuata la sorveglianza sanitaria relativamente agli agenti chimici?	38	1	-	2
13. La valutazione dei rischi è integrata dai dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria?	4	37	-	-
14. La valutazione dei rischi è integrata dai dati per il monitoraggio biologico?	1	40	-	-

Solo in quattro aziende su trentacinque, che utilizzavano agenti cancerogeni, il datore di lavoro ha giustificato l'uso di sostanze cancerogene come disposto dall'art. 63, comma 4 lett. a) del D. Lgs. 626/94 e solo sei hanno predisposto un piano di monitoraggio ambientale per valutare l'esposizione dei lavoratori. Peraltro, anche in queste aziende, è stata data scarsa rilevanza ai risultati di tali monitoraggi, in alcuni casi non erano neppure parte integrante del documento ed in un caso i dati di esposizione erano riportati solamente nel registro di esposizione.

L'elevato numero di risposte negative, alle domande dei punti 4 e 6 della check-list, ha reso difficile, in molti casi, capire attraverso quale processo e sulla base di quali elementi si sia giunti ad un giudizio di "rischio moderato" o "superiore a moderato" per le varie mansioni.

Dalle risposte alla domanda 8 della check-list, si evidenzia che i datori di lavoro hanno chiaramente espresso una valutazione in merito all'individuazione del personale esposto ad un rischio superiore a moderato nel 50% delle aziende. In alcuni casi, il giudizio di "rischio moderato" o "superiore a moderato" era espresso in riferimento alla sostanza e non al lavoratore o quantomeno alla mansione. Questo errore, a nostro giudizio, rende evidente una confusione tra concetto di *pericolo*, legato alle caratteristiche intrinseche delle sostanze, e di *rischio*, legato alle concrete modalità del loro utilizzo.

In Tabella 21 è riportato il riepilogo degli algoritmi utilizzati dalle ditte, per classificare l'esposizione dei lavoratori rispetto al "rischio moderato" o "superiore a moderato".

Due delle aziende che hanno utilizzato InfoRISK hanno effettuato la valutazione sia con la stima del rischio sia con i dati derivanti da misure di esposizione.

Tabella 21 – Algoritmi utilizzati per la classificazione in "rischio moderato" o "superiore a moderato".

Algoritmo	N° documenti
InfoRISK	22
MovaRisk	1
Cheope	5
Altro	5
Non specificato	8

Per poter classificare l'esposizione dei lavoratori rispetto al "rischio moderato" o "superiore a moderato", come ci si poteva aspettare, un numero rilevante di datori di lavoro, il 54%, ha utilizzato l'algoritmo InfoRISK, che è il metodo proposto dall'Assessorato alla Sanità della Regione Piemonte. Solo in un'azienda, che si è avvalsa della consulenza di una società lombarda, è stato utilizzato l'algoritmo MovaRisCh, predisposto dagli Assessorati alla Sanità delle Regioni Emilia Romagna, Lombardia e Toscana.

Più numerose sono state le aziende che hanno effettuato l'elaborazione con il software commerciale ChEOpE (*Chemical exposure operating evaluation*), proposto dall'associazione Ambiente e Lavoro.

Gli algoritmi utilizzati per la definizione del livello di rischio si sono rivelati degli strumenti utili per permettere al datore di lavoro di stabilire l'entità del livello di esposizione in mancanza dei decreti che devono ancora essere emanati. Tuttavia il loro utilizzo è stato, in alcuni casi, gravato da errori di natura concettuale tanto da condurre a giudizi distorti, che sono riconducibili ad una scarsa preparazione specifica sulla materia. Tali strumenti, se compresi ed utilizzati correttamente, possono servire per effettuare una prima discriminazione tra mansioni a rischio moderato e non moderato. Tuttavia, laddove possibile, essi vanno supportati ed integrati con i risultati dei monitoraggi ambientali e biologici, con i dati derivanti dalla letteratura e dai dati storici della sorveglianza sanitaria, soprattutto quando l'algoritmo utilizzato porta ad identificare una situazione d'incertezza.

L'elevata percentuale di risposte negative alle domande dei punti 10 e 11, relative alla predisposizione delle misure generali e specifiche di prevenzione, che raggiunge anche il valore del 75%, denota come i valutatori ritengano esaurito il loro compito con l'identificazione, ed eventualmente la quantificazione, del rischio. Pertanto è risultata del tutto carente l'individuazione e la predisposizione degli interventi di miglioramento e di prevenzione.

La valutazione dei rischi ancor oggi non è vista come uno strumento di lavoro ma come un semplice adempimento formale: infatti, identificare le idonee attrezzature di lavoro, le misure igieniche per i lavoratori, i dispositivi di protezione individuale e le fasi di lavoro nelle quali questi sono necessari, le procedure per gestire le emergenze ecc., richiede una riflessione sull'attività in corso, che dovrebbe portare ad elaborare

un documento di facile consultazione per gli addetti. Tale documento dovrebbe consentire ai preposti ed ai lavoratori di gestire l'attività in maniera sicura e semplice. Banalmente, dovrebbero essere individuati, senza ombra di dubbio, i DPI necessari ogniqualvolta la protezione collettiva non venga ritenuta sufficiente per la salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori. Invece, spesso ci si è ritrovati davanti ad indicazioni del tutto generiche: ad es. "uso di guanti protettivi quando si manipola....."; è ovvio che tale indicazione è del tutto inefficiente a garantire manipolazioni sicure.

Così pure non è stata data la giusta importanza alla gestione delle emergenze: sia di piccola entità, come ad esempio contatti accidentali con le sostanze in uso, sia di grande entità come incendi, necessità di evacuazione, sversamenti di grandi o piccole quantità e l'eventuale miscelamento di sostanze incompatibili fra loro.

Uno dei punti fondamentali, per limitare l'assorbimento e l'esposizione dei lavoratori ad agenti chimici pericolosi, è l'adozione di norme igieniche adeguate. Circa il 50% delle aziende non aveva individuato alcuna misura igienica particolare da adottare durante il lavoro, incluse le aziende che utilizzano sostanze cancerogene.

I risultati sopra illustrati evidenziano che nella maggior parte dei casi il livello tecnico-scientifico dei documenti era piuttosto carente, complessivamente erano di scarsa utilità pratica e di non facile consultazione per gli addetti del settore. Le motivazioni sono probabilmente da ricondurre alla complessità della materia ed all'insufficiente sensibilità degli attori della prevenzione, nei confronti di tipologie di rischio con effetti a lungo termine e quindi non immediatamente correlabili all'esposizione.

Allo scopo di ottenere una revisione, che ne migliorasse i contenuti, si è provveduto a redigere 29 verbali di disposizione, ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 520/55 e dell'art. 21 della legge 833/78. In premessa alla disposizione sono stati indicati in maniera dettagliata e specifica per ogni azienda gli elementi di criticità riscontrati nel documento in esame. Alla disposizione, inoltre, sono state allegate delle indicazioni per la redazione del documento (allegato 4), predisposte dallo S.Pre.S.A.L. dell'ASL 13, nella quale erano individuati tutti i contenuti previsti dalla normativa e dalle Linee Guida già citate. Nella maggioranza dei casi i documenti revisionati hanno raggiunto un livello accettabile, almeno dal punto di vista della completezza e della precisione formale. Senza alcun dubbio, la necessità di ottemperare alla disposizione ha dato ai datori di lavoro l'opportunità di eseguire una revisione critica del processo di valutazione condotto, che spesso ha comportato anche una maggiore sensibilità alle problematiche riguardanti la sicurezza e le emergenze nei reparti produttivi, con ricadute prevenzionistiche concrete. Le soluzioni adottate non hanno comportato, salvo qualche raro caso, grandi oneri finanziari a carico delle aziende, in un settore dove si è intrapreso un progetto di comparto in un periodo di particolare crisi economica dovuta alla concorrenza dei paesi asiatici.

Si è riscontrato che non vi è una stretta correlazione tra qualità del documento ed i livelli di igiene e sicurezza riscontrati negli ambienti di lavoro, tanto che, in alcuni casi, aziende molto attente alla sicurezza avevano documenti di scarsissimo contenuto e aziende con condizioni di lavoro particolarmente scadenti avevano predisposto documenti di buon livello. In sintesi tali documenti appaiono più un adempimento formale alla norma che uno strumento di lavoro. Quasi sempre i datori di lavoro si sono avvalsi della collaborazione di consulenti del settore, in alcuni casi è stato spontaneo chiedersi se i datori di lavoro avessero mai letto quanto commissionato e retribuito.

In esito al progetto emerge la necessità della promozione culturale di tutte le figure professionali coinvolte, a cominciare dai valutatori, che sulla materia specifica del rischio chimico e cancerogeno hanno mostrato

profonde lacune, che hanno determinato delle sottovalutazioni del rischio. Un discorso analogo vale per gli RSPP e RLS. In questo contesto nel programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza, non avrebbe dovuto essere dimenticata l'attività di formazione degli addetti, in quanto è risaputo che un buon livello di formazione porta i lavoratori a comportamenti più consapevoli.

Certamente l'attività svolta ha consentito agli operatori coinvolti di misurarsi sul tema della valutazione del rischio chimico e cancerogeno, confrontandosi in misura ampia ed approfondita, ottenendo un significativo coinvolgimento dei Datori di Lavoro, dei Responsabili del Servizio Prevenzione e Protezione e dei Rappresentanti dei Lavoratori. Riteniamo che anche tale attività di assistenza e informazione, per quanto impegnativo per gli operatori, possa avere ricadute prevenzionistiche significative, accanto al ruolo indiscusso della vigilanza e della formazione.

#### **4.4 VALUTAZIONE DELL'ATTIVITÀ DI SORVEGLIANZA SANITARIA SVOLTA DAI MEDICI COMPETENTI**

Nell'ambito del Progetto si è inteso porre particolare attenzione anche alla attività di sorveglianza sanitaria effettuata nelle aziende del comparto, sia come verifica degli adempimenti formali che il medico competente è chiamato ad assolvere, sia come valutazione della qualità delle attività svolte.

Presso tutte le aziende era stato nominato (ai sensi dell'art. 4 comma 4 lett.c del D.Lgs 626/94 e smi) il medico competente aziendale, cui è demandata la sorveglianza sanitaria nei casi previsti dalla normativa vigente.

In occasione dei sopralluoghi in azienda, sono stati acquisiti e successivamente analizzati i programmi di sorveglianza sanitaria (PSS) e le cartelle sanitarie e di rischio dei lavoratori addetti al reparto galvanica.

La documentazione acquisita ha consentito, accanto alla verifica dell'assolvimento degli obblighi previsti dalle norme in tema di sorveglianza sanitaria, la valutazione di congruenza dei PSS predisposti con i profili di rischio degli addetti .

Nelle aziende dove sono in uso agenti cancerogeni è stato inoltre verificata l'istituzione e la tenuta del registro degli esposti e delle cartelle sanitarie (art. 70 del D. Lgs 626/94).

##### **4.4.1 PROTOCOLLI DI SORVEGLIANZA SANITARIA**

Il piano di sorveglianza sanitaria rappresenta uno strumento fondamentale per il controllo dello stato di salute dei lavoratori esposti a specifici fattori di rischio nella loro storia lavorativa. La definizione di programmi di sorveglianza sanitaria non può prescindere dall'esito e dai risultati del processo di valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, cui il medico del lavoro competente è chiamato a partecipare attivamente (artt. 4, comma 6, e 17 , comma 1 lett. a del D.Lgs. 626/94 e s.m.i.).

La stretta correlazione tra la valutazione dei rischi (VR) di una azienda e la sorveglianza sanitaria dei lavoratori è stata espressamente prevista dal D.Lgs. 626/94 e rimarcata nei titoli dedicati agli agenti cancerogeni, chimici ed a quelli biologici. Il legislatore ha anche previsto che qualora dalle risultanze collettive e/o individuali dei controlli sanitari obbligatori si evidenzino "in un lavoratore o in un gruppo di lavoratori esposti in maniera analoga ad uno stesso agente l'esistenza di effetti pregiudizievoli per la salute imputabili a tale esposizione" il medico competente è tenuto a darne informazione al datore di lavoro, che ha l'obbligo di procedere ad una revisione della VR in caso di agenti chimici o ad una "nuova valutazione" in caso di agenti cancerogeni o biologici nonché a revisionare le misure "predisposte per eliminare o ridurre i rischi".

Sono stati complessivamente acquisiti 78 programmi di sorveglianza sanitaria dalle 82 ditte del comparto, che sono stati analizzati e confrontati con i questionari compilati dalle ditte, con i documenti di Valutazione dei Rischi e con le risultanze dei sopralluoghi.

Le criticità maggiori dei piani di sorveglianza sanitaria possono così riassumersi:

##### **Discordanza o non congruenza tra PSS e valutazione dei rischi**

Come già detto, la sorveglianza sanitaria nella maggior parte delle aziende non risulta coerente o concordante con la valutazione dei rischi. La situazione più frequentemente riscontrata è che la sorveglianza sanitaria, relativamente all'esposizione ad agenti chimici, venga effettuata "a prescindere" dagli esiti del

processo di valutazione, anche nei casi in cui si giudica il rischio "moderato", come del resto si faceva nella maggior parte dei casi prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 25/02. La normativa (art. 72-sexies comma 1, lettera d) identifica in realtà la sorveglianza sanitaria tra le misure specifiche di protezione e di prevenzione, che devono essere messe in atto qualora, a seguito della valutazione del rischio, si esprima un giudizio "non moderato". Nel caso di rischio moderato occorrerebbe quantomeno esplicitare le ragioni per le quali si ritenga opportuno comunque effettuare la sorveglianza sanitaria pur in presenza di rischio chimico moderato, oppure il medico dovrebbe contribuire a rivedere una valutazione eccessivamente "ottimistica".

Questo rilievo trova probabilmente spiegazione ancora oggi nel ruolo poco attivo e partecipativo nel processo di valutazione dei rischi da parte del medico competente, il quale si trova ad operare in una sorta di autonomia che determina di fatto una sua dissociazione dal sistema di prevenzione aziendale

La partecipazione di questa figura professionale alla valutazione dei rischi ed al suo periodico aggiornamento va invece ribadita, soprattutto in materia di rischio chimico, nella quale il medico del lavoro, grazie alle proprie competenze tossicologiche ed epidemiologiche, può dare un contributo decisivo, anche attraverso lo strumento dei sopralluoghi e della riunione periodica.

### **Genericità delle mansioni**

Nei PSS le mansioni sono spesso identificate in maniera molto generica con scarso riferimento alle specifiche attività svolte dai lavoratori. Infatti, le mansioni identificate nei PSS non trovano corrispondenza con quelle indicate dai Datori di Lavoro nei questionari conoscitivi inviati alle ditte del comparto all'inizio del progetto, né con le mansioni identificate nei documenti di Valutazione del rischio.

Infatti, a fronte di un certo numero di mansioni indicate nei questionari, troviamo un numero decisamente più basso di mansioni identificate dai medici competente.

Le mansioni indicate nei questionari tendono a identificare meglio i concreti compiti lavorativi affidati ai diversi operatori: ad es. "addetto al carico dei pezzi" "addetto allo scarico dei pezzi" "addetto movimentazione telai" "addetto alla linea" "addetto al rabbocco delle vasche", ecc.

Le mansioni enunciate nei PSS sembrano essere più "generiche": si parla spesso di "addetto alla galvanica" senza ulteriori specificazioni.

La semplificazione presente nei PSS potrebbe essere prudentiale: il medico competente ritiene cautelativamente di considerare tutti gli addetti del reparto galvanico, esposti ai diversi fattori di rischio, in particolare a sostanze chimiche, nella stessa misura. Avrebbe cioè considerato la peggiore condizione, in considerazione ad es. dei frequenti cambi di mansioni e del fatto che gli ambienti di lavoro molto raramente sono separati, il che fa ritenere che anche un addetto al carico-scarico pezzi possa essere esposto agli inquinanti aerodispersi nella stessa misura di un addetto alla linea galvanica, che effettua controlli e rabbocchi sulle vasche. Si ritiene però che questo tipo di valutazione dovrebbe essere esplicitamente motivato e che nel documento di valutazione dei rischi e nel PSS le mansioni dovrebbero essere identificate nello stesso modo, in modo che non si creino confusioni nel collocare ogni lavoratore a questo o a quel gruppo omogeneo.

E' importante utilizzare pertanto nel PSS la stessa identificazione di mansione per evitare incongruenze terminologiche che potrebbero portare al mancato controllo sanitario di alcuni lavoratori, esclusione ad esempio di soggetti identificati come addetti al "carico scarico pezzi" perché tale mansione non è inserita nel programma di sorveglianza sanitaria come tale.

Inoltre, nell'esame dei PSS si è constatato che solo in una minoranza di casi sono richiamati in modo puntuale i profili di rischio per le diverse mansioni individuate. Addirittura a volte viene riportata la dicitura "rischi generici", priva di utile significato. Le informazioni relative ai risultati di indagini ambientali con misure di esposizione relative ai principali fattori di rischio (ad es. rumore, movimentazione manuale dei carichi, agenti chimici pericolosi, polveri totali, ecc.) non sono presenti nel PSS o sono riportate in pochi casi.

### **Ridondanza della sorveglianza sanitaria**

La periodicità della VISITA MEDICA era indicata come annuale nel 42% dei casi, semestrale nel 45% e trimestrale nel 13%. L'eccessivo ricorso alle visite mediche da parte dei medici competenti anche dopo l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 25/02 è ancora presente nel comparto con periodicità delle visite mediche che in più del 50 % delle aziende si richiama alle periodicità tabellari del DPR 303/56.

Come è noto, prima della entrata in vigore del D.Lgs. 25/02, la norma di riferimento, per quanto riguarda la periodicità degli accertamenti sanitari per i lavoratori, era la Tabella allegata all'art. 33 del D.P.R. 303/56, secondo la quale in relazione all'utilizzo di determinate sostanze e per determinate lavorazioni era obbligatorio un certo periodismo, a prescindere dai quantitativi, dal tempo e dalle modalità di utilizzo delle sostanze chimiche pericolose, cioè da una reale valutazione e quantificazione del rischio. Giustamente, tale impostazione di "presunzione del rischio" è stata superata, in materia di rischio chimico, con l'entrata in vigore del Decreto già citato, nel quale all'art. 72-*decies*, comma 2, si afferma che "la sorveglianza sanitaria viene effettuata:

a) prima di adibire il lavoratore alla mansione che comporta esposizione;

b) periodicamente, di norma una volta all'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione del rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza dei lavoratori, in funzione della valutazione del rischio e dei risultati della sorveglianza sanitaria;

c) all'atto della cessazione del rapporto di lavoro...."

Pertanto, solo in presenza di particolari situazioni di esposizione e di rischio, esplicitamente indicati, è possibile derogare da un periodismo annuale, che appare un tempo congruo per il monitoraggio delle condizioni di salute dei lavoratori.

Nelle aziende galvaniche prese in esame si è dunque registrato un ritardo nel recepimento di quanto dettato dalla nuova norma, nonostante nell'ambiente della medicina del lavoro venisse criticata da diversi anni la "Tabella", a causa della sua rigidità e dei periodismi troppo ravvicinati, che certamente non possono surrogare i prioritari interventi di prevenzione tecnica.

### **Accertamenti integrativi**

Anche gli accertamenti strumentali e di laboratorio, integrativi alla visita medica, non sempre si sono dimostrati necessari, pertinenti e guidati dall'evidenza scientifica.

L'evoluzione del significato della sorveglianza sanitaria, da attività basata sulla presunzione del rischio, ad intervento fondato sulla valutazione dei rischi, impone sempre più al medico competente che gli accertamenti previsti nel protocollo sanitario abbiano una precisa giustificazione in termini scientifici. Come affermato dalle Linee Guida SIMLII dell'aprile del 2003, "i programmi di sorveglianza sanitaria, perché raggiungano lo scopo di tutelare la salute del lavoratore nella sua interezza, devono basarsi su determinati

principi". Secondo l'International Labour Organization una adeguata sorveglianza sanitaria deve rispettare i principi della necessità, attinenza, validità scientifica ed efficacia (ILO, 1997)".

Dalla valutazione degli accertamenti strumentali previsti a completamento dell'esame clinico nei PSS acquisiti, è emerso quanto segue:

- ④ l'esame spirometrico è previsto nel 99% dei programmi con periodicità prevalentemente annuale (84%); le periodicità altrimenti previste sono semestrale (4%), biennale (5%) e trimestrale (7%). Trattandosi di un esame non invasivo e di semplice esecuzione per la valutazione della funzionalità respiratoria, si ritiene condivisibile la cadenza annuale dell'esame strumentale con un richiamo alla corretta esecuzione della prova funzionale
- ④ l'esame audiometrico è effettuato nel 74% delle aziende, più frequentemente con cadenza annuale (55%) o biennale (29%). Nel rimanente 16% dei casi è prevista una periodicità diversa. Il ricorso all'esame audiometrico risulta non sempre giustificato ed effettuato nella maggior parte delle aziende in modo non rispondente a quanto stabilito dalla norma in relazione ai livelli di esposizione personale
- ④ gli esami di laboratorio sono effettuati nel 90% delle aziende; tali accertamenti sono spesso indicati genericamente come esami ematici e urinari. In alcuni casi si è rilevata l'esecuzione di esami del tutto non pertinenti (es. VES, Trigliceridi, Colesterolo, markers dell'epatite, bilirubina frazionata) e privi di giustificazione a scapito talvolta di altri certamente ineludibili, quali test di funzionalità renale (creatininemia) ed esame delle urine completo. L'eccessivo ricorso ad esami generici non correlati all'azione di un agente chimico cui è esposto un lavoratore è inutile, inappropriato e può rappresentare anche un costo aggiuntivo per le aziende
- ④ l'esame radiografico del torace è previsto nel 19 % dei programmi con periodicità prevalentemente triennale (67%), più raramente con altri periodismi (biennale 13 %, annuale 6%, quadriennale 7%, quinquennale 7%). Il ricorso all'accertamento indicato appare ridondante in quanto la radiografia del torace, eseguita periodicamente anche in associazione con la citologia dell'escreato non si è dimostrata un utile strumento di prevenzione secondaria (diagnosi precoce), in quanto non ha dimostrato di ridurre la mortalità per tumore del polmone. Pertanto, anche nel rispetto di quanto previsto dall'art. 111 D.Lgs. 230/95, l'esecuzione dell'esame radiografico è ritenuta corretta solo quando effettuata sulla base di precise indicazioni di ordine clinico espresse dal medico competente
- ④ in una minoranza di aziende (1%) è previsto l'esame citologico dell'escreato e, con analoga proporzione, l'esame citologico urinario. Il ricorso a tali accertamenti è sconsigliato anche alla luce di quanto sostenuto dalle Linee Guida della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome in cui si legge che "i medici competenti vanno scoraggiati dal porre in opera qualsiasi intervento di screening per la diagnosi precoce dei tumori, rivolti a soggetti asintomatici", in quanto a tutt'oggi non sono disponibili test adeguati per sensibilità, specificità e predittività

- ④ per quanto riguarda gli approfondimenti specialistici, nei PSS esaminati sono previste visite ORL (8%) ma anche dermatologica e/o allergologica (1%) e fisiatrice (1%)
- ④ il Monitoraggio Biologico risulta previsto nell'83% delle aziende con periodicità annuale (73%) o, in minor misura, semestrale (25%) e biennale (2%). Tuttavia, tale periodicità, indicata nei PSS, non risulta spesso rispettata. Il monitoraggio biologico riguarda in particolare la determinazione urinaria di Cromo (nell'83% dei PSS come Cromuria Fine Turno mentre nel 53% dei casi è indicata anche la Cromuria di Inizio Turno per la valutazione del Delta) e Nichel (nell'87% dei PSS)
- ④ il 15% dei PSS prevede la ricerca anche di altri indicatori (zinco e cadmio), dove erano in uso questi metalli o tiocianati (dove erano in uso cianuri) o metaboliti di solventi (ac.ippurico, metil ippurico, 2,5 esandione, acido tricloroacetico) (senza spiegazione)
- ④ la sorveglianza sanitaria di fine rapporto o di cessata esposizione previste dalla normativa (art. 72-*decies* del D.Lgs. 626/94 e smi) è raramente tenuta nella dovuta importanza nella stesura dei programmi di controlli sanitari così come sporadica risulta l'indicazione della possibilità di eseguire visite a richiesta del lavoratore (art.17, comma1, lettera i, D.Lgs. 626/94 e smi).

#### 4.4.2 CARTELLE SANITARIE E DI RISCHIO

Per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria il medico competente istituisce ed aggiorna, sotto la propria responsabilità, una cartella sanitaria e di rischio, da custodire presso il datore di lavoro con salvaguardia del segreto professionale (art. 17, comma 1, lett. d D.Lgs. 626/94). Tale documento riveste una grande importanza medico legale in quanto consente anche a posteriori di ricostruire l'intera storia sanitaria del lavoratore, in riferimento alla sua anamnesi lavorativa.

Sono state acquisite e valutate per qualità e completezza 1075 cartelle sanitarie e di rischio (338 nell'ASL n. 14 e 737 nell'ASL n.13).

Da tale analisi sono emerse le criticità, che vengono di seguito esaminate.

##### **Aggiornamento del documento:**

- ↗ non sempre la cartella sanitaria e di rischio è apparsa come un documento unitario, aggiornato ad ogni visita dal medico competente. In alcuni casi, invece di una cartella sanitaria unica, contenente tutti gli aggiornamenti periodici, si sono trovate, per ogni lavoratore, numerose buste sigillate, una per ogni visita effettuata, senza alcun raccordo con gli accertamenti precedenti.

##### **Modalità di compilazione:**

- ↗ non sempre la cartella risulta compilata con grafia chiara e di agevole lettura come si conviene per un documento di carattere legale.

### **Contenuto:**

- nella stragrande maggioranza dei casi risulta una anamnesi lavorativa piuttosto approssimativa, soprattutto quella pregressa; non sempre puntuale è l'indicazione della mansione specifica dell'operatore (quasi sempre sostituita da quella più generica del reparto di appartenenza), della data di assunzione o di avvio alla mansione e spesso non sono riportati i rischi specifici individuati per la mansione, in base ai quali la sorveglianza sanitaria viene effettuata, quasi mai risultano trascritti i dati ambientali relativi alle misure di esposizione ai diversi agenti lesivi professionali. Analogamente sono risultati carenti i riferimenti all'anamnesi patologica remota e prossima, all'anamnesi fisiologica/familiare e alle abitudini voluttuarie del lavoratore
  
- l'esame obiettivo è spesso riportato in maniera molto approssimativa, anche in riferimento agli organi bersaglio direttamente esplorabili, ad es. cute e fosse nasali
  
- non sempre sono esplicitamente indicati la periodicità (semestrale, trimestrale, annuale) o il tipo di visita effettuata (preventiva o periodica)
  
- in alcuni casi i referti degli accertamenti strumentali o delle visite specialistiche effettuate non risultano allegati ovvero trascritti in cartella. Laddove accertamenti specialistici e monitoraggio biologico siano stati eseguiti dopo la visita medica, per problemi organizzativi o per periodicità diversa da quella delle visite mediche, i relativi referti sono stati trovati in buste chiuse separate, chiaramente non valutati dal medico competente ai fini dell'idoneità
  
- gli accertamenti sono effettuati a volte con periodicità diversa da quella prevista dal rispettivo protocollo di sorveglianza sanitaria predisposto; per contro, si precisa a margine, che dall'esame delle cartelle sanitarie e di rischio acquisite, il monitoraggio biologico risultava effettuato anche per gli addetti al reparto galvanica di 2 aziende il cui PSS non lo prevedeva esplicitamente.
  
- raramente è possibile reperire specifici richiami /prescrizioni per uso dei DPI
  
- sporadici sono apparsi i riferimenti a infortuni patiti o alla eventuale pregressa segnalazione di sospette tecnopatie.
  
- non sempre è riportato, al termine degli accertamenti effettuati, il giudizio espresso sull'idoneità alla mansione

In conclusione, si ritiene che i contenuti indispensabili della cartella sanitaria e di rischio siano:

- ✓ dati anagrafici del lavoratore
- ✓ dati riguardanti l'attività lavorativa: mansione, fattori di rischio, tipo e livelli di esposizione
- ✓ anamnesi familiare
- ✓ anamnesi personale con particolare riferimento a pregressi infortuni o invalidità riconosciute

- √ dati riguardanti le abitudini di vita del soggetto (fumo, consumo di alcoolici, ecc)
- √ esame clinico con particolare riferimento agli organi bersaglio dei rischi cui è esposto
- √ risultati degli accertamenti integrativi specialistici o/o di laboratorio (analisi chimico-cliniche, esami strumentali, ecc)
- √ risultati del monitoraggio biologico
- √ giudizio di idoneità alla mansione specifica

L'esecuzione del monitoraggio biologico è obbligatoria ogniqualvolta risulti fissato un valore limite di esposizione professionale dalla normativa vigente e comunque raccomandato laddove esistano valori di riferimento riconosciuti dalla comunità scientifica nazionale. In Tabella 22 sono riportate indicazioni per il monitoraggio biologico delle principali sostanze cancerogene utilizzate in galvanica.

Tabella 22

SOSTANZA CANCEROGENA	MONITORAGGIO BIOLOGICO	
	MATRICE URINA	MATRICE SANGUE
<b>CROMO VI E COMPOSTI</b>	<b>Cromo urinario:</b> indicatore sia di esposizione recente che di accumulo <b>Momento del campionamento:</b> fine turno fine settimana e differenza tra campione raccolti inizio e fine turno <b>Interferenze:</b> non riscontrate	<b>Cromo ematico:</b> indicatore di esposizione recente. Scarsa correlazione tra concentrazione ambientale di cromo e concentrazione nel sangue <b>Momento di campionamento:</b> fine turno fine settimana <b>Interferenze:</b> fumo
<b>NICHEL E COMPOSTI</b>	<b>Nichel urinario:</b> indicatore molto specifico, stretta correlazione con esposizione ambientale <b>Momento del campionamento:</b> fine turno fine settimana <b>Interferenze:</b> fumo	
<b>CADMIO E COMPOSTI</b>	<b>Cadmio urinario:</b> per basse esposizione riflette l'accumulo corporeo; per alte esposizioni riflette esposizioni in atto <b>Momento del campionamento:</b> non critico <b>Interferenze:</b> abitudine al fumo, età, alimentazione	<b>Cadmio ematico:</b> indicatore di esposizione recente. <b>Momento di campionamento:</b> non critico <b>Interferenze:</b> abitudine al fumo, alimentazione
<b>COBALTO E COMPOSTI</b>	<b>Cobalto urinario:</b> buona correlazione con concentrazione ambientale <b>Momento del campionamento:</b> immediatamente fine turno fine settimana <b>Interferenze:</b> alimentazione, assunzione di vitamina B12	

#### **4.4.3 REGISTRO DI ESPOSIZIONE A CANCEROGENI**

Il titolo VII del D.Lgs. 626/94, all'art. 70 prevede l'istituzione e l'aggiornamento da parte del datore di lavoro del registro di esposizione ad agenti cancerogeni ed affida al medico competente aziendale il compito di curarne la tenuta.

Nel corso del progetto è stato verificato il rispetto degli obblighi sopradescritti. I registri risultano contenere tutte le informazioni indicate al comma 1 dell' articolo soprarichiamato, malgrado la mancata emanazione di modelli e di indicazioni sulla modalità di tenuta del registro di cui al comma 5 dell'art. 70 D.Lgs. 626/94. Le variazioni sopraggiunte risultano generalmente comunicate all'Organo di Vigilanza con opportuna tempestività.

#### **4.4.4 RISULTATI CONSEGUITI E INDICAZIONI PER LA SORVEGLIANZA SANITARIA**

Le criticità emerse dalla valutazione della documentazione sanitaria acquisita sono state illustrate ai medici competenti aziendali nel corso di vari incontri, tra cui quello tenutosi in riunione generale in data 01/02/2005 presso l'Aula Magna del P.O. di Borgomanero.

Nelle varie occasioni di incontro i medici SPreSAL hanno invitato i medici competenti ad assumere un ruolo sempre più attivo nel sistema di prevenzione aziendale e ad apportare, anche grazie alle loro conoscenze specifiche, un valido contributo nella predisposizione e all'attuazione delle misure per la tutela della salute e dell'integrità psicofisica dei lavoratori.

Tutte le informazioni contenute nella documentazione acquisita (protocolli di sorveglianza sanitaria e cartelle sanitarie e di rischio) sono state opportunamente archiviate in un apposito database custodito presso gli SPRESAL delle ASL 13 e 14.

Tra i risultati raggiunti nel corso della realizzazione del piano di comparto, oltre alla creazione di un archivio informatizzato contenente i dati di esposizione a fattori di rischio aggregati per le caratteristiche strutturali e tecnologiche delle aziende, essenziale punto di riferimento sia per successive indagini e studi epidemiologici, sia per condurre una sistematica campagna di bonifica negli ambienti di lavoro delle unità produttive del settore, si segnala la creazione presso i Servizi di Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro della ASL 13 e della ASL 14 di un registro di esposti a cancerogeni del reparto galvanico. I dati relativi agli esposti inseriti in un database, da aggiornarsi nel tempo, costituiscono una irrinunciabile fonte informativa per la ricostruzione dell'esposizione professionale a cancerogeni.

Per la sorveglianza sanitaria agli agenti cancerogeni e mutageni presenti nei processi galvanici in ambiente di lavoro" si condivide l'impostazione generale della SIMLII nelle specifiche Linee Guida pubblicate ma si ribadisce in merito agli accertamenti radiografici il rispetto di quanto previsto dall'art. 111 D.Lgs. 230/95 "l'esecuzione di esami radiografici - rx torace, LDTC torace .... - è ritenuta corretta quando effettuata a giudizio del medico competente sulla base di precise valutazioni inerenti l'esame clinico, la latenza /storia naturale delle patologie a carico di organi bersaglio, la durata e l'intensità delle esposizioni e l'eventuali risultanze di dati epidemiologici ".

## 5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO NELLE INDUSTRIE GALVANICHE.

### 5.1 SCELTA DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO

Al fine di programmare ed organizzare l'attività di monitoraggio ambientale e biologico del comparto galvaniche, è stato identificato un campione rappresentativo di 20 aziende, pari al 25 % circa del totale del comparto. Nella scelta si è tenuto conto delle osservazioni effettuate in occasione dei sopralluoghi e della preponderanza del processo tecnologico adottato.

Si è ritenuto opportuno fare una prima distinzione tra aziende con processi tecnologici di nichelatura/cromatura (trattamenti galvanici più diffusi e spesso associati) e aziende con processi tecnologici particolari, escluse a priori dalla scelta del campione (zincatura, elettrolucidatura, ossidazione anodica, cadmiatura).

La decisione di escludere queste ultime è stata supportata da una ridotta rappresentatività del tipo di processo tecnologico, dal ridotto numero di lavoratori esposti e dalla presenza di processi eterogenei.

Le aziende escluse, pur essendo poco rappresentative rispetto al campione totale, meriterebbero comunque un successivo intervento di controllo analitico dei processi e delle sostanze in uso. Infatti, dall'analisi dei questionari somministrati e dai sopralluoghi effettuati si sono evidenziati punti critici relativamente all'esposizione dei lavoratori ad agenti cancerogeni e/o mutageni e chimici (per es. processo di cromatazione con utilizzo di Cr<sup>(VI)</sup> dopo il trattamento di zincatura).

Tabella 23

N° AZIENDE con processo tecnologico di Nichelatura e Cromatura	N° AZIENDE con processi tecnologici particolari
67	15

Avendo escluso le aziende che non effettuano cicli di nichelatura/cromatura, il numero totale di aziende tra le quali si è operata la scelta del campione è sceso da 81 a 67, cosicché la percentuale di aziende oggetto di monitoraggio ambientale e biologico è aumentata dal 25% al 30 % .

Ovviamente, nel gruppo di ditte che effettuano nichelatura e cromatura, vi sono aziende che, parallelamente a questo processo tecnologico, svolgono anche altri tipi di lavorazioni galvaniche, come la ramatura, la bronzatura, la doratura, la depiombatura, la cadmiatura, sebbene in maniera saltuaria.

La tipologia degli impianti tecnologici permette, inoltre, di distinguere il processo galvanico in:

- Aziende con impianti galvanici automatici.
- Aziende con impianti galvanici manuali e semiautomatici.
- Aziende con linee galvaniche segregate.

All'interno del gruppo delle aziende con processo produttivo automatico, sono stati creati tre sottogruppi: uno con le aziende aventi linee galvaniche segregate, uno con linee galvaniche non segregate, un sottogruppo con linee manuali.

L'ultima fase è consistita nel sorteggio delle ditte per ogni gruppo.

Nella tabella seguente sono riportate le modalità con le quali si è proceduto ad identificare il numero di aziende per gruppo, nelle quali è stata effettuata l'indagine ambientale.

*Tabella 24: criteri di scelta del campione.*

Aziende	Numero di aziende per gruppo tra le quali è stato effettuato il sorteggio	Peso percentuale del gruppo rispetto al campione delle aziende	Numero di aziende per gruppo in cui effettuare monitoraggio ambientale
Gruppo A1: linea galvanica automatica segregata	7	10 %	2
Gruppo A2: linea galvanica automatica non segregata	44	65 %	13
Gruppo B: linea manuale	16	25 %	5
Totale	67	100%	20

## 5.2 METODOLOGIE DI PRELIEVO E ANALISI.

Come specificato nel paragrafo precedente, l'attività di monitoraggio ambientale ha riguardato il campione rappresentativo, costituito da venti aziende del comparto galvaniche. Il piano di monitoraggio è stato quindi definito in maniera omogenea per tutte le unità produttive in base ai seguenti criteri: individuazione degli agenti chimici da determinare, individuazione degli addetti da sottoporre al prelievo personale, individuazione delle postazioni di prelievo.

I parametri monitorati sono stati i seguenti :

Nichel  
Cromo

La scelta di monitorare questi agenti chimici è motivata dalle loro caratteristiche di pericolosità per la salute incluso il potenziale cancerogeno.

Le mansioni individuate da sottoporre a monitoraggio sono state le seguenti:

- ⇒ addetto carico/scarico pezzi sui telai
- ⇒ addetto carico/scarico telai dalla linea
- ⇒ addetto linea manuale

Sporadicamente sono stati monitorati addetti che svolgevano mansioni di responsabile impianto.

Le postazioni di prelievo ambientali sono state scelte a seconda del tipo di impianto e del processo galvanico eseguito; in generale si possono individuare le seguenti postazioni:

- Vasche nichelatura
- Vasche cromatura
- Vasche mordenzatura

La metodologia di prelievo e analisi è stata la seguente:

### ▪ Rilievi di tipo ambientale

Si effettuano in postazioni fisse per valutare la diffusione degli inquinanti nei reparti; in particolare sono stati eseguiti numerosi prelievi in prossimità delle vasche galvaniche.

### ▪ Rilievi di tipo personale

Si effettuano applicando il mezzo di captazione direttamente sulla persona, in prossimità delle vie respiratorie, al fine di determinare l'esposizione dell'operatore alle sostanze inquinanti durante l'esecuzione delle varie mansioni.

In generale la scelta dei punti per la realizzazione dei prelievi di aeriformi ha tenuto conto delle postazioni dei singoli operatori e delle caratteristiche degli impianti produttivi. La durata dei campionamenti, sebbene inferiore al turno lavorativo, è da considerarsi rappresentativa per l'esposizione degli addetti poiché effettuata secondo i criteri stabiliti dalla norma UNI EN 689.

Il metodo di prelievo e l'analisi degli agenti chimici monitorati sono stati eseguiti come previsto dalla norma **UNICHIM 638 - METALLI PESANTI**.

Prelievo con:

- membrane filtranti in esteri misti di cellulosa (porosità 0,8 $\mu$ m, diametro 37mm);
- campionatori personali a flusso costante (3 l/min) e con sensori di temperatura e pressione atmosferica;

Durata del campionamento: circa 4 ore;

Preparazione del campione:

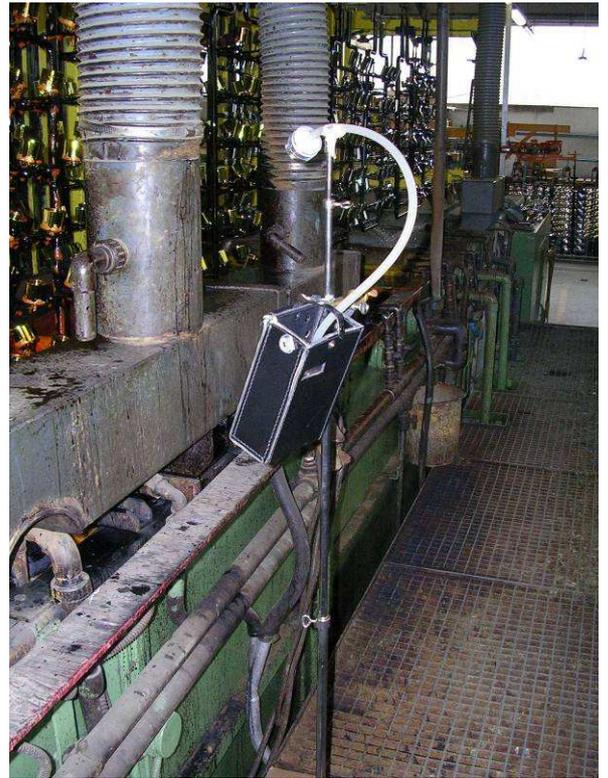
digestione acida con acido nitrico concentrato;

Tecnica analitica: determinazione spettrofotometrica di assorbimento atomico (AAS) con il seguente strumento:

- Spettrometro di Assorbimento Atomico
- Tecnica: Fornetto di Grafite longitudinale
- Costruttore: Perkin Elmer
- Modello: 5100 PC ZEEMAN
- Sistema di Controllo-Raffreddamento per fornetto:

HGA 600

*Foto 35: campionamento ambientale*



*Foto 36: prelievo personale*

### 5.3 VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE ADOTTATI

Le indicazioni che provengono dal mondo scientifico indicano che **per i cancerogeni non è possibile individuare una soglia di non danno**, mentre si ritiene valida una correlazione, tra dose e risposta, di tipo lineare.

Le sostanze cancerogene utilizzate nei bagni galvanici e i loro organi bersaglio sono riportati nella tabella che segue:

*“La misurazione dell’esposizione a cancerogeni non è diversa da quella valida per qualsiasi altra classe di agenti; particolarmente difficile è però, per i cancerogeni, la definizione quantitativa della correlazione tra esposizione e rischio e, soprattutto, la definizione di valori “accettabili” di esposizione”; si veda, a tale riguardo, l’autorevole disamina di TOMATIS (2001).*

Tuttavia le diverse agenzie internazionali propongono valori limite di esposizione professionale con i quali si possono confrontare le concentrazioni rilevate negli ambienti di lavoro.

Pertanto sono stati presi in esame i valori limite proposti dalle agenzie internazionali più accreditate. Nella tabella 25 si riportano le definizioni di valore limite professionale adottate dallo SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits), dall’ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), dal NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), e dall’OSHA (Occupational Safety and Health Administration).

Tabella 25

<p><b>SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits)</b></p> <p>OEL-TWA / media ponderata nel tempo: la concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore (su 40 ore lavorative settimanali). Sono riferiti ad esposizioni inalatorie che non provochino effetti nocivi sulla salute.</p> <p>Gli OEL non escludono che per persone o gruppi a rischio la protezione fornita non sia adeguata.</p> <p>Di norma lo SCOEL non definisce un OEL per un sensibilizzante del tratto respiratorio.</p> <p>OEL-STEL / limite per breve tempo di esposizione: sono in genere riferiti ad un periodo di 15 minuti</p>
<p><b>ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)</b></p> <p>TLV-TWA / media ponderata nel tempo: la concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore (su 40 ore lavorative settimanali), alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.</p> <p>TLV-STEL / limite per breve tempo di esposizione: la concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possano essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo, purchè il TLV-TWA giornaliero non venga superato.</p> <p>TLV-C / Ceiling: la concentrazione che non deve essere superata durante l'attività lavorativa nemmeno per un brevissimo periodo di tempo</p>
<p><b>NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)</b></p> <p>REL-TWA: concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 10 ore (40 ore settimanali), alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.</p> <p>REL-C: concentrazione che non deve essere superata, durante l'attività lavorativa, nemmeno per un brevissimo periodo</p>
<p><b>OSHA (Occupational Safety and Health Administration)</b></p> <p>PEL (Permissible Exposure Limit) sono espressi in parti per milione (ppm) o in milligrammi per metro cubo (<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>).</p> <p>I valori PEL possono essere definiti in due modi diversi:</p> <p>Valori soglia - tali valori di esposizione limite non devono essere mai superati. Sono a volte indicati con la lettera C (Ceiling Limits).</p> <p>Media pesata di 8 ore (TWA, Time Weighted Averages) - si tratta di un valore medio di esposizione nel corso di un turno di lavoro di 8 ore.</p> <p>I livelli TWA sono generalmente inferiori ai valori soglia. Quindi un lavoratore potrebbe trovarsi esposto ad un livello piu' alto dei valori TWA per parte della giornata (ma sempre inferiore al valore soglia), a condizione che per il resto della giornata sia sempre esposto a valori inferiore al TWA.</p>

Il comitato scientifico dell'Unione Europea per la definizione dei valori limite di esposizione professionali, lo SCOEL, attualmente non ha ancora fissato valori soglia per il Nichel e il Cromo, ma ha espresso posizioni chiare rispetto agli agenti cancerogeni, sostenendo che:

*[...] in base alle conoscenze attuali, non è possibile identificare livelli di esposizione al di sotto dei quali non vi sia rischio di effetto cancerogeno. Nondimeno, a livello probabilistico si può formulare l'ipotesi che quanto è più bassa è l'esposizione, tanto minore sarà il rischio di insorgenza di cancro.*

Le concentrazioni riscontrate sono state messe a confronto con i valori limite di soglia per esposizioni in ambiente di lavoro, proposti dalla ACGIH. In generale l'ACGIH sostiene che i suoi limiti non costituiscono una linea di demarcazione netta tra concentrazioni sicure e pericolose, né un indice relativo di tossicità, ma hanno valore di raccomandazione e possono essere utilizzati come linee guida nella pratica operativa dell'igiene industriale.

Nelle Tabelle 27 e 28 sono riportati i limiti di esposizione per il cromo e per il nichel adottati per la valutazione dei risultati dei monitoraggi nelle ditte galvaniche. Appare evidente la notevole differenza tra i TLV-TWA proposti dall'ACGIH e i REL-TWA adottati dal NIOSH.

In particolare per quanto riguarda l'esposizione a cromo dati di letteratura sostengono che:

- Il limite indicato dall'ACGIH non tutela i lavoratori dai possibili effetti tossicologici da esposizione a Cr[VI], in quanto è riportato in letteratura che lesioni nasali si osservano già a concentrazioni tra 2.7 e 7.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Concentrazioni pari a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  inducono il 50 % di probabilità di sviluppare perforazione nasale dopo 2,2 anni. Tale probabilità raggiunge il 100 % dopo 8,2 anni (Hsien et al. 1997). A tal proposito vi sono pareri concordi sulla necessità di revisione del limite dell'ACGIH. Studi epidemiologici mostrano un'associazione tra presenza di Cr[VI] e sviluppo di tumori dell'apparato respiratorio, verificatesi, per il 99 %, a concentrazioni inferiori al TLV - ACGIH di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Harris et Al. 1994).

- L'agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente (EPA), indica per l'acido cromico un valore di LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level), cioè il livello di esposizione più basso al quale si sono registrati effetti sulla salute dell'uomo, pari a 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mentre non indica un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

- Il limite proposto dal NIOSH per il cromo esavalente stabilisce un valore di 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed è in fase di discussione una sua ulteriore riduzione.

- Il nichel è classificato cancerogeno dal NIOSH che fissa il REL-TWA ad un valore pari a 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto sopra esposto si ritiene utile, in via cautelativa, considerare per i parametri cromo esavalente e nichel anche il REL-TWA proposto dal NIOSH.

Tabella 26

LIMITI DI ESPOSIZIONE E CLASSIFICAZIONI DI CANCEROGENICITA' PER IL <b>CROMO</b>			
<b>ENTE</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CLASSIFICAZIONE</b>	<b>NOTE</b>
SCOEL	—	1	
ACGIH	50 µg/m <sup>3</sup> TWA	A1	
NIOSH	1 µg/m <sup>3</sup>		
OSHA	PEL-TWA 5 µg/m <sup>3</sup> PEL-C 100 µg/m <sup>3</sup>		Composti del Cr (VI) solubili Acido cromico e cromati
IARC	—	GRUPPO 1	Cromo (VI) Chromium[VI] (Vol. 49; 1990):

Tabella 27

LIMITI DI ESPOSIZIONE E CLASSIFICAZIONI DI CANCEROGENICITA' PER IL <b>NICHEL</b>			
<b>ENTE</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CLASSIFICAZIONE</b>	<b>NOTE</b>
SCOEL	—		
ACGIH	100 µg/m <sup>3</sup> TWA	A4	
NIOSH	15 µg/m <sup>3</sup> TWA		
OSHA	100 µg/m <sup>3</sup> TWA		
IARC		GRUPPO 1	Composti del Nichel Nickel compounds (Vol. 49; 1990)

## 5.4 ANALISI DEI RISULTATI

Al termine dell'attività di monitoraggio, nelle venti ditte del campione rappresentativo, sono stati validati 105 campioni, di cui 52 di tipo personale e 53 di tipo ambientale.

Le concentrazioni degli inquinanti in aria sono espresse in *microgrammi per metro cubo* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), normalizzate nelle seguenti condizioni:  $T = 298 \text{ K}$   $P = 1013 \text{ mbar}$

L'impostazione dei monitoraggi e l'elaborazione dei risultati conseguiti è stata condotta secondo il percorso seguente schematizzato in Figura 9:

- suddivisione dei dati per tipo di agente: sono stati creati due insiemi di dati, quelli relativi al cromo e quelli relativi al nichel;
- per ogni insieme primario di dati sono stati considerati i seguenti sottoinsiemi:
  - dati di **esposizione ambientali**, corrispondenti ai risultati dei prelievi eseguiti in postazioni fisse
  - dati di **esposizione personali**, corrispondenti ai risultati dei prelievi posizionati direttamente sull'operatore sottoposto a monitoraggio

Il sottoinsieme dei dati ambientali è stato suddiviso in tre ulteriori gruppi, in relazione al tipo di impianto, ottenendo i seguenti sottoinsiemi:

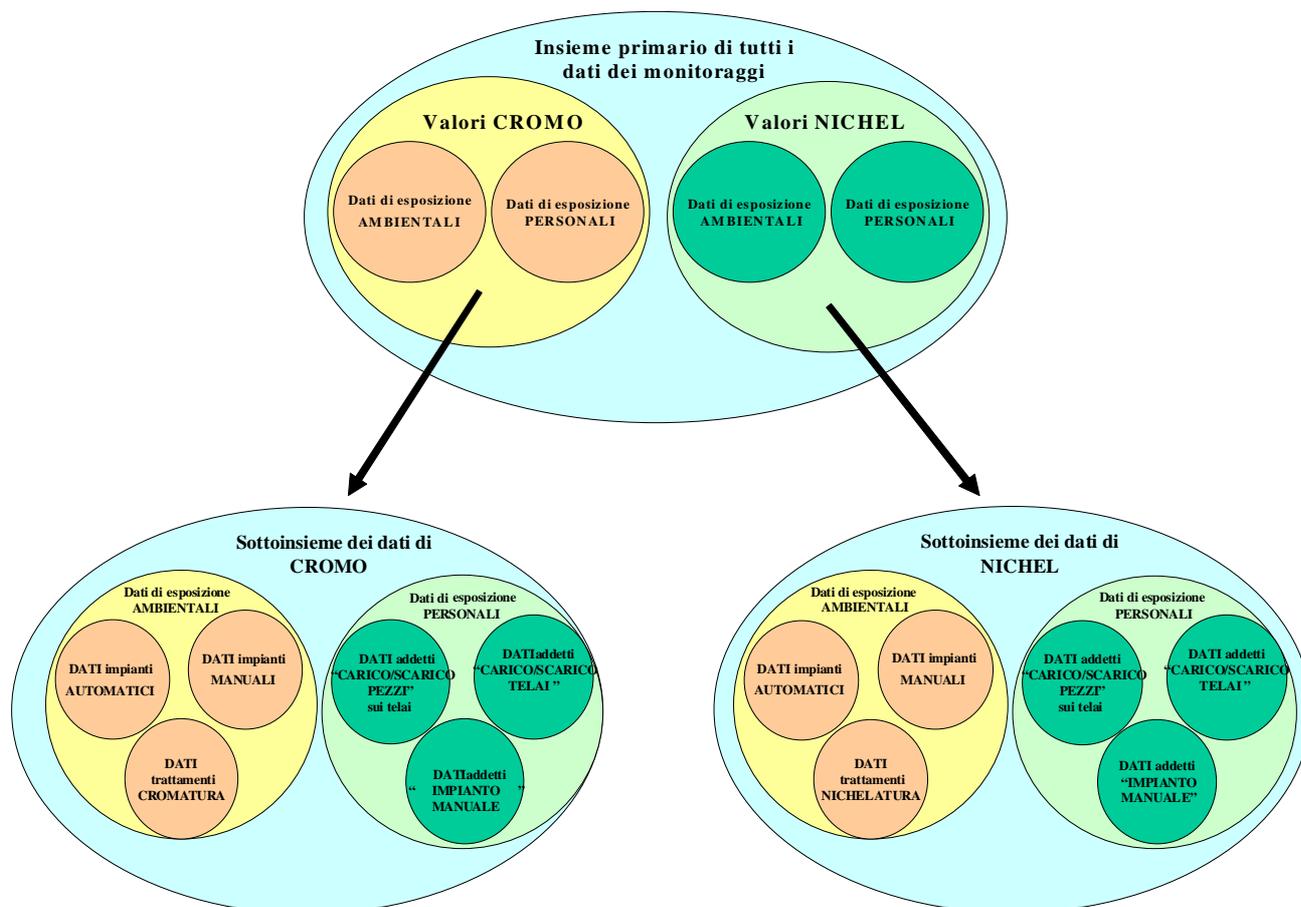
- **dati ambientali relativi a impianti automatici**
- **dati ambientali relativi a impianti manuali**
- **dati ambientali relativi al tipo di trattamento galvanico eseguito**

Il sottoinsieme dei campionamenti personali è stato suddiviso anch'esso in relazione alle mansioni svolte durante l'esecuzione del prelievo, che ha portato alla formazione dei seguenti tre sottoinsiemi:

- **dati personali relativi alla mansione di addetto "carico/scarico pezzi" sui telai**
- **dati personali relativi alla mansione di addetto "carico/scarico telai"**
- **dati personali relativi alla mansione di addetto "impianto manuale"**

Questa ulteriore suddivisione dei dati ci ha permesso di introdurre il concetto di "gruppo omogeneo" di esposti e di eseguire un'elaborazione statistica che descriveremo nel paragrafo seguente.

Figura 9



Individuato un gruppo omogeneo di lavoratori esposti ad un medesimo agente contaminante si considera valida l'ipotesi di una distribuzione dei risultati di tipo log-normale. E' quindi possibile determinare una Media Geometrica MG dei valori di esposizione, per la quale si indicano anche gli intervalli di confidenza IC al 90% tramite test T di Student, e la deviazione geometrica standard DGS.

Per ogni gruppo di dati è stata inoltre calcolata la media aritmetica MA e la deviazione standard aritmetica DSA.

La probabilità di superamento del valore limite viene verificata in funzione delle indicazioni della Norma UNI 689 del 1997 - Appendice D. Tale norma individua tre possibili situazioni espositive.

- Probabilità di superamento del TLV-TWA < 0,1% (situazione verde): l'esposizione è ben al di sotto del valore limite; non sono necessarie altre misurazioni, a meno che si verifichino modifiche significative delle condizioni di esercizio.
- Probabilità di superamento del TLV-TWA compresa tra lo 0,1% e il 5% (situazione arancio): l'esposizione sembra al di sotto del valore limite, ma va confermata con misurazioni periodiche.
- Probabilità di superamento del TLV-TWA > 5% (situazione rossa): la probabilità di superamento del valore limite è troppo elevata; si devono attuare provvedimenti adeguati al più presto

per ridurre l'esposizione. Appena completati questi interventi si dovrebbe eseguire una nuova valutazione dell'esposizione professionale.

Per ogni gruppo omogeneo di lavoratori esposti, il calcolo della probabilità di superamento del valore limite è stato eseguito in relazione sia al TLV-TWA fissato dall'ACGIH, sia al REL-TWA adottato dal NIOSH.

È evidente che il gruppo omogeneo così individuato non corrisponde pienamente a quello definito nella norma UNI EN 689, poiché si tratta di lavoratori che eseguono la stessa mansione ma non nella medesima azienda. Tale scelta si è resa necessaria per stimare l'esposizione dei lavoratori nel comparto in studio attraverso il confronto con i valori limite.

## 5.4.1 RISULTATI DEI MONITORAGGIO PER IL CROMO

### VALORI CAMPIONAMENTI AMBIENTALI

Nella tabella 28 sono riportati i risultati dei prelievi di tipo ambientale su postazione fissa per il cromo. Tali campionamenti, in genere, sono stati effettuati lungo le linee galvaniche, presso le vasche di trattamento e nelle postazioni occupate abitualmente dagli operatori. Sono stati effettuati anche campioni in postazioni “remote” cioè lontane dai reparti produttivi, ad esempio presso uffici, al fine di valutare la concentrazione “di fondo”.

Tabella 28: risultati dei campionamenti ambientali del cromo

CROMO AMBIENTALI	Ambientali totali	Ambientali impianti automatici	Ambientali impianti manuali
<b>Numero campioni</b>	<b>49</b>	<b>41</b>	<b>8</b>
lim inf MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,32	0,37	0,10
<b>MEDIA GEOMETRICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>0,44</b>	<b>0,53</b>	<b>0,16</b>
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,61	0,76	0,27
<b>DSG</b>	<b>3,85</b>	<b>3,91</b>	<b>2,07</b>
<b>MEDIA ARITMETICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>1,19</b>	<b>1,37</b>	<b>0,21</b>
<b>DS</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>1,98</b>	<b>2,11</b>	<b>0,18</b>
<b>Valore Minimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>&lt; 0,20</b>	<b>&lt; 0,20</b>	<b>&lt; 0,20</b>
<b>Valore Massimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>7,81</b>	<b>7,81</b>	<b>0,58</b>
<b>95° percentile</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>4,03</b>	<b>5,00</b>	<b>0,54</b>

In base alle elaborazioni ed al confronto con i limiti di soglia di riferimento emergono le seguenti osservazioni:

- le concentrazioni rilevate se confrontate con il TLV-TWA ACGIH 2007 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono notevolmente inferiori a tale soglia;
- se si considera, invece, il REL-TWA NIOSH ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), si riscontrano concentrazioni ambientali medie superiori a tale limite, dovute a 12 campioni con valori superiori al limite.
- le concentrazioni maggiori misurate, sia come valori medi (MG e MA), sia come valore massimo riscontrato, appartengono al gruppo degli **impianti automatici**. Si tenga presente che le dimensioni delle vasche delle linee automatiche e dei telai utilizzati per l’immersione dei particolari sono notevolmente maggiori di quelle impiegate nei sistemi manuali, così pure la quantità di pezzi lavorati. Infatti le vasche delle linee manuali hanno capacità variabile da un minimo di 200 litri a un massimo di 1400 litri; invece negli impianti automatici si possono avere anche volumi di 5000 o 6000 litri.
- nell’insieme dei dati “ambientali totali” sono compresi anche i due campioni realizzati presso gli impianti di cromatura a spessore, riportati in tabella n. 29), le cui concentrazioni sono risultate prossime al valore massimo misurato;

- il valore massimo misurato, nell'insieme dei campionamenti, è relativo ad un impianto galvanico automatico che esegue la metallizzazione di articoli in plastica con trattamenti di cromatura lucida decorativa e di mordenzatura.

Tabella 29: campioni ambientali presso cromatura a spessore

Tipologia impianto galvanico	Postazione prelievo	Cr ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Impianto non confinato - Linea automatica ad U - doppio telaio	Vasca cromatura a spessore	7,1
Impianto non confinato - Linea automatica ad U - doppio telaio	Vasca cromatura a spessore	7,5

Il processo di cromatura a spessore è un trattamento ormai sempre meno utilizzato, infatti, nell'ambito del comparto corrisponde al 2% dei processi galvanici riscontrati. Per tale motivo i campionamenti eseguiti presso tali impianti sono stati numericamente limitati, ma i valori misurati mostrano concentrazioni significative di cromo e per tale ragione andrebbero ulteriormente approfonditi; è raccomandabile per tali processi (laddove non sostituibili) la segregazione o, almeno, il confinamento delle linee.

I valori presentati nella tabella 30) sono quelli eseguiti presso le vasche che eseguono cromatura lucida decorativa. Anche in questo caso gli impianti automatici sono quelli associati a valori maggiori di cromo aerodisperso, con valori medi superiori di circa dieci volte, rispetto a quelli manuali, e di circa venti volte se si confrontano i valori massimi misurati.

Tabella 30: risultati dei campionamenti effettuati a bordo vasca relativi alla cromatura in relazione al tipo di impianto.

CROMO AMBIENTALI	CROMATURA LUCIDA DECORATIVA (impianti automatici e manuali)	CROMATURA LUCIDA DECORATIVA (impianti automatici)	CROMATURA LUCIDA DECORATIVA (impianti manuali)	MORDENZATURA (*) campionamenti di approfondimento eseguiti nel 2006
Numero campioni	24	20	4	4
limite inferiore MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,45	0,58	0,08	1,38
MEDIA GEOMETRICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,76	1,03	0,17	2,27
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,30	1,82	0,38	3,73
DSG	4,57	4,36	1,96	1,53
MEDIA ARITMETICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,02	2,38	0,21	2,43
DS	2,57	2,68	0,14	1,12
Min ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,10	0,10	0,10	1,58
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	7,81	7,81	0,39	4,04
95° percentile	9,31	11,59	0,52	4,54

TLV-TWA ACGIH 2007: 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

REL-TWA NIOSH: 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(\*) I valori di mordenzatura qui presentati sono relativi a campionamenti eseguiti durante gli interventi di approfondimento; abbiamo ritenuto significativo metterli in relazione agli altri trattamenti, pur non facendo parte dell'insieme principale dei dati di Cromo ambientali.

La mordenzatura, pur non essendo propriamente un trattamento di elettrodeposizione, ha presentato valori ambientali di cromo con concentrazioni maggiori rispetto alla cromatura lucida e superiori al REL-TWA NIOSH. Tale processo merita attenzione in quanto è utilizzato nella metallizzazione delle plastiche, settore probabilmente in crescita, le temperature di processo sono comprese tra i 55 e 65°C, fattore che influenza la dispersione degli inquinanti negli ambienti di lavoro e che condiziona l'efficienza dei sistemi di captazione adottati.

## VALORI CAMPIONAMENTI PERSONALI

Nella tabella 31 sono riportati i risultati dei prelievi di tipo personale per i gruppi omogenei individuati.

Tabella 31

CROMO PERSONALI		Campioni personali Totali	Addetti impianto MANUALE	Addetti carico/scarico PEZZI (impianti automatici)	Addetti carico/scarico TELAI (impianti automatici)
Numero campioni		42	8	24	10
limite inferiore MG	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,31	0,14	0,36	0,17
MEDIA GEOMETRICA	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,40	0,26	0,51	0,31
lim sup MG	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,52	0,47	0,73	0,55
DSG		2,71	2,43	2,70	2,71
MEDIA ARITMETICA	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,65	0,36	0,82	0,50
DS		0,75	0,28	0,88	0,62
Valore Minimo	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,10	0,10	0,10	0,10
Valore Massimo	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,32	0,83	3,32	2,13
95° percentile	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,06	1,12	2,63	1,58

Dall'analisi dei dati emerge che:

- tutti i valori di Cromo personali sono ampiamente al di sotto del valore limite del TLV-TWA dell'ACGIH;
- anche in questo caso come per i campionamenti ambientali se si considera, invece, il REL-TWA NIOSH, alcuni campioni superano tale valore limite come si evince dalla tabella 33,
- la mansione dell'**addetto al carico/scarico pezzi** presso gli impianti automatici risulta essere quella più esposta;
- la provenienza del **valore personale massimo** è relativa ad un addetto carico/scarico pezzi presso una ditta che esegue metallizzazione plastiche, presso la quale è stato misurato anche il valore ambientale di cromo più alto (cfr. pag. 119). I trattamenti previsti per tale tipologia galvanica prevedono la presenza di due bagni differenti contenenti cromo: la mordenzatura, ad inizio processo e la cromatura lucida decorativa come ultima ricopertura superficiale.

Nella tabella 32) sono riportati nel dettaglio gli otto campionamenti personali che sono risultati superiori al limite NIOSH per i quali sono stati indicate le caratteristiche degli impianti e delle postazioni dove sono stati eseguiti i campionamenti.

Si possono così avanzare le seguenti considerazioni:

- i valori maggiori misurati sono tutti relativi agli addetti agli impianti automatici
- il valore misurato all'addetto telai di una galvanica che effettua cromatura a spessore ha riportato una concentrazione di cromo che corrisponde al valore massimo riscontrato per il gruppo omogeneo "addetti telai";

Tabella 32: campioni personali con valori superiori al limite REL-TWA NIOSH ( $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

TIPO LINEA	Caratteristiche linea galvanica	Tipo aspirazioni localizzate (sulle vasche)	Caratteristica postazione addetto (aspirazioni / vicino alla linea / in postazione separata dalla linea)	vasche chiuse o aperte ? (A/C)	Movimentazione vasche	T bagno (°C)	Postazione prelievo	Lavorazione eseguita	Volume vasche cromatura (m <sup>3</sup> )	Cr ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
A	automatica a U doppio telaio	aspirazioni parallele alla linea	postazione non aspirata ma remota rispetto alla linea	A	movimentazione catodica	40	Addetto Scarico PEZZI	Trattamenti galvanici Ni/Cr	6	1,04
A	automatica ad U doppio telaio	aspirazioni laterali parallele alla linea con collettore dall'alto	postazione vicino alla linea galvanica non aspirata	A	aria insufflata	40	Addetto scarico PEZZI	Trattamenti galvanici Ni/Cr	3	2,60
A	automatica ad U doppio telaio		postazione vicino alla linea galvanica non aspirata	A	aria insufflata		Addetto carico PEZZI			1,09
A	automatica ad U doppio telaio		postazione vicino alla linea galvanica non aspirata	A	aria insufflata		Addetto carico PEZZI			1,28
A	automatica ad U doppio telaio		si occupa della conduzione dell'impianto e del controllo dei bagni - staziona presso le vasche	A	aria insufflata		Addetto conduzione LINEA			1,57
A	automatico ad U a telai		monolaterali parallele alla linea	presso la linea - postazione non aspirata	C		meccanica			58
A	automatico a telai	bilaterali perpendicolari alla linea	presso la linea - postazione non aspirata	A	aria insufflata	65	Addetto carico/scarico TELAI	Metallizzazione plastiche	5*; 2,4**	2,78
A	automatico a telai	bilaterali perpendicolari alla linea	presso la linea - postazione non aspirata	A	aria insufflata	40	Addetto carico/scarico PEZZI	Metallizzazione plastiche		3,32

A= impianto automatico

\*volume riferito alla vasca di mordenzatura

\*\* volume riferito alla vasca di cromatura decorativa

Nel grafico 7 i dati di Cromo sia ambientali sia personali, sono stati suddivisi in classi di concentrazione, al fine di rappresentare la distribuzione delle concentrazioni misurate. Dall'istogramma appare evidente come la maggior parte dei campioni siano compresi nell'intervallo tra 0.20 e 0.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

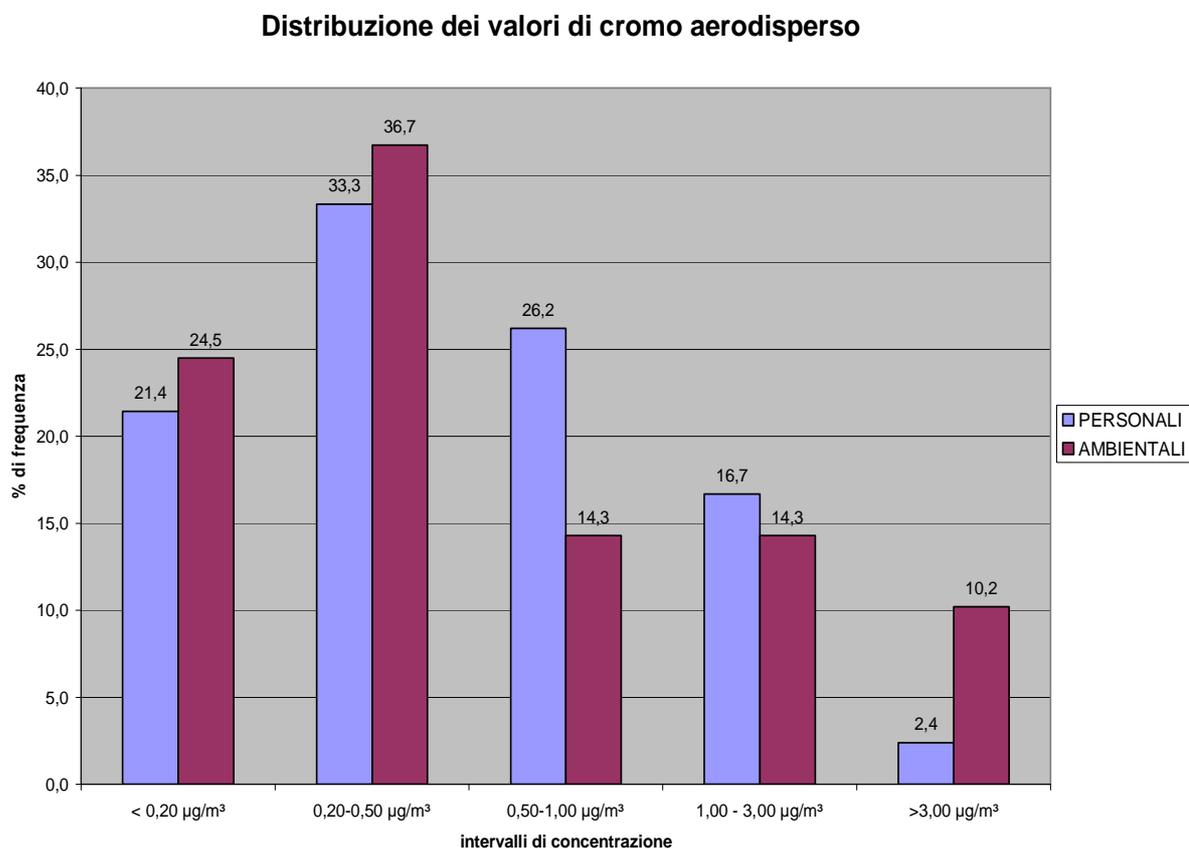
Circa il 20% dei campioni personali supera il limite REL-TWA NIOSH.

Nella tabella 33 sono specificati i dettagli dei prelievi che ricadono in questa classe di concentrazione.

Tabella 33.

VALORI CROMO	PERSONALI		AMBIENTALI	
	N° campioni	% di frequenza	N° campioni	% di frequenza
< 0,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	21,4	12	24,5
0,20-0,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	33,3	18	36,7
0,50-1,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	26,2	7	14,3
1,00 - 3,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	16,7	7	14,3
>3,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	2,4	5	10,2

Grafico 7



## 5.4.2 RISULTATI DEI MONITORAGGI PER IL NICHEL

### VALORI CAMPIONAMENTI AMBIENTALI

Sono stati effettuati 52 campionamenti ambientali per la ricerca del nichel eseguiti in differenti zone dei reparti e non solo in prossimità dei bagni di nichelatura. Nella tabella 34 sono riportati i risultati di tali prelievi in postazioni fisse.

Tabella 34: risultati dei campionamenti ambientali del nichel

NICHEL AMBIENTALI	Ambientali totali	Ambientali (impianti automatici)	Ambientali (impianti manuali)
<b>Numero campioni</b>	<b>52</b>	<b>42</b>	<b>10</b>
<b>lim inf MG</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,80	0,80	0,44
<b>MEDIA GEOMETRICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>1,10</b>	<b>1,15</b>	<b>0,93</b>
<b>lim sup MG</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,51	1,64	1,97
<b>DSG</b>	3,89	4,00	3,66
<b>MEDIA ARITMETICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>3,92</b>	<b>4,40</b>	<b>1,91</b>
<b>DS</b>	12,02	13,31	2,24
<b>Valore Minimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>&lt; 0,30</b>	<b>&lt; 0,30</b>	<b>&lt; 0,30</b>
<b>Valore Massimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>83,04</b>	<b>83,04</b>	<b>6,05</b>
<b>95° percentile</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10,30	11,20	7,86

**TLV-TWA ACGIH 2007: 100 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

**REL-TWA NIOSH: 15 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

In base alle elaborazioni ed al confronto con i limiti di soglia di riferimento emergono le seguenti osservazioni:

- tutti i campioni hanno evidenziato concentrazioni inferiori al TLV-TWA ACGIH ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- tuttavia il valore massimo misurato è prossimo a tale limite mentre tre campioni sono risultati superiori al REL-TWA NIOSH, come dettagliato nella tabella 35;
- i valori maggiori sono relativi agli **impianti automatici**, infatti sia le medie (MG e MA), sia il valore massimo riscontrato appartengono a tale categoria. Anche in questo caso valgono le considerazioni espresse per il cromo relative alle dimensioni delle vasche.

Tabella 35: campioni personali con valori superiori al limite REL-TWA NIOSH

Tipologia impianto galvanico	Postazione del prelievo	Ni (µg/m³)
Impianto non confinato – Linea automatica a telaio	Vasca di Nichelatura lucida	<b>24.9</b>
Impianto non confinato – Linea automatica a telaio	Vasca di Nichelatura opaca	<b>83.0</b>
Impianto confinato – Linea automatica a U doppio telaio	Vasca di Nichelatura lucida	<b>18.5</b>

I valori presentati nella tabella 36 sono relativi ai campioni eseguiti esclusivamente presso i bagni di nichelatura. Alla destra della tabella sono presentati alcuni campioni estrapolati dal gruppo degli impianti automatici suddivisi per tipo di nichelatura. Il valore massimo misurato corrisponde ad un prelievo di nichelatura opaca; i campioni che appartengono a tale insieme sono pochi e quindi l'elaborazione dei risultati che si ottiene presenta, in questo caso, delle limitazioni intrinseche (DSG 11.95); nel capitolo dedicato all'approfondimento si possono trovare ulteriori elementi di valutazione. Si precisa che la nichelatura lucida decorativa è il processo più utilizzato in tutto il comparto galvanico

Tabella 36: Confronto valori di esposizione a Nichel in relazione al tipo impianto e al tipo di nichelatura – campioni ambientali

NICHEL TRATTAMENTI	Nichelature			Nichelatura lucida decorativa (impianti automatici)	Nichelatura satinata (impianti automatici)	Nichelatura opaca (impianti automatici)
	(impianti automatici e manuali)	(impianti automatici)	(impianti manuali)			
Numero campioni	28	22	6	13	6	5
lim inf MG (µg/m³)	0,87	0,84	0,43	0,68	3,07	0,47
MEDIA GEOMETRICA (µg/m³)	1,38	1,46	1,13	1,41	5,02	5,02
lim sup MG (µg/m³)	2,20	2,56	2,93	2,93	8,21	53,45
DSG	4,21	4,59	3,19	4,41	1,82	11,95
MEDIA ARITMETICA (µg/m³)	5,82	6,88	1,95	4,41	5,72	23,76
DS	16,14	18,12	2,07	7,88	2,83	34,40
Valore Minimo (µg/m³)	< 0,30	< 0,30	0,39	< 0,30	2,08	0,35
Valore Massimo (µg/m³)	83	83	5	25	10	83
95° percentile (µg/m³)	14,72	17,93	7,61	16,16	13,42	297,24

TLV-TWA ACGIH 2007: 100 (µg/m³)

REL-TWA NIOSH: 15 (µg/m³)

## VALORI CAMPIONAMENTI PERSONALI

Nella tabella che segue sono riportati i risultati dei prelievi di tipo personale per i gruppi omogenei individuati.

Tabella 37: valori di esposizione a Nichel con limiti di riferimento ACGIH e NIOSH

NICHEL PERSONALI	Personalì totali	Addetti impianto MANUALE	Addetti carico/scarico PEZZI (impianti automatici)	Addetti carico/scarico TELAI (impianti automatici)
Numero campioni	46	11	24	11
lim inf MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,72	1,03	1,75	0,83
MEDIA GEOMETRICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,25	1,92	2,51	1,79
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,94	3,60	3,60	3,86
DSG	2,94	3,15	2,80	4,09
MEDIA ARITMETICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,50	2,94	3,72	3,54
DS	3,24	2,25	3,17	4,35
Valore Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Valore Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15,40	7,40	13,05	15,40
95° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13,27	12,68	13,68	18,12

TLV-TWA ACGIH 2007: 100 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) REL-TWA NIOSH: 15 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Dall'analisi dei risultati relativi ai tre gruppi omogenei risulta che:

- il gruppo omogeneo degli **addetti carico/scarico pezzi** presenta i valori medi maggiori, sia come MG, sia come MA
- il valore massimo misurato (15.40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è relativo ad un addetto carico/scarico telai; tale valore è stato misurato presso una ditta che esegue esclusivamente trattamenti di nichelatura
- nella tabella 38) sono evidenziate due postazioni di prelievo relative alla mansione di "addetto linea" eseguite presso due impianti automatici, uno segregato ed uno non segregato. Si noti come nonostante la volumetria delle vasche la segregazione risulti molto efficace per contenere le esposizioni ad agenti chimici.
- il limite TWA ACGIH non viene mai superato, mentre se si considera il REL-TWA NIOSH si è osservato un caso di superamento.

Tabella 38: valori di Nichel di campioni personali eseguiti su addetti alla conduzione della linea.

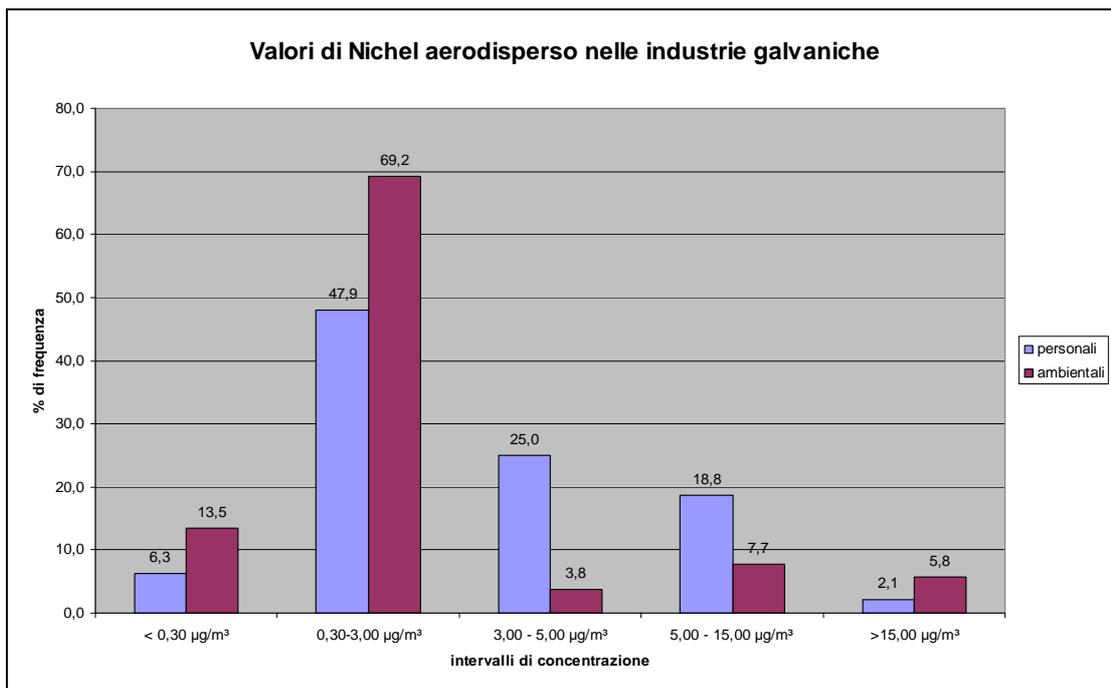
Caratteristiche linea galvanica	Tipo aspirazioni localizzate (sulle vasche)	Caratteristiche postazione addetto (aspirata, vicino alla linea, in area separata dalla linea)	Tipologia vasche	Volume vasche nichelatura ( $\text{m}^3$ )	Movimentazione vasche	T bagno ( $^{\circ}\text{C}$ )	Postazione prelievo	Lavorazione eseguita	Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Impianto galvanico automatico <b>segregato</b> , Linea a U automatica a telai	Aspirazioni parallele alla linea monolaterali	Postazione esterna alla linea con interventi saltuari presso le vasche	Aperte	17,5	Movimentazione catodica	55	Viceresponsabile LINEA galvanica	Controllo e conduzione impianto galvanico Ni/Cr	0,96
Impianto galvanico automatico <b>non segregato</b> , linea a U doppio telaio	Aspirazioni laterali parallele alla linea con collettore dall'alto	Postazione non aspirata vicino alla linea galvanica	Aperte	7	Aria insufflata	50-55	Addetto conduzione LINEA	Controllo e conduzione impianto galvanico Ni/Cr	6,79

La distribuzione delle concentrazioni riscontrate per il parametro del nichel evidenzia valori maggiori rispetto a quelli del cromo (cfr grafici 7 e 8). In particolare le concentrazioni medie riscontrate per le differenti

mansioni mostrano concentrazioni superiori di circa cinque volte quelle del cromo. Un analogo confronto si ha per i valori medi dei campioni ambientali.

Nel grafico 8 sono riportati i dati di Nichel suddivisi per classi di concentrazione. La maggiore frequenza dei dati di nichel (personali ed ambientali) è compresa nell'intervallo tra 0.30 e 3.00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il 6% circa dei dati ambientali supera il limite REL-TWA NIOSH.

Grafico 8



## **5.5 MONITORAGGIO BIOLOGICO**

Vengono presentati ed analizzati in questa sezione:

1. i risultati degli indicatori biologici indagati nell'ambito della indagine di comparto
2. i risultati del monitoraggio biologico eseguito nell'ambito della sorveglianza sanitaria, nel periodo ottobre'99- dicembre 2004.

I due set di dati sono stati infine confrontati tra di loro.

### **5.5.1 INDICATORI BIOLOGICI MISURATI NELL'AMBITO DELL'INDAGINE DI COMPARTO**

Ai lavoratori di 19 aziende del comparto, facenti parte del campione rappresentativo selezionato con i criteri e per le motivazioni descritte nel capitolo 5.1, è stato richiesto di fornire campioni urinari per la determinazione di cromo e di nichel.

In particolare, il cromo è stato dosato in campioni raccolti all'inizio ed alla fine del turno di lavoro, il nichel alla fine del turno di uno degli ultimi due giorni della settimana lavorativa.

Sui singoli campioni è stata determinata la creatininuria.

Per ogni ditta la raccolta dei campioni urinari è stata effettuata nella medesima giornata del monitoraggio ambientale. Le infermiere e le assistenti sanitarie dei Servizi avevano provveduto, precedentemente, ad informare i lavoratori sul significato del monitoraggio biologico e sulla modalità corretta di raccolta delle urine, allo scopo di evitare la contaminazione dei campioni stessi con cromo o nichel presenti sulle mani, sugli indumenti da lavoro, sulle superfici degli ambienti ove la raccolta è stata effettuata.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite presso la sezione di Tossicologia del Laboratorio di Ricerche Cliniche dell' Azienda Ospedaliera di Novara, utilizzando le metodiche standard per i singoli analiti.

I valori riscontrati sono stati confrontati con gli indicatori biologici di esposizione e coi valori di riferimento per la popolazione generale.

### **CROMURIE**

I valori di escrezione urinaria di cromo, quando vengono determinati su campioni di urina estemporanei, vengono tradizionalmente corretti per la creatininuria. Si è ritenuto che tale correzione contribuisca a minimizzare gli effetti distorsivi della variabilità delle concentrazioni urinarie sulla misura estemporanea del metallo eliminato. L'utilità e la stessa correttezza di tale accorgimento sono state peraltro oggetto di discussione sin dagli anni'90. Nelle edizioni più recenti dell'elenco dei Valori Biologici di esposizione esso è stato abbandonato in favore del dato grezzo. Nella discussione dei dati derivanti dall'indagine di comparto vengono pertanto preferenzialmente utilizzati i dati grezzi. Tuttavia i dati storici derivanti dalla sorveglianza sanitaria sono prevalentemente riportati in cartella dopo correzione per la creatinina. Si è ritenuto quindi ragionevole utilizzare tali dati per non ridurre in maniera drastica la numerosità dei dosaggi urinari presi in considerazione. Conseguentemente a tale scelta, per confrontare tali dati, con quelli ottenuti nella presente indagine di comparto, questi ultimi sono stati, a loro volta utilizzati previa correzione.

Nei grafici e nelle tabelle che seguono vengono utilizzate, per motivi di editing, le sigle elencate nella seguente tabella:

<b>Cr, Ni</b>	Cromo, Nichel
<b>U</b>	Urinario
<b>IT</b>	Inizio Turno
<b>FT</b>	Fine Turno
<b>G</b>	Valore Grezzo
<b>C</b>	Valore corretto per la Creatinina urinaria
<b>Delta</b>	Differenza tra fine ed inizio del turno di lavoro
<b>SS</b>	Dato derivante dalla Sorveglianza Sanitaria

Nella tabella 39a e nel grafico 9a sono presentati in modo sintetico i risultati dell'indagine sulle cromurie che vengono espresse in  $\mu\text{g/L}$

Nella tabella 39b e nel grafico 9b gli stessi dati vengono presentati previa correzione per creatinina urinaria ed espressi in  $\text{mcg/g}$

*Tabella 39a - Cromurie di IT e FT (dati grezzi)*

	Cr IT	Cr FT	Delta Cr
N.	158	156	157
Media	1.41	1.51	0,08
mediana	0,72	0,82	0,01
min	0,01	0,01	-7.54
max	18.28	20.42	9.03
DS	2.27	2.48	1.44

*Tabella 39b - Cromurie di IT e FT (dati corretti per la creatininuria)*

	Cr IT	Cr FT	Delta Cr
N.	159	156	156
Media	0,99	1,20	0,20
mediana	0,67	0,79	0,02
min	0,01	0,03	-2,1
max	12,79	12,79	6,87
DS	1,32	1,48	0,94

Grafico 9a - Distribuzione di frequenza delle Cromurie di IT e FT

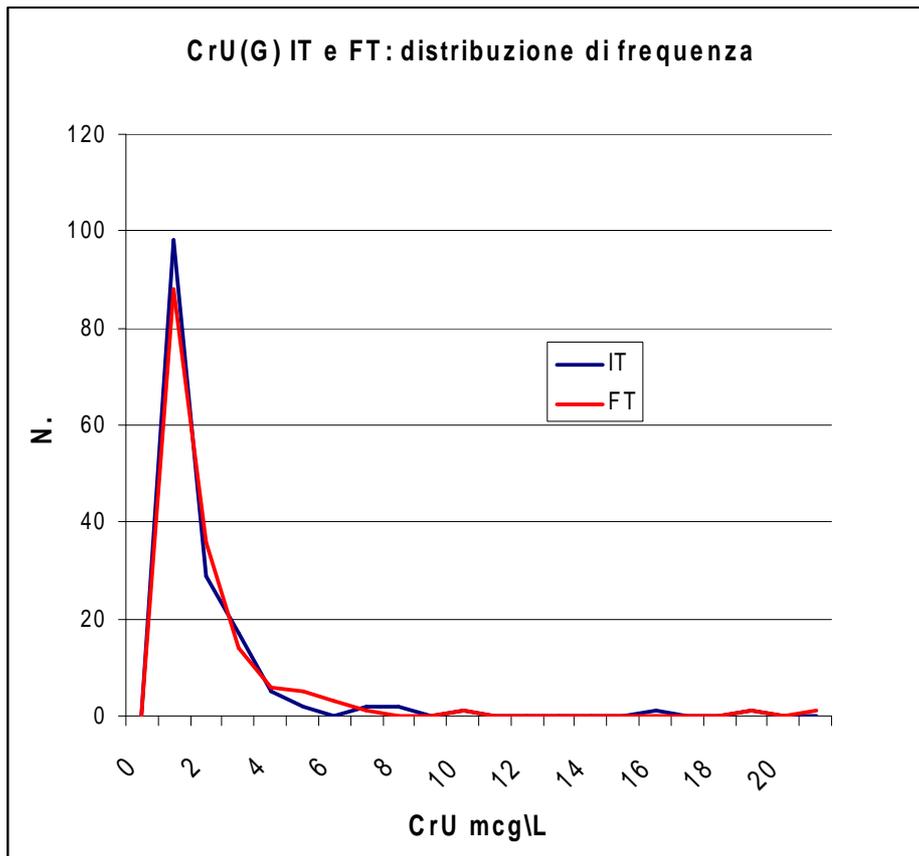
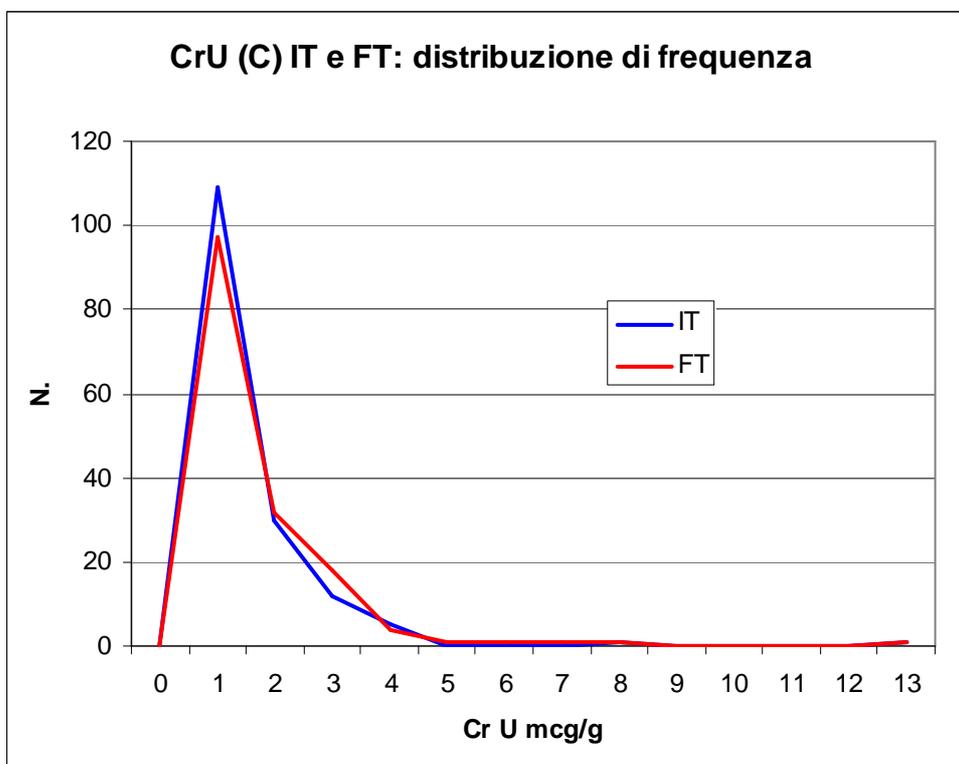


Grafico 9b - Distribuzione di frequenza delle Cromurie di IT e FT



L'esame delle tabelle evidenzia come le mediane dei dati grezzi e corretti, sia di inizio che di fine turno, siano molto simili. Appare inoltre evidente che la correzione riduce la coda destra della distribuzione riducendo il valore massimo rilevato e quindi la dispersione dei dati.

Il confronto tra valori di inizio e fine turno (test t previa trasformazione logaritmica) non evidenzia differenze statisticamente significative per i valori grezzi ( $p=0.22$ ), a differenza di quanto avviene per valori corretti ( $p=0.03$ ). Tale differente comportamento potrebbe essere collegato alla diversa dispersione dei dati stessi.

Il confronto tra i dati grezzi e corretti, effettuato applicando il test t previa trasformazione logaritmica dei dati, evidenzia differenze significative all'inizio del turno ( $P=0.0002$ ) ma non alla fine ( $p=0.068$ ).

I dati di escrezione urinaria vanno confrontati con i valori dei BEI proposti dall'ACGIH (25 mcg/l a fine turno e 10 mcg/l come differenza tra cromurie di fine e di inizio turno).

Nel complesso i dati sembrano concordare con quelli derivanti dai campionamenti personali che hanno misurato, negli ambienti di lavoro, concentrazioni di cromo largamente inferiori ai TLV-TWA proposti dall'ACGIH.

La tabella 40 suddivide in classi i valori di cromuria di fine turno. I risultati ottenuti vengono analizzati in relazione ai livelli tipici della popolazione non professionalmente esposta (0.32 mcg/l) e a quelli individuati come BEI (25 mcg/l). E' stata inoltre inserita una classe intermedia (il cui limite superiore è stato arbitrariamente fissato a 15mcg/l) per meglio evidenziare la distribuzione dei dati.

Per quanto riguarda la popolazione non professionalmente esposta si è preso a riferimento il valore proposto dalla Società Italiana Valori di Riferimento (Apostoli e coll.). Il BEI utilizzato è invece quello proposto da ACGIH più sopra ricordato

Tabella 40 - Distribuzione delle cromurie grezze fine turno(FT) disponibili

Cr U FT G		
$\mu\text{g/l}$	N.	%
<0,32	31	19.9
>0,32<=15	123	78,8
>15 <24	2	1.28
>24	0	0.0
<b>TOTALE</b>	<b>162</b>	<b>100.0</b>

Nessun campione né prima né dopo il turno supera il BEI dell'ACGIH.

A inizio turno il 26% dei campioni urinari presenta livelli di cromo inferiori a quelli attesi nella popolazione non professionalmente esposta e alla fine del turno tale percentuale si mantiene al 19.9%. In ordine alla valutazione dell'esposizione professionale, l'attenzione viene richiamata dai valori di fine turno. Incuriosisce tuttavia il fatto che il 74% dei soggetti elimina, all'inizio del turno di lavoro, quantità di Cr superiori a quelli della popolazione generale. Il fatto potrebbe essere collegato con la quota di metallo che viene eliminata lentamente a seguito di esposizione professionale. Non può tuttavia essere escluso, dato il livello non particolarmente elevato dell'esposizione professionale, anche un contributo di esposizioni extraprofessionali.

E' stato analizzato il rapporto tra esposizione professionale a Cromo, documentata dai campionamenti personali, ed eliminazione urinaria del metallo a fine turno di lavoro. E' stato possibile condurre l'analisi su 15 soggetti.

La correlazione tra risultati dei campionamenti personali ed eliminazione di cromo misurata sulle urine emesse a fine del turno lavorativo è risultata pari a 0.82 e statisticamente significativa.

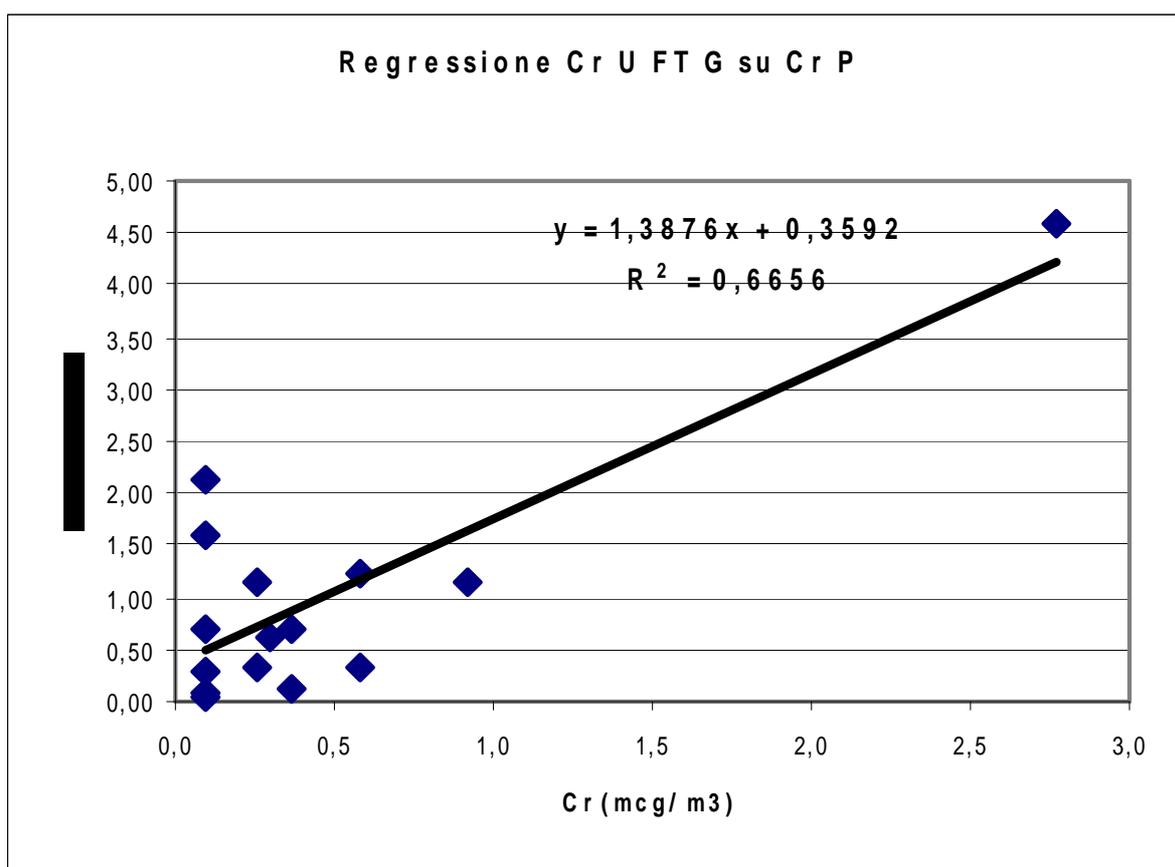
L'analisi della regressione sugli stessi dati evidenzia valori di  $R^2 = 0.67$  (grafico 10).

In altre parole, noto uno dei due valori non è possibile individuare l'altro con elevata precisione.

Il fatto può essere messo in relazione con la scarsa numerosità della serie di dati, ma soprattutto con i bassi valori di cromo riscontrati sia nei campioni ambientali che in quelli urinari. In tali condizioni i pesi dell'errore analitico casuale e della variabilità biologica diventano proporzionalmente maggiori e mascherano i rapporti tra le due variabili misurate.

Va collateralmente rilevato che la correzione per la creatinina non modifica il quadro in maniera significativa ( $R^2 = 0.57$  su 17 coppie di valori, coefficiente di correlazione = 0.80).

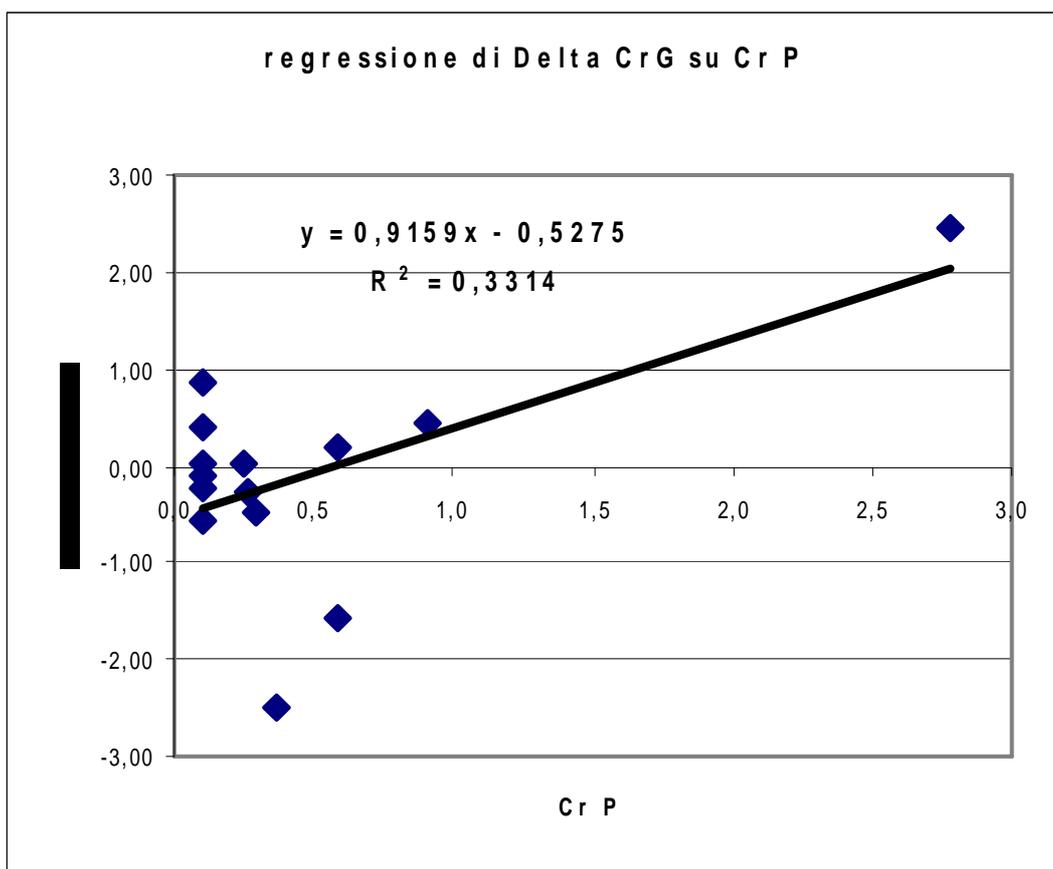
*Grafico 10 - Regressione delle cromurie grezze di fine turno sulle concentrazioni di cromo rilevate nei campionamenti personali*



Le differenze tra cromurie di fine turno e di inizio turno (utilizzando sempre i valori grezzi) mostrano un coefficiente di correlazione con i valori dei campionamenti personali pari a 0.58 .

Non sorprendentemente anche i valori di  $R^2$  sono più bassi, pari a 0.33.

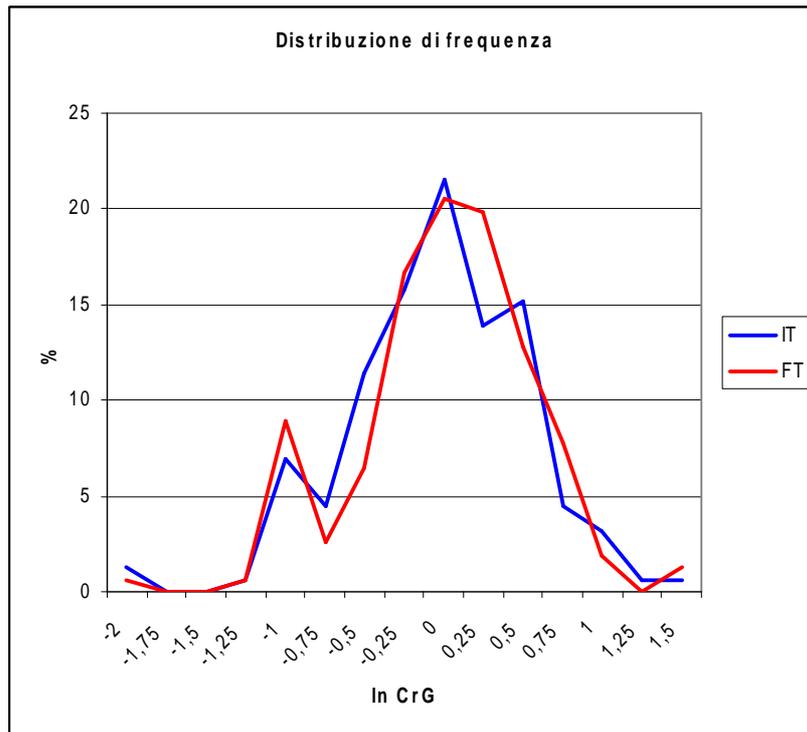
Grafico 11 - Regressione delle differenze tra cromurie di inizio e fine turno grezze sulle concentrazioni di cromo rilevate nei campionamenti personali



La trasformazione logaritmica è stata utilizzata per normalizzare le distribuzioni di frequenza delle cromurie, rendendo così più agevole il confronto visivo tra le varie curve.

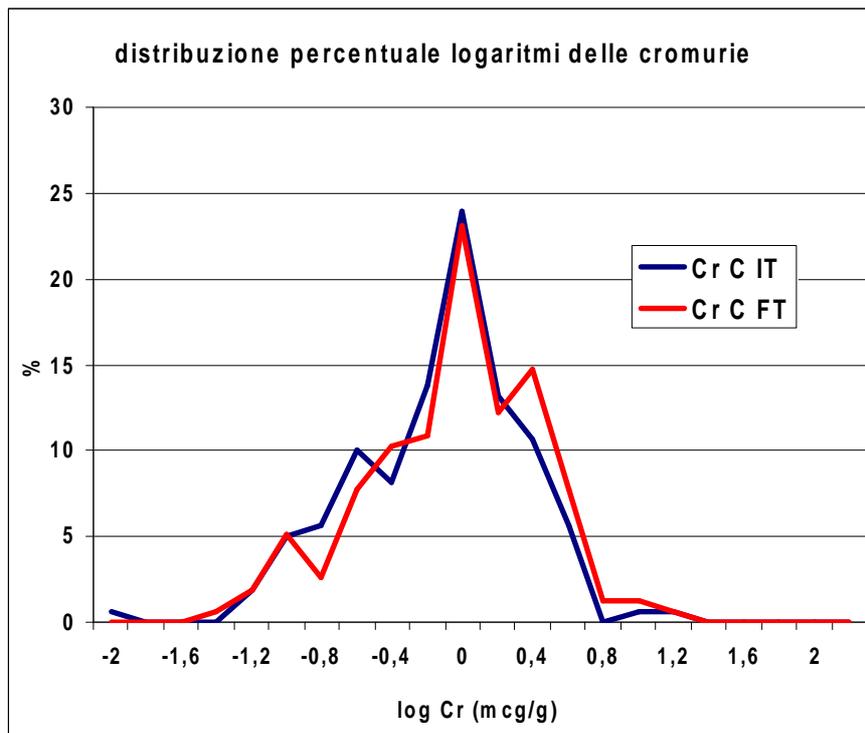
Osservando la distribuzione percentuale di frequenza dei logaritmi naturali delle cromurie grezze non emergono particolarità degne di nota. Va ricordato a tale proposito come il confronto statistico non abbia evidenziato differenze significative.

Grafico 12 - Confronto tra le distribuzioni percentuali dei logaritmi delle cromurie di inizio e fine turno grezze



Lo stesso confronto eseguito sui logaritmi dei dati corretti per la creatinina suggerisce una diversa lettura.

Grafico 13 - Confronto tra le distribuzioni percentuali dei logaritmi delle cromurie di inizio e fine turno corrette per la creatininuria.



E' rilevante segnalare come le due distribuzioni abbiano simile dispersione e mode sovrapponibili. Nella curva di distribuzione dei valori di fine turno è tuttavia presente una seconda moda. Un'interpretazione intuitiva del fenomeno porta ad ipotizzare che la popolazione testata alla fine del turno sia scomponibile in due sottopopolazioni: la prima con assorbimento di cromo trascurabile e quindi con valori di fine turno simili a quelli di inizio turno, una invece con assorbimento significativo e quindi con valori di fine turno più elevati di quelli di inizio turno. Il problema sarà approfondito più avanti.

Va ricordato, a tale proposito che il confronto statistico evidenzia che le cromurie di inizio e di fine turno, corrette per la creatinina, differiscono in maniera statisticamente altamente significativa ( $P=0.0026$ ).

I dati sono stati analizzati anche suddividendo i lavoratori in sottogruppi secondo quanto stabilito nel progetto di indagine.

La tabella 41 riporta la numerosità dei quattro sottogruppi ed i valori medi delle cromurie di inizio e fine turno corrette per la creatinina.

*Tabella 41 - Suddivisione della popolazione studiata in funzione della mansione*

Addetti	N.	Media		Mediana		Delta media
		Cr IT	Cr FT	Cr IT	Cr FT	FT-IT
linea automatica	23	1,42	1,33	0,52	0,65	-0,09
ciclo manuale	10	0,24	0,23	0,24	0,19	-0,01
carico/scarico pezzi	93	0,94	1,29	0,73	0,87	0,35
carico/scarico telai	30	1,06	1,17	0,73	0,81	0,11

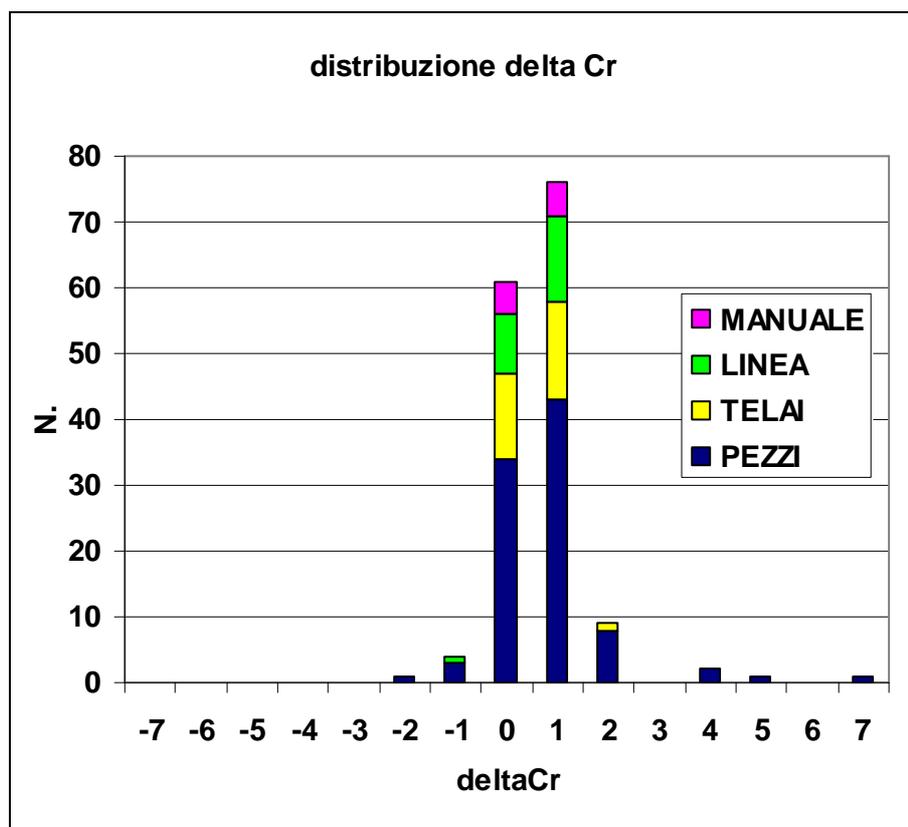
Il grafico 14 riporta la distribuzione delle differenze tra cromuria di inizio e fine turno per i quattro sottogruppi. L'insieme dei dati riportati evidenzia come vi sia una disomogeneità tra i quattro sottogruppi.

In particolare gli addetti al ciclo manuale hanno i valori più bassi di cromuria inizio e fine turno e le differenze tra valori di inizio e fine turno si situano tutte nelle immediate vicinanze dello zero (grafico). La media delle differenze stesse è prossima allo zero (-0.01).

Gli addetti alla linea automatica hanno valori più elevati di cromuria inizio turno ma anche per loro la differenza tra inizio e fine turno si situa intorno allo zero (-0.09).

Il grafico e la tabella evidenziano infine come gli addetti al carico pezzi abbiano le differenze tra inizio e fine turno più elevate.

Grafico 14 – Distribuzione della differenza tra cromuria inizio turno e cromuria fine turno nelle quattro mansioni identificate nella tabella 41.



L'analisi della varianza conferma che le differenze tra i gruppi sono statisticamente significative, sia per quanto riguarda le cromurie di inizio turno che quelle di fine turno.

La spiegazione della significatività della differenza tra le cromurie di inizio turno non è immediata. Certamente non può essere invocata la differente composizione per genere dei quattro gruppi che è marcata, in quanto solo il gruppo degli addetti al carico pezzi ha una prevalente componente femminile (tabella 42). Infatti, i valori del gruppo non sono, né all'inizio né alla fine del turno di lavoro, maggiori o minori di quelli dei gruppi a più forte od esclusiva componente maschile.

Tabella 42 - Distribuzione per sesso e per mansione

Addetti	M	F	TOT
linea automatica	23	0	23
ciclo manuale	9	1	10
carico/scarico pezzi	41	52	93
carico/scarico telai	30	0	30

Va inoltre segnalato che anche il confronto tra i dati grezzi non modifica il quadro presentato, che quindi non pare essere spiegabile con una diversa escrezione urinaria di creatinina nei due sessi.

Merita anche segnalazione il fatto che, studiando mediante il test t-student le differenze tra inizio e fine turno, solo il gruppo degli addetti al carico pezzi abbia una differenza significativa, mentre quelle degli altri gruppi

non raggiunga la significatività. Il dato deve peraltro essere interpretato tenendo conto del fatto che la maggiore numerosità di tale gruppo rende il test più sensibile.

Il reperto sopradescritto potrebbe spiegare la seconda moda più sopra segnalata nel grafico 13.

In sintesi l'analisi dei valori di cromo urinario ottenuti nel corso della presente indagine evidenzia come tutti i valori ottenuti si situino al di sotto dei BEI proposti dall'ACGIH e come la maggior parte degli stessi sia ampiamente al di sotto di tali valori. Una differenza significativa tra valori di inizio e di fine turno viene rilevata solo se si correggono i dati rilevati per l'escrezione di creatinina.

Suddividendo i valori ottenuti in quattro gruppi corrispondenti alle operazioni individuate nell'indagine solo il gruppo degli addetti al carico manuale dei pezzi mostra una differenza significativa tra escrezione di cromo all'inizio ed alla fine del turno. Tale risultato potrebbe tuttavia essere influenzato dal fatto che tale gruppo è il più numeroso tra quelli individuati.

## NICHELURIE

La sintetica descrizione dei valori di nicheluria ottenuti nel corso dell'indagine di comparto è riportata nella tabella 43 nella quale le concentrazioni sono espresse sia come  $\mu\text{g/l}$  sia come  $\mu\text{g/g}$  di creatinina.

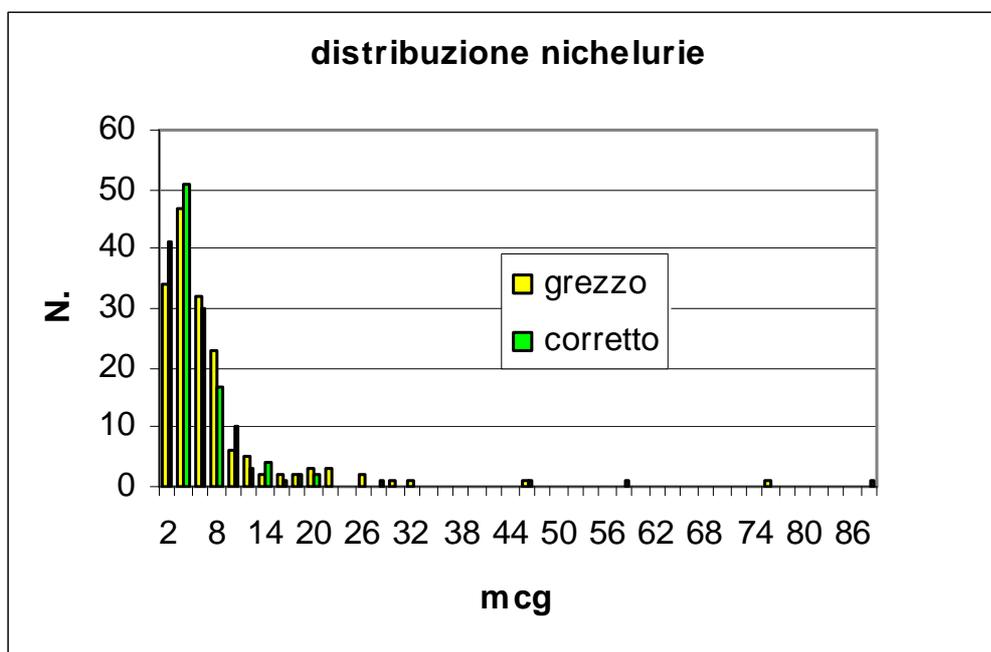
Tabella 43: sintesi dei risultati delle nichelurie

	Ni U $\mu\text{g/l}$	Ni U $\mu\text{g/g}$
N. campioni	165	165
Minimo	0,06	0,12
Massimo	74,27	87,99
Media	6,33	5,80
Mediana	4,11	3,64
DS	8,24	9,15

A differenza di quanto avviene per il cromo la dispersione dei dati aumenta con la correzione per la creatinina urinaria.

La distribuzione dei dati è riportata nel grafico 15. I valori mediani si situano non lontani da quelli della popolazione generale mentre sono ben lontani da quelli massimi ammissibili nei soggetti professionalmente esposti, ancorché su tali limiti vi siano notevoli differenze di opinioni.

Grafico 15



I livelli della popolazione non professionalmente esposta sono stati dedotti da quanto pubblicato dalla SIVR. I valori ammissibili per gli esposti, in assenza di un BEI ufficiale, sono stati dedotti da quelli adottati in due diversi laboratori di tossicologia industriale (Lauwerys RR, Hoet P. Industrial Chemical Exposure: guidelines for biological monitoring. Lewis Publishers, Boca Raton 1993; 290-305).

La distribuzione è decisamente asimmetrica.

La media, maggiore della mediana, evidenzia la presenza di valori elevati anche se non particolarmente frequenti.

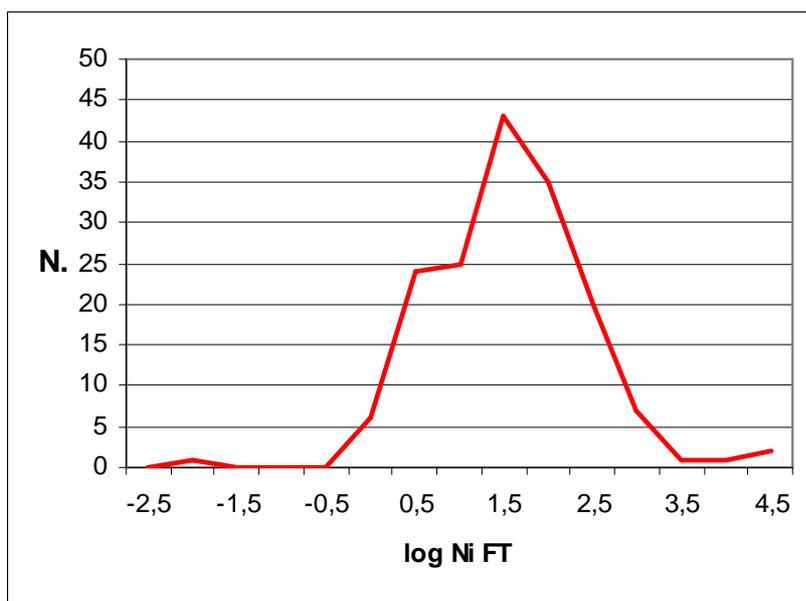
La tabella 44 suddivide i valori ottenuti in funzione di diversi livelli: quelli della popolazione generale e quelli adottati come limite per i soggetti professionalmente esposti

Tabella 44: distribuzione dei valori di nicheluria di fine turno corretta per la creatinina

Ni U µg/g	N. campioni	%
≤ 2	41	24,8
>2 <=30	121	73,3
>30 <=50	1	0,6
>50	2	1,2
<b>TOT</b>	<b>165</b>	<b>100,0</b>

La trasformazione logaritmica normalizza la distribuzione dei valori (grafico 16)

Grafico 16 - Nichelurie corrette distribuzione dei logaritmi dei valori di fine turno



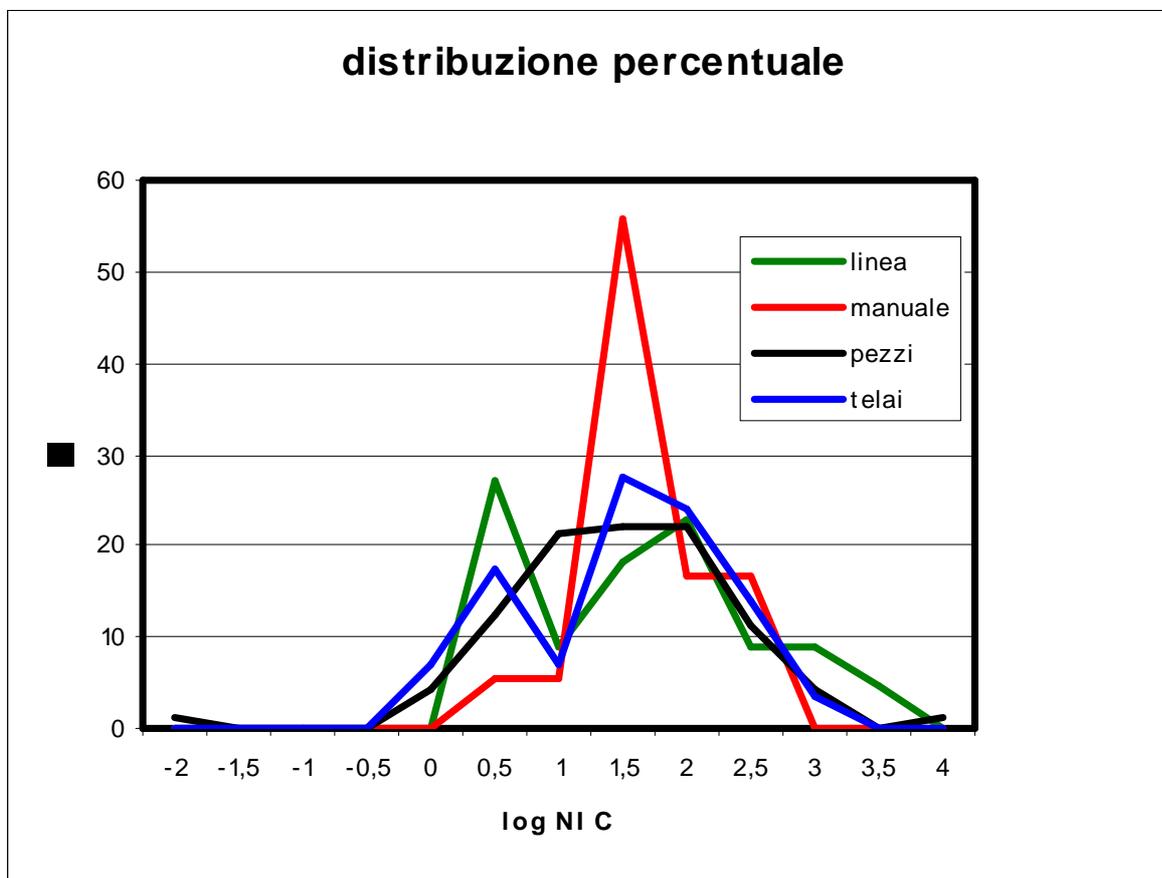
La tabella 45 riporta, per i vari sottogruppi di mansione utilizzati per lo studio, i valori medi di nicheluria corretta per la creatinina urinaria nonché le medie e le deviazioni standard dei logaritmi degli stessi valori.

Tabella 45 - Valori di nicheluria di fine turno corretta per la creatinina

Addetti	N	Media µg/g	log media	DS
linea automatica	22	5,66	1,32	0,90
ciclo manuale	92	6,51	1,31	0,97
carico/scarico pezzi	18	4,50	1,36	0,56
carico/scarico telai	29	4,73	1,27	0,80

Le distribuzioni % degli stessi valori sono riportate nel grafico 17. Le distribuzioni, tenendo conto della scarsa numerosità di alcuni gruppi appaiono non macroscopicamente dissimili poiché hanno mode e dispersioni comparabili.

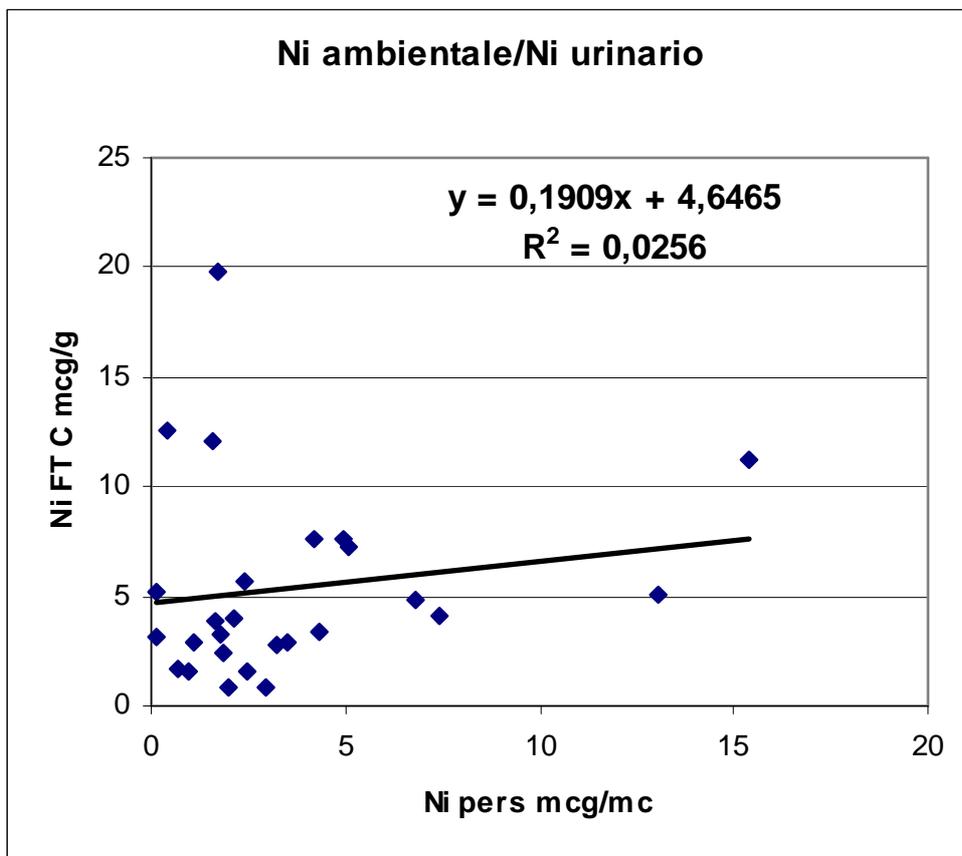
Grafico 17 - Distribuzione % dei logaritmi delle nichelurie corrette suddivise per sottogruppi di mansione



L'analisi della varianza condotta sui logaritmi dei valori di fine turno corretti per la creatininuria non evidenzia differenze significative. In altre parole la nicheluria non appare influenzata dalla mansione. Più correttamente il dato indica che i criteri utilizzati per dividere la popolazione in sottogruppi non sono tali da evidenziare eventuali differenze di escrezione urinaria di nichel nel contesto della popolazione studiata. Anche tale assunto deve essere interpretato tenendo conto del fatto che la correlazione tra esposizione occupazionale a nickel ed escrezione urinaria non è particolarmente buona.

Il coefficiente di correlazione tra valori del campionamento ambientale e nickel urinario risulta infatti basso, sia considerando i dati grezzi ( $0.05 p= 0.4$ ) sia considerando quelli corretti per la creatinina ( $0.1, p= 0.3$ ). Infine il grafico 18 illustra la regressione delle nichelurie di fine turno corrette per la creatininuria con i risultati dei campionamenti personali. I bassi valori di  $R^2$  in questo caso non possono essere spiegati semplicemente con lo scarso numero di datti e con i bassi livelli di esposizione. Il quadro generale depone per la difficoltà di mettere in relazione l'esposizione professionale con l'eliminazione urinaria del metallo, come del resto è testimoniato dall'assenza di un BEI ufficializzato.

Grafico 18 - Regressione del Nichel urinario di fine turno, corretto per la creatinina sui risultati dei campionamenti personali.



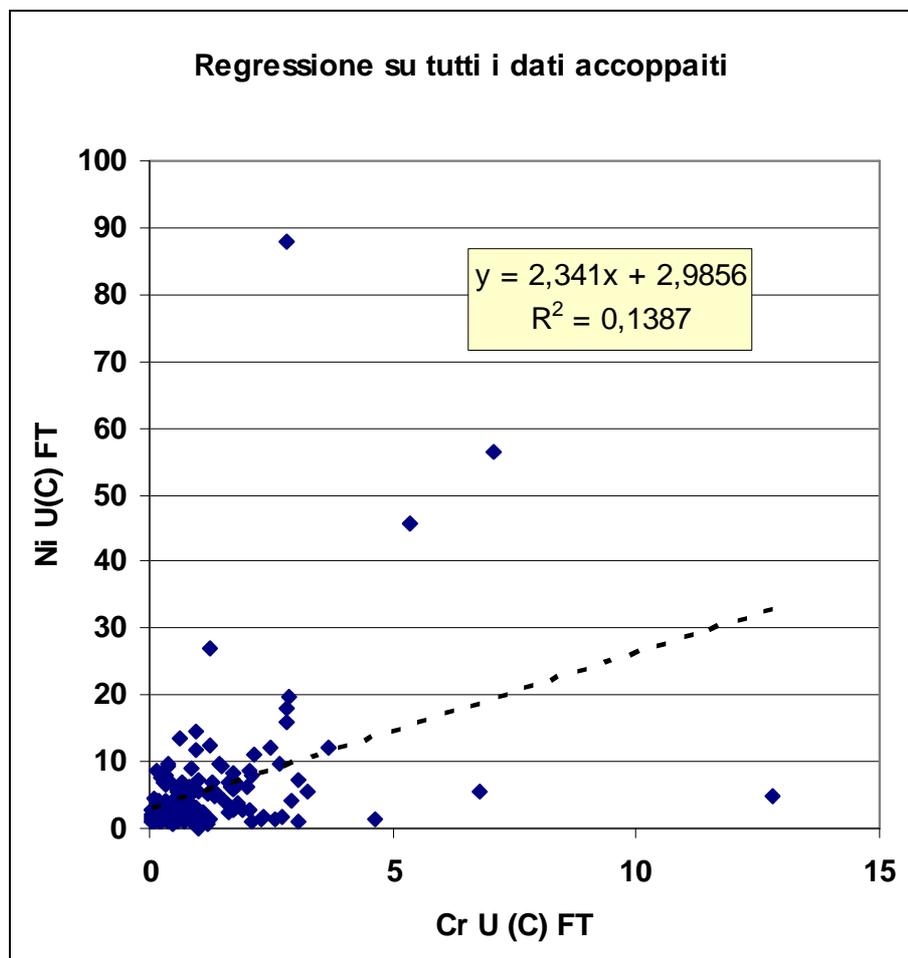
## RELAZIONI TRA CROMURIE E NICHELURIE

Quanto noto circa il ciclo di lavoro non suggerisce l'ipotesi di una associazione tra eliminazione urinaria di cromo e di nichel. Tuttavia la disponibilità dei dati per un gruppo significativo di soggetti induce a valutare se possa essere individuata una relazione tra l'escrezione dei due metalli.

Il grafico 19 mostra la distribuzione dei vari soggetti in funzione dei valori di cromuria e di nicheluria (entrambe determinate sulle urine di fine turno e corrette per i valori di creatinina urinaria). E' anche riportata la regressione delle coppie di valori. I valori di  $R^2$  suggeriscono che i livelli dei due metalli nell'urina sono tra loro indipendenti. Il coefficiente di correlazione è, a sua volta, basso (0.3) e la relazione non è statisticamente significativa.

Anche confrontando separatamente i dati relativi agli appartenenti ai vari sottogruppi i livelli di escrezione urinaria dei due metalli non paiono essere tra loro correlati.

Grafico 19 - Rapporto tra cromurie e nichelurie di fine turno corrette per la creatinuria



La tabella 46 riporta la distribuzione percentuale cumulativa della popolazione in studio in funzione dei livelli di escrezione urinaria di Cr e Ni alla fine del turno di lavoro.

L'esame della tabella evidenzia che:

- Il 10% degli appartenenti al gruppo studiato presenta, al termine dell'attività lavorativa, dei valori di Cr e Ni urinari di fine turno inferiori a quelli superiori dei range tipici della popolazione generale (area verde).
- Il 98.1 % presenta valori di nichel urinario pari o inferiori ai 30 µg/g e valori urinari di cromo pari o inferiori ai 15µg/g (area gialla).
- Reciprocamente solo l'1.9% del gruppo studiato ha valori superiori ai limiti sopra citati, il cui significato è stato più sopra illustrato.
- Nessun lavoratore presenta cromuria superiore a 30 mcg/g e nikeluria superiore a 100 mcg/g.

Tabella 46: distribuzione cumulativa percentuale Cr e Ni corretti

			Cr UFT C	
		<=Cr 0,32	< =15	<30
Ni U FT C	<= 2	10,3	26,5	26,5
	< =30	25,8	98,1	98,1
	<=50	25,8	98,7	98,7
	<100	25,8	100,0	100,0

## 5.5.2 ANALISI DEI DATI DERIVANTI DALLA SORVEGLIANZA SANITARIA

La tabella 47 riassume le informazioni acquisite esaminando le cartelle sanitarie e di rischio relative alla sorveglianza sanitaria effettuata in un campione di ditte del settore. I dati sono relativi al periodo 14/10/1999-16/12/2004.

Complessivamente sono state esaminate 1831 schede, ognuna relativa ad una visita periodica.

Tabella 47: dati derivanti dall'indagine sulla sorveglianza sanitaria

	Cr U ITG µg/l	Cr U FT Gµg/l	Cr U IT C µg/g	Cr U FT C µg/g	Delta Cr G µg/l	Delta Cr C µg/g
N.	229	556	904	1553	219	894
min	0,10	0,10	0,03	0,01	-160,22	-79,51
max	161,00	35,00	80,90	577,00	18,20	571,70
media	2,60	2,10	1,60	2,77	-0,54	0,98
mediana	1,34	1,30	1,17	1,54	0,10	0,12
DS	10,75	2,98	3,05	15,94	11,07	19,38

I dati presentati suggeriscono le seguenti osservazioni:

- Non tutte le visite periodiche hanno compreso la determinazione della cromuria.
- Quando la cromuria viene eseguita essa viene prevalentemente eseguita alla fine del turno di lavoro (1553 determinazioni).
- Non sempre viene determinata anche la creatinuria, talchè non è possibile ottenere i valori di cromuria corretta.
- Talora (sia pure raramente) viene eseguita la cromuria solo all'inizio del turno di lavoro.

- Complessivamente è possibile ottenere la differenza tra cromuria di inizio e di fine turno corrette per la creatininuria in 894 soggetti.
- Alcuni dati sono palesemente inattendibili: differenze enormi con segno negativo tra fine ed inizio turno, valori di escrezione di cromo estremamente elevati.

L'analisi successiva è stata condotta solo sulle cromurie corrette per la creatininuria, dopo aver eliminato i dati palesemente errati. La tabella che segue presenta le principali caratteristiche del set di dati utilizzati.

Tabella 48: dati utilizzati per condurre l'analisi sugli indicatori di esposizione a cromo

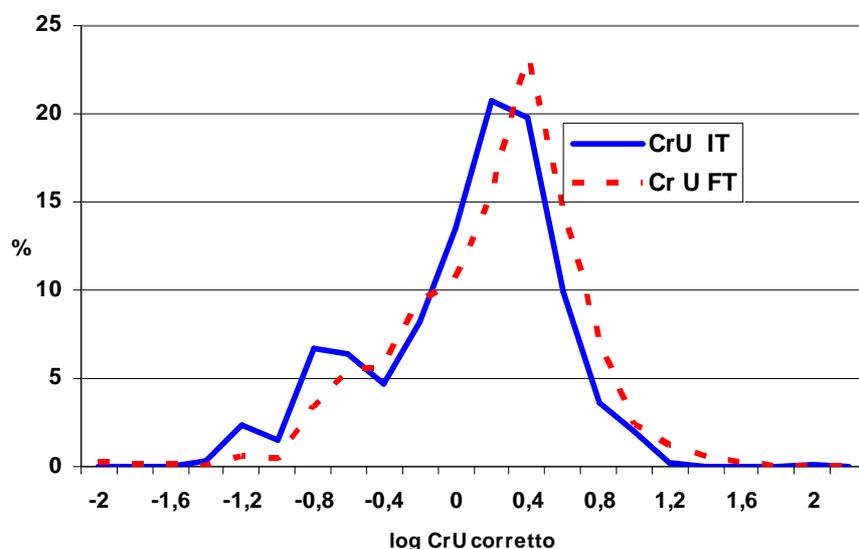
		SS Cr IT C	SS Cr ft c	SS D Cr C
N. totale	1558	902	1548	892
Media		1,51	2,16	0,43
mediana		1,16	1,54	0,12
min		0,03	0,01	-7,75
max		13,00	33,80	17,79
ds		1,52	2,84	1,77

Il grafico 20 confronta le distribuzioni percentuali del logaritmo delle cromurie di inizio e fine turno corrette per la creatininuria. Si apprezza visivamente che la curva di fine turno è lievemente più spostata a destra, ossia verso valori più elevati.

In realtà il confronto utilizzando il test a due code per dati accoppiati conferma che la differenza tra fine ed inizio turno è altamente significativa dal punto di vista statistico ( $P = 5^{-13}$ ).

Entrambe le curve peraltro, a differenza di quanto verificato nel capitolo precedente, appaiono unimodali.

Grafico 20 - Distribuzione percentuale dei logaritmi delle cromurie di inizio e fine turno corrette per la creatininuria



I due grafici successivi (21 e 22) confrontano le distribuzioni percentuali dei logaritmi delle cromurie corrette di inizio e di fine turno ottenute rispettivamente dall'indagine sul comparto e dalla sorveglianza sanitaria.

Si apprezza visivamente il fatto, che sia all'inizio che alla fine del turno di lavoro, le curve ricavate dai dati della sorveglianza sanitaria sono più spostate a sinistra di quelli ottenuti nel corso dell'indagine di comparto. L'analisi statistica (test t a due code per dati non accoppiati) evidenzia che entrambe le differenze sono statisticamente significative ( $P=$  rispettivamente a  $2.1^{-5}$  e a  $8.9^{-10}$ ).

Grafico 21 - Confronto tra le distribuzioni percentuali dei logaritmi delle Cromurie di inizio turno corrette per la creatininuria ottenute nel corso della sorveglianza sanitaria e dell'indagine di comparto

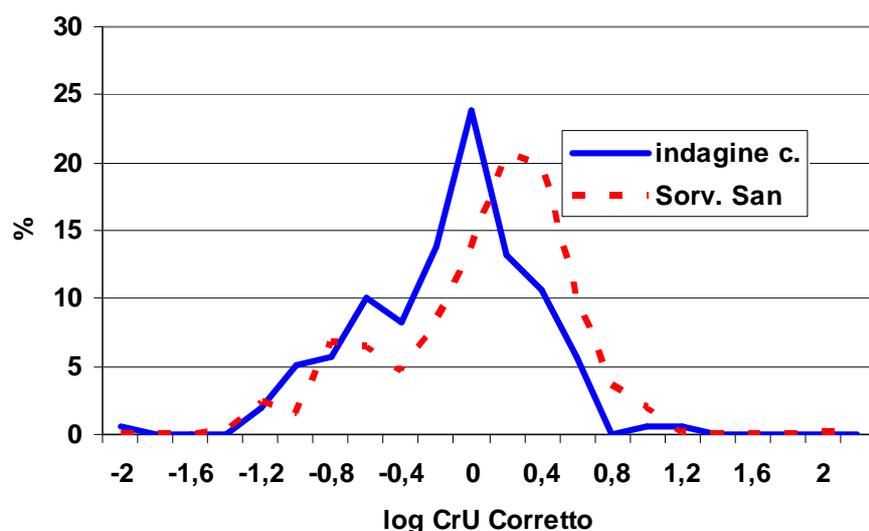
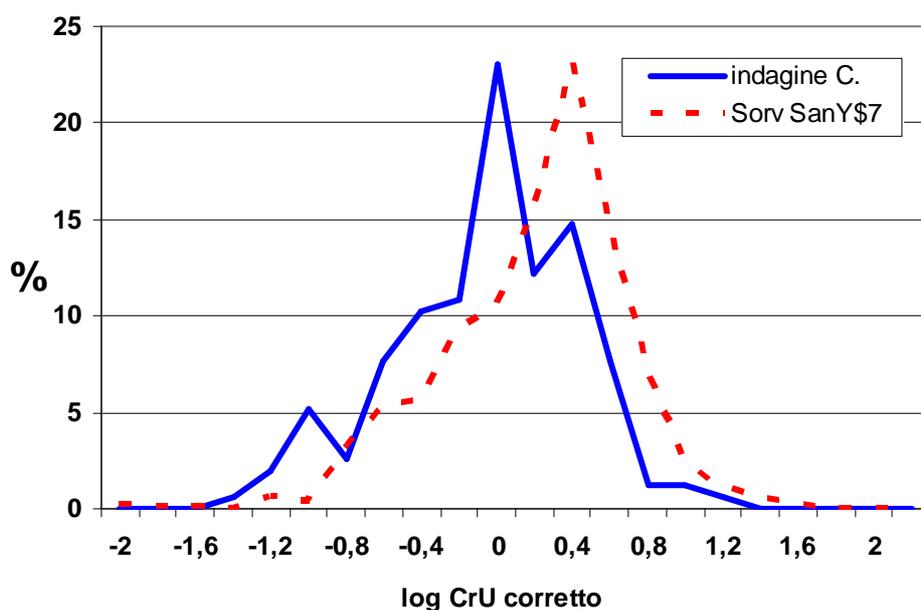
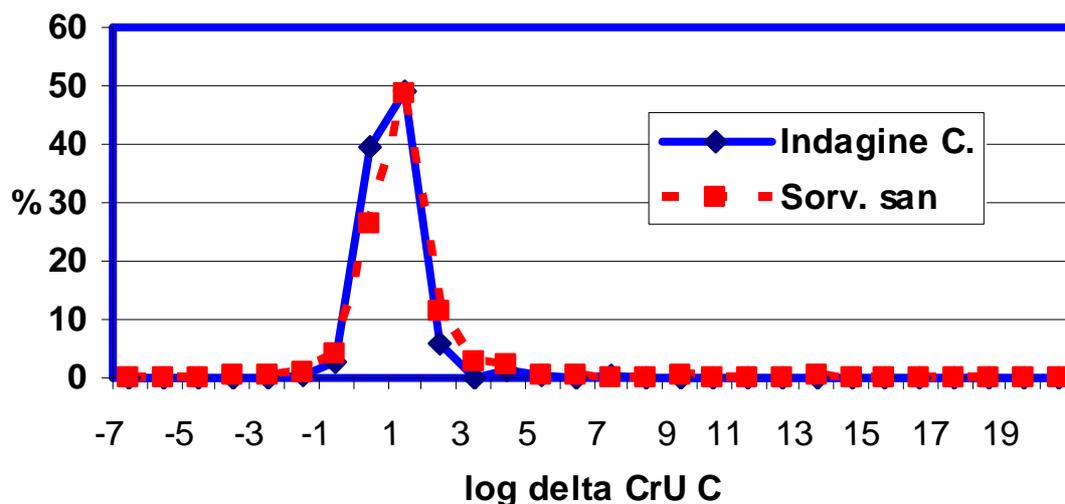


Grafico 22 - Confronto tra le distribuzioni percentuali dei logaritmi delle Cromurie di fine turno corrette per la creatininuria ottenute nel corso della sorveglianza sanitaria e dell'indagine di comparto



Confrontando invece le distribuzioni delle differenze tra le cromurie di fine ed inizio turno si evidenzia che i dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria e quelli derivanti dall'indagine di comparto sono praticamente sovrapponibili (grafico 23) e non si evidenziano differenze statisticamente significative ( $P= 0.904$ )

Grafico 23 - Confronto tra le distribuzioni percentuali delle differenze tra Cromurie di fine ed inizio turno, corrette per la creatininuria ottenute nel corso della sorveglianza sanitaria e dell'indagine di comparto.



Il confronto tra i valori di cromuria ottenuti nell'ambito della sorveglianza sanitaria e quelli ottenuti nell'indagine di comparto è stato eseguito correggendo i dati in funzione della creatinina urinaria. La scelta è stata motivata dal maggior numero di dati di cromuria corretta rispetto a quella grezza disponibili (1553 vs 506).

I dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria derivano, oltre che da diverse aziende anche da diversi laboratori e sono stati raccolti in un arco di tempo maggiore. Una volta ripuliti dai valori anormali essi tuttavia non mostrano una dispersione maggiore di quelli ottenuti nel corso della indagine di comparto.

In sintesi i dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria mostrano un pattern simile a quelli ottenuti nell'indagine di comparto: differenza significativa tra inizio e fine del turno di lavoro e valori assoluti in generale bassi rispetto ai BEI proposti dall' ACGIH. Il confronto tra le differenze tra le cromurie di fine e di inizio turno misurate in ambito di sorveglianza sanitaria e nell'indagine di comparto non evidenzia differenze statisticamente significative. Per contro i valori di cromuria ottenuti nell'ambito della sorveglianza sanitaria sono, sia all'inizio che alla fine del turno di lavoro, significativamente maggiori di quelli ottenuti nell'ambito dell'indagine di comparto.

## 6 ATTIVITÀ DI APPROFONDIMENTO

### 6.1 STUDIO DI VARIABILITÀ DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In una delle venti ditte (identificata nel campione con il n. 16) comprese nel campione rappresentativo, è stata condotta un'indagine più approfondita dei monitoraggi ambientali nei reparti galvanici. Tale approfondimento è consistito in:

- valutazione della variabilità delle concentrazioni di cromo e nichel aerodispersi;

L'attività di approfondimento è stata eseguita presso la linea galvanica denominata "metallizzazione plastiche", un impianto automatico in linea a telai, di tipo non segregato, in cui sono presenti trattamenti sia di tipo elettrochimico, sia chimico.

I sistemi di aspirazione localizzata erano costituiti da tre condotte ciascuna collegata ad un elettroaspiratori distinti, di cui una dedicata esclusivamente alle vasche di cromatura lucida decorativa.

Le bocchette aspiranti erano di tipo "a fessura" ed erano posizionate perpendicolarmente alle vasche.

Tale ditta è stata scelta per le seguenti motivazioni:

- durante la fase di monitoraggio era stato rilevato il più alto valore di Nichel aerodisperso di tutto il comparto;
- le caratteristiche strutturali degli impianti consentivano l'accessibilità in sicurezza alle condotte di aspirazione;
- la disponibilità e la collaborazione da parte dell'azienda.

La linea galvanica per la metallizzazione delle Plastiche esegue i seguenti trattamenti per la deposizione dei metalli su plastica:

- mordenzatura (#)
- ramatura acida
- nichelatura chimica (#)
- nichelatura opaca (#)
- nichelatura satinata (#)
- nichelatura lucida (#)
- nichelatura semilucida (#)
- cromatura lucida decorativa (#)
- doratura

La mordenzatura e la nichelatura chimica non sono trattamenti elettrolitici. Le lavorazioni galvaniche contraddistinte dal simbolo (#) sono state monitorate nel corso di tre giornate di campionamento.

Durante lo studio sono stati eseguiti anche dei campionamenti di tipo personale per gli addetti alle seguenti mansioni:

- addetto carico/scarico pezzi, provvede alla sistemazione dei particolari da trattare sui telai e allo scarico degli stessi dopo il ciclo galvanico;
- addetto carico/scarico telai, provvede al posizionamento dei telai nella posizione di aggancio al carroponete adibito alla movimentazione lungo la linea ;

- responsabile linea, si occupa della conduzione e controllo dell'impianto galvanico.

Per lo studio sulla variabilità sono stati effettuati due ulteriori monitoraggi per un totale di 35 campioni, di cui 26 ambientali e 9 personali.

Tutti i dati relativi allo studio di variabilità sono stati aggregati e trattati con le seguenti modalità:

- elaborazione statistica e calcolo della probabilità di superamento del valore limite, secondo la Norma UNI 689 Appendice D (come per i campioni del comparto);
- confronto con i dati rilevati durante l'attività di monitoraggio del comparto galvaniche e quelli conseguiti esclusivamente presso la ditta n°16;
- aggregazione per tipo di postazione, nonché per tipo di trattamento;

*Tabella 48 - Confronto valori di Cromo ambientali rilevati nell'attività di comparto con valori misurati presso ditta n°16.*

<b>CROMO AMBIENTALI</b>	<b>Ambientali Comparto</b>	<b>Ambientali presso ditta n°16</b>
<b>Numero campioni</b>	<b>49</b>	<b>26</b>
<b>lim inf MG</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,32	0,20
<b>MEDIA GEOMETRICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>0,44</b>	<b>0,28</b>
<b>lim sup MG</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,61	0,38
<b>DSG</b>	<b>3,85</b>	<b>2,56</b>
<b>MEDIA ARITMETICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>1,19</b>	<b>0,46</b>
<b>DS</b>	<b>1,98</b>	<b>0,57</b>
<b>Valore Minimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>&lt; 0,20</b>	<b>&lt; 0,20</b>
<b>Valore Massimo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>7,81</b>	<b>2,38</b>
<b>95°percentile</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4,03	1,32

**TLV-TWA ACGIH 2005: 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

**REL-TWA NIOSH: 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Tabella 49: Confronto valori di Nichel ambientali rilevati nell'attività di comparto con valori misurati presso ditta n°16.

NICHEL AMBIENTALI	Ambientali Comparto	Ni Ambientali presso ditta n°16
<b>Numero campioni</b>	<b>52</b>	<b>26</b>
lim inf MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,80	3,09
<b>MEDIA GEOMETRICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>1,10</b>	<b>5,46</b>
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,51	9,64
<b>DSG</b>	<b>3,89</b>	<b>5,45</b>
<b>MEDIA ARITMETICA</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>3,92</b>	<b>17,62</b>
<b>DS</b>	<b>12,02</b>	<b>28,25</b>
Valore Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>&lt; 0,30</b>	<b>&lt; 0,30</b>
Valore Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>83,04</b>	<b>108,29</b>
95° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10,30	88,94

TLV-TWA ACGIH 2005: 100 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

REL-TWA NIOSH: 15 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tabella 50: Confronto valori di esposizione a Cromo personali rilevati nell'attività di comparto con valori misurati presso ditta n°16 e relativi limiti di riferimento ACGIH e NIOSH.

CROMO PERSONALI	Personali Comparto		Personali presso ditta n°16	
Numero campioni	46		9	
lim inf MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,29		0,15	
MEDIA GEOMETRICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,37		0,27	
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,48		0,49	
DSG	2,87		2,66	
MEDIA ARITMETICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,64		0,39	
DS	0,75		0,32	
Valore Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	< 0,20		< 0,20	
Valore Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,32		0,84	
95° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,11		1,35	
Probabilità di superamento del valore limite secondo Norma UNI 689 App. D	< 0,20	17,48%	< 0,20	9,00%
Situazione	VERDE	ROSSA	VERDE	ROSSA
TLW-TWA di confronto	50	1	50	1

TLV-TWA ACGIH 2005: 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

REL-TWA NIOSH: 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tabella 51: Confronto valori di esposizione a Nichel personali rilevati nell'attività di comparto con valori misurati presso ditta n°16 e relativi limiti di riferimento ACGIH e NIOSH.

NICHEL PERSONALI	Personali Comparto		Personali presso ditta n°16	
Numero campioni	48		9	
lim inf MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,66		1,39	
MEDIA GEOMETRICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,19		2,06	
lim sup MG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,88		3,04	
DSG	3,11		1,88	
MEDIA ARITMETICA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,51		2,46	
DS	3,24		1,65	
Valore Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	< 0,30		0,78	
Valore Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15,40		6,29	
95° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	14,12		5,80	
Probabilità di superamento del valore limite secondo Norma UNI 689 App. D	< 0,30	4,47%	< 0,30	0,08%
Situazione	VERDE	ARANCIO	VERDE	VERDE
TLW-TWA di confronto	100	15	100	15

TLV-TWA ACGIH 2005: 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

REL-TWA NIOSH: 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tabella 52: Studio di variabilità dei valori di esposizione presso gli impianti della ditta N°16 - Campionamenti ambientali

CAMPIONAMENTI AMBIENTALI: esposizioni a NICHEL													
Nichelatura lucida		Nichelatura opaca		Nichelatura satinata		Nichelatura chimica		Nichelatura semilucida		Mordenzatura		Cromatura lucida decorativa	
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
7(a)	24,91	8(a)	83,04	4(b)	6,77	13(b)	8,23	11(c)	53,13	1(b)	0,87	3(b)	1,41
10(b)	11,31	9(b)	12,7	5(b)	6,01	8(c)	4,54			2(b)	0,89	6(c)	1,06
11(b)	11,01	9(c)	22,31	7(c)	2,08					5(c)	1,08		
10(c)	68,12												
Raddrizzatore 4 c/o nichelatura/lucida				Nichelatura satinata (zama)				Ufficio qualità-sicurezza ambiente					
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
12(b)	108,3			14(b)	7,11			16(b)	< 0,30				
15(c)	8,94			15(b)	9,59			14(c)	0,38				
				13(c)	2,08								
CAMPIONAMENTI AMBIENTALI: esposizioni a CROMO													
Nichelatura lucida		Nichelatura opaca		Nichelatura satinata		Nichelatura chimica		Nichelatura semilucida		Mordenzatura		Cromatura lucida decorativa	
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
7 (a)	< 0,20	8(a)	< 0,2	4(b)	0,34	13(b)	0,25	11(c)	< 0,20	1(b)	1,58	3(b)	0,47
10(b)	0,2	9(b)	0,23	5(b)	0,28	8(c)	0,42			2(b)	1,75	6(c)	0,69
11(b)	0,2	9(c)	0,42	7(c)	0,64					5(c)	2,38		
10(c)	0,38												
Raddrizzatore 4 c/o nichelatura/lucida				Nichelatura satinata (zama)				Ufficio qualità-sicurezza ambiente					
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
12(b)	0,24			14(b)	0,26			16(b)	< 0,20				
15(c)	< 0,2			15(b)	0,38			14(c)	< 0,20				
				13(c)	< 0,20								

(a): monitoraggio del 04/11/04

(b): monitoraggio del 09/11/06

(c): monitoraggio del 06/07/06

Dallo studio di variabilità dei valori rilevati con i campionamenti ambientali eseguiti nella fase di approfondimento risulta che:

- per i valori misurati di nichel esiste una grande variabilità del dato, con alcuni picchi espositivi (tra i più alti di tutto il comparto) non correlabili a medesime postazioni;
- i valori maggiori di nichel sono stati riscontrati presso le vasche di nichelatura lucida, nichelatura opaca e nichelatura semilucida, che corrispondono alle vasche più grandi di tutto l'impianto;
- le concentrazioni di cromo sono comprese in un intervallo più ristretto;
- i valori di cromo aggregati per postazione di prelievo mostrano una certa stabilità del dato;
- i campionamenti eseguiti presso la vasca di mordenzatura hanno riportato le concentrazioni di cromo maggiori delle campagne di monitoraggio; tale trattamento si conferma come una delle lavorazioni galvaniche più critiche dal punto di vista dell'esposizione a cromo esavalente.

Lo studio di variabilità dei valori di esposizione per i campionamenti personali mostra una escursione dei dati più contenuta rispetto ai valori ambientali, sia per il cromo, sia per il nichel.

Tabella 53: Studio di variabilità dei valori di esposizione presso gli impianti della ditta N°16  
Campionamenti personali

CAMPIONAMENTI PERSONALI: esposizioni a NICHEL							
Addetto PEZZI		Addetto TELAI		Addetto TELAI (zama)		Addetto LINEA	
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
7(b)	0,78	3(a)	6,30	1(a)	1,60	8(b)	3,00
3(c)	1,71	6(b)	2,22	4(c)	1,02	1(c)	2,33
		2(c)	3,20				
CAMPIONAMENTI AMBIENTALI: esposizioni a CROMO							
Addetto PEZZI		Addetto TELAI		Addetto TELAI (zama)		Addetto LINEA	
n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³	n°Camp.	µg/m³
7(b)	0,43	3(a)	0,80	1(a)	< 0,20	8(b)	0,65
3(c)	< 0,20	6(b)	0,83	4(c)	< 0,20	1(c)	0,39
		2(c)	< 0,20				

(a): monitoraggio del 04/11/04

(b): monitoraggio del 09/11/06

(c): monitoraggio del 06/07/06

## 6.2 ANALISI CONTAMINAZIONE ACQUE DI FINE TRATTAMENTO

Un aspetto ricorrente in molti impianti galvanici del comparto riguarda la contaminazione cutanea che si verifica attraverso la manipolazione dei pezzi dopo il trattamento galvanico. Spesso capita che i particolari giungano a fine linea bagnati, o che, per la sagoma propria del pezzo (incavi, gomiti, ecc) trasportino liquidi contaminati dalle sostanze utilizzate nei trattamenti, in particolare cromo esavalente e nichel.

Nonostante gli addetti usino normalmente i dispositivi di protezione individuale (guanti) è frequente riscontrare la contaminazione della cute delle mani, che visibilmente appare giallo-verdognola.

Si è quindi deciso di eseguire dei campionamenti delle acque di sgocciolamento dei telai o, in caso non fosse attuabile per la forma del pezzo, delle acque dell'ultimo lavaggio, sulle quali sono stati quantificati il cromo esavalente e il nichel in soluzione. Nella tabella che segue sono riportati, in sintesi, i risultati analitici conseguiti, che mostrano come il manufatto al termine dei lavaggi non sia del tutto privo di metalli derivanti dai processi di elettrodeposizione. Il che determina una possibile assorbimento per via cutanea per gli addetti allo scarico dei pezzi ed al loro successivo confezionamento.

Tabella 54

<b>Analisi acque ultimo lavaggio [mg/l]</b>		
	<b>Cr VI</b>	<b>Ni</b>
<b>Valore minimo</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>
<b>Valore medio</b>	<b>20,4</b>	<b>7,9</b>
<b>Valore massimo</b>	<b>260</b>	<b>62</b>
<b>Numero campioni analizzati</b>	<b>24</b>	<b>13</b>

### **6.3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CUTANEA A NICKEL E CROMO NELL'INDUSTRIA GALVANICA**

L'Istituto di Medicina del Lavoro di Torino ha messo a punto una metodica per stimare la valutazione dell'esposizione cutanea a sostanze chimiche. Il metodo si basa sulla compilazione di una check list, suddivisa in più sezioni, ciascuna delle quali indaga i diversi fattori che contribuiscono al rischio di esposizione cutanea (allegato 5).

Per ogni sezione viene elaborato un punteggio parziale, che viene poi integrato attraverso una formula in un indice di rischio sintetico, che dovrebbe consentire la stratificazione in classi del grado di rischio di contaminazione cutanea delle operazioni osservate. Tale valutazione tiene conto di alcuni fattori fondamentali quali: le caratteristiche di pericolosità delle sostanze utilizzate, la durata dell'esposizione, le caratteristiche del ciclo lavorativo, i dispositivi di prevenzione tecnici e personali adottati, il grado di addestramento del personale.

L'indagine è stata condotta nel periodo febbraio- aprile 2005 ed ha coinvolto due tecnici della prevenzione dopo un periodo di addestramento presso l'Istituto di Medicina del lavoro del CTO di Torino.

La metodologia descritta è stata sperimentata su un campione di undici industrie galvaniche, di cui sei nell'ASL13 e cinque nell'ASL14, tutte comprese nel campione rappresentativo del comparto. Sono state effettuate complessivamente 93 valutazioni che hanno riguardato 12 tipologie di lavorazione diverse. I dati sono stati elaborati con un software messo a punto dalla Medicina del Lavoro di Torino ed ha condotto alla stratificazione del rischio di esposizione cutanea in 4 livelli di grado crescente.

Il rischio da contaminazione cutanea nel complesso è apparso elevato, difatti 38 valutazioni (40,9%) sono collocate nella fascia di rischio più elevata. La mansione di addetto carico-scarico pezzi ha presentato gli indici di rischio più elevati con più del 50% delle valutazioni collocate nella fascia di rischio alta.

La suddivisione in diverse sezioni e la conservazione attraverso il software dei punteggi parziali ha consentito di valutare il contributo di ciascun fattore all'indice di rischio finale.

Le sezioni, infatti, che sembrano concorrere maggiormente nel determinare il punteggio finale sono: le caratteristiche fisico-chimiche delle sostanze utilizzate, con un punteggio medio di 5,37 e un range 1,50-9,40, l'utilizzo di dispositivi di protezione personale (punteggio medio 4,36; range 2,10-7,80) e il periodo di effettiva esposizione al rischio (punteggio medio 0,82, range 0,13-1,00).

L'utilizzo di questa metodica di valutazione dell'esposizione cutanea a sostanze chimiche consente, pertanto, di standardizzare la valutazione e di renderla entro certi limiti indipendente dall'operatore che effettua la valutazione, di stratificare il rischio consentendo agli addetti ai lavori di verificare e migliorare le misure di prevenzione e protezione adottate e di pianificare una strategia di intervento basata su una scala di priorità tarata sull'effettivo rischio.

Il metodo, che appare interessante perché potrebbe permettere una stima dell'esposizione a sostanze chimiche, è tuttora in fase di validazione attraverso il confronto con i monitoraggi biologici.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Rubino G.F., Pettinati L., Medicina del Lavoro, Edizioni Minerva Medica Torino 1992
2. Eugenio Bertorelle, Trattato di galvanotecnica, Vol. I e II,– HOEPLI (1977)
3. Cirila P. E., Rivestimenti superficiali – Salute e sicurezza nelle attività di galvanica, Edizioni CIMAL 2005.
4. Ariano P.F., Robotto A, Ruggiero G.N., Zonato C., La sicurezza industriale nelle attività galvanotecniche – Guida tecnica per il controllo e la vigilanza; Collana Ambiente 2001; 24.
5. Del Guerra P., Bertoncini S., Nacci G., Bartoli D., Bavazzano P., Problematiche e DPI nel comparto delle galvaniche, Lavoro Sicuro 2001; 6; 60-70.
6. ISPEL [http://www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/\\_galvaniche/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/_galvaniche/index.htm)
7. Gremita C., Nicali E., Indagine nel comparto galvanico: la prevenzione dei tumori professionali, G. Ital. Med. Lav. Erg. 2004; 26:2; 108-113
8. La prevenzione dei tumori professionali- comparto galvanico a cura di Cristina Gremita e Eleonara Nicali; Collana di Monografie sui principali temi della salute pubblica a cura dell'ASL Pavia
9. Autori vari; Sistema Informativo Oc.Ca.M. – Risultati analisi congiunta settore trattamento metalli; ISPEL-DML –Laboratorio Epidemiologia; 2°Ed.;Aggiornamento documenti 2007
10. ACGIH " Industrial Ventilation" ed. 86
11. European Committee for Surface Treatment Comité Européen des Traitements de Surfaces, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on best available techniques Surface Treatment of metals and plastic materials using electrolytic or chemical process, May 2002
12. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D. Lgs. 626/94 – Protezione da agenti chimici – Linee Guida – Aggiornamento 2002
13. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D. Lgs. 626/94 – Protezione da agenti cancerogeni e/o mutageni – Linee Guida – Aggiornamento 2002
14. Linee guida operative ad uso degli SPSAL per la vigilanza e il controllo sull'applicazione del Titolo VII-bis del D.Lgs 626/94 " Protezione da agenti chimici" - Gruppo Agenti chimici, cancerogeni e mutageni dell'Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna", 2003
15. Ghittori S., Ferrari M., Negri S., Serranti P., Sacco P., Biffi R., Imbriani M, Recenti strategie per la prevenzione e l'analisi dei rischi in ambito occupazionale: Control banding e Sobane, G. Ital. Med. Lav. Erg. 2006; 28:1; 30-43
16. Calisti R., Stopponi R., Astuti M.C., Atti del seminario regionale "Il rischio chimico occupazionale: esperienze di valutazione e proposte di bonifica", Abbazia di Fiastra Tolentino (MC) 20 dicembre 2005; 7-23
17. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Toxicological Review of Hexavalent Chromium – Washington D.C. 1998
18. International Agency for Research on Cancer (IARC) – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Chromium Nickel and Welding; Vol. 49; Lione 1990
19. Claudio Minoia et altri "Schede tossicologiche e analitiche: cromo e composti"– G. Ital. Med. Lav. (1987) 9: 53-105
- 20.

21. Journal of Applied Toxicology, Vol. 17 N°6, pag g. 425-431, 92 reference, (1997)
22. US-EPA Vol. 600/8 –83/012F – EPA Working Group (1985)
23. Sunderman FW Jr. "Nichel and Human Health"– Current Perspectives, Advances in Environmental
24. Science and Technology, Vol. 25, J. Wiley and Sons, Inc., New York, 69-76, 29 references (1992)
25. Roberto Calisti "Tossici, allergogeni, mutageni, cancerogeni: un'introduzione agli "agenti chimici" nell'interazione patogena con l'organismo negli ambienti di lavoro"; CENTRO DI DOCUMENTAZIONE SUI RISCHI E DANNI DA LAVORO - RAPPORTO BREVE N°110/bis; Civitanova Marche, 29/03/2005
26. Methodology for the derivation of occupational exposure limits: key documentation. Report EUR 19253 EU, Employment and Social Affaire, European Commission, Luxembourg
27. L. Tomatis Prevenzione fra precauzione e responsabilità. Epidemiologia & Prevenzione (2001) 25 (4-5): 149-151
28. Govoni C., Ravanello R., Chemical-Lex – Tomo I, Agenti Chimici, Dossier Ambiente 2005; 70
29. Hsien-Wen Kuo, Jim-Shoung Lai, Tsai-In Lin, Nasal septum lesions and lung function in workers exposed to chromic acid in electroplating factories, Int. Arch. Environ Health; 1997 September; 70; 272-276
30. Sorahan T., Harrington JM.; Lung cancer in Yorkshire chrome platers, 1972-97; Occup Envir Med. 2000 Jun; 57(6):385-9
31. Rosenman KD., Stanbury M.; Risk of lung cancer among former chromium smelter workers; Am J Ind Med. 1966 may; 28(5): 491-500
32. Roberti S., Mabilia T., Stocco CF., Sarto F., Merler E.; An increased mortality form lung cancer among workers of a bright electroplating factory; Epidemiol Prev. 2006 Jul-Oct; 30(4-5):232-6
33. Hayes RB., Sheffet A., Spirtas R.; Cancer mortality among a cohort of chromium pigment workers; Am J Ind Med. 1989;16(2):127-33
34. Franchini I., Magnani F., Mutti A.; Mortality experience among chromeplating workers. Initial findings; Scand J Work Environ Health 1983
35. Sorahan T., Burges DC., Waterhouse JA.; A mortality study of nickel/chromium platers; Br J Ind Med. 1987 Apr;44(4):250-8
36. Kunze E., Chang-Claude J., Frentzel-Beyme R.; Life style and occupational risk factors for bladder cancer in Germany. A case-control study; Cancer. 1992 Apr 1;69(7):1776-90
37. Birk T., Mundt KA., Dell LD., Luippold RS.; Miksche L., Steinmann-Steiner-Haldenstaett W., Mundt DJ; Lung cancer mortality in the German chromate industry, 1958 to 1988; Occup Environ Med. 2006 Apr;48(4):426-8
38. Luippold RS., Mundt KA., Austin RP., Liebig E., Panko J., Crump C., Crump K., Proctor D.; Lung cancer mortality among chromate production workers; Occup Environ Med. 2003 Jun;60(6):451-7
39. Robert M.Park, James F.Bena, Leslie T.Stayner, Randall J.Smith, Herman J.Gibb, and Peter S.J.Lees; Hexavalent chromium and lung cancer in the chromate industry: a quantitative risk assessment; Risk Analysis, Vol.24, No 5, 2004
40. Tom Sorahan, Denys CL.Burges, Linda Hamilton, J.Malcolm Harrington; Lung cancer mortality in nichel/chromium platers, 1946-95; Occup Environ Med 1998;55:236-242

## **5 ALLEGATI**

ALLEGATO 1: Elenco sostanze maggiormente utilizzate nelle industrie galvaniche del comparto.

ALLEGATO 2: Abbreviazioni circa: gli effetti critici, note, definizioni di cancerogenicità, frasi di rischio.

ALLEGATO 3: Questionario per le aziende.

ALLEGATO 4: Tabelle di riepilogo dell'attività di campionamento (postazioni di prelievo e risultati analitici) delle ditte galvaniche in cui è stato eseguito il monitoraggio ambientale.

Allegato 1 - QUESTIONARIO INVIATO ALLE AZIENDE

# Regione Piemonte



**A.S.L. n. 13 ed A.S.L. n. 14**  
**Servizi Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro**

***Piano di intervento mirato alla riduzione dei rischi professionali nel comparto galvaniche***

**Questionario per le aziende**

## 1. DATI GENERALI

<b>DATI AZIENDA</b>
1. Ditta .....
2. Sede legale .....
3. Sede operativa .....
4. Legale Rappresentante .....
5. Nato a .....6. il .....
7. Residente .....
8. Nominativo R.S.P.P. ....
9. Nominativo R.L.S o R.L.S.T:.....
10. Nominativo Medico Competente .....
indirizzo.....tel.....

<b>CARATTERIZZAZIONE DELL'INSEDIAMENTO PRODUTTIVO</b>
11. Classificazione ISTAT .....
12. Codice INAIL .....
13. Superficie totale ..... Mq. , di cui coperti .....mq.
14. Superficie di locali sotterranei o seminterrati adibiti a lavorazioni continuative No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> .....mq
15. Anno di inizio dell'attività attuale .....
16. Attività principale e tipologia dei manufatti realizzati : ..... .....

### 16. bis Certificazioni di sistema o di prodotto

<input type="checkbox"/> ISO 9001 – Vision 2000
<input type="checkbox"/> UNI EN ISO 14001
<input type="checkbox"/> EMAS
<input type="checkbox"/> OSHAS
<input type="checkbox"/> Marchio di qualità del prodotto: .....

Altro .....

### 17. Addetti all'azienda

Numero di addetti

fino a 10    da 11 a 20    da 21 a 50    da 51 a 100    oltre 100

di cui n° .....soci lavoratori

### 18. Ripartizione per sesso e categorie

Numero	operai	Impiegati	Apprendisti	Contratti di formazione lavoro	Soci lavoratori	Tot.
Uomini						
Donne						
Totale						

19. Lavoratori atipici   NO                       SI

Se sono presenti indicare:

Numero medio annuo dei lavoratori interinali: \_\_\_\_\_

Descrizione delle mansioni/compiti lavorativi a cui sono adibiti

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 20. Lavori in appalto (interni/esterni)

Lavoratori esterni esposti in azienda NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	Tipologia di servizi/lavorazioni*
	_____
	_____
	_____
	_____

<b>Lavoratori propri esposti in altre aziende</b> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	<b>Tipologia di servizi/lavorazioni*</b>
	_____
	_____
	_____

**\*schema indicativo dei servizi/lavorazioni in appalto**

Manutenzione edilizia (trattamenti conservativi, imbiancatura ecc.)
Manutenzione elettrica
Manutenzione idraulica
Manutenzione straordinaria dell'impianto produttivo o degli impianti.
Manutenzione meccanica
Servizi di pulizia

**21. Detenzione gas tossici** NO  SI

Se sono presenti indicare:

<b>Se l'azienda è provvista di:</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>
Autorizzazione e detenzione dei gas tossici (R.D. 09.01.1927 n.147 e s.m.i.)		
Elenco gas tossici impiegati nel ciclo .....		
.....		

**2. REPARTO GALVANICA**

**22. Addetti al reparto**

n. addetti reparto galvanica	Impiegati Tecnici	Operai	Apprendisti	Contratti di formazione lavoro	Soci lavoratori	Totale
Uomini						
Donne						
Totale						

**23. Numero degli ADDETTI ALLE LAVORAZIONI suddivisi per mansioni**

Mansione*	Descrizione dei compiti lavorativi	Numero addetti	Impiego di lavoratori interinali
			NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>

**\* schema indicativo delle mansioni svolte**

controllo vasche
pulizia vasche
carico/scarico pezzi sul telaio
carico/scarico telai sugli impianti
manutenzione vasche
Responsabile tecnico d'impianto

**24. Tipologia dell'impianto :**

**Configurazione**

	Automatico	Semiautomatico	Manuale	Numero di linee
Giostra ad anello	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Giostra ad U	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
In linea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Altro _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Struttura**

La struttura dell'impianto è:

<input type="checkbox"/> Tunnel	e utilizza	<input type="checkbox"/> barili	<input type="checkbox"/> telai
<input type="checkbox"/> Vasche chiuse	e utilizza	<input type="checkbox"/> barili	<input type="checkbox"/> telai
<input type="checkbox"/> Vasche aperte	e utilizza	<input type="checkbox"/> barili	<input type="checkbox"/> telai

**Movimentazione dei bagni:**

Aria insufflata	
Eiettori immersi	
Movimentazione catodica	
Altro (specificare)	
Altro (specificare)	

In caso di spandimenti pericolosi la sostanza resta confinata: NO  SI

In caso di risposta affermativa indicare:

<input type="checkbox"/> doppia vasca	<input type="checkbox"/> bacino di contenimento
<input type="checkbox"/> altro _____	

**25. ALLEGARE SCHEMA PLANIMETRICO DELLE LINEE E DEGLI IMPIANTI GALVANICI**

<p>La ventilazione naturale é integrata con sistemi meccanici? (ventole/torri)</p> <p>NO <input type="checkbox"/>                      SI <input type="checkbox"/></p>
<p>La zona vasche e' separata dagli altri reparti? NO <input type="checkbox"/>                      SI <input type="checkbox"/></p>

**26. PRE - TRATTAMENTI GALVANICI**

Processo	Tipo di trattamento	N° Vasche	Volume vasche	Linea aspirata		Attività occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
<b>Sgrossatura</b> <input type="checkbox"/>	Alcalina <input type="checkbox"/>							
	Con cianuri <input type="checkbox"/>							
	Con solventi clorurati <input type="checkbox"/>							
	Elettrolitica alcalina <input type="checkbox"/>							
	Elettrolitica con cianuri <input type="checkbox"/>							
	Ultrasuoni <input type="checkbox"/>							
	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
<b>Decapaggio</b> <input type="checkbox"/>	Acidi forti (specificare)							
	_____ <input type="checkbox"/>							

	Elettrolitico <input type="checkbox"/>							
	Derivati amminici <input type="checkbox"/>							
	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
<b>Neutralizzazione</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
<b>Mordenzatura</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <b>Altro</b> _____	_____ <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <b>Altro</b> _____	_____ <input type="checkbox"/>							
VOLUME TOTALE DELLE VASCHE:								

### 27. ALTRI PROCESSI DI PRE TRATTAMENTO NON COMPRESI NELLE PRECEDENTI VOCI ED ESEGUITI NEL REPARTO GALVANICA

(es.: smerigliatura, sabbiatura, molatura, burattatura, ecc.)

Tipo di trattamento	Descrizione

### 28. TRATTAMENTI GALVANICI

Processo	Tipo di trattamento	N° vasche	Volume vasche	Linea		Attività		
				aspirata		occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
<b>Ramatura</b> <input type="checkbox"/>	Rame alcalino <input type="checkbox"/>							
	Rame acido <input type="checkbox"/>							
	Rame pirofosfato <input type="checkbox"/>							
	Rame chimico <input type="checkbox"/>							

<b>Nichelatura</b> <input type="checkbox"/> <b>superficie non metallica</b> <input type="checkbox"/> <b>superficie metallica</b> <input type="checkbox"/>	Lucido tipo watts <input type="checkbox"/>								
	Satinato <input type="checkbox"/>								
	Sulfammato <input type="checkbox"/>								
	Strike wood <input type="checkbox"/>								
	Electroless nickel (per plastica) <input type="checkbox"/>								
	Electroless nickel (per metalli) <input type="checkbox"/>								
<b>Cromatura</b> <input type="checkbox"/> <b>superficie non metallica</b> <input type="checkbox"/> <b>superficie metallica</b> <input type="checkbox"/>	Cromo lucido Decorativo <input type="checkbox"/>								
	Cromo duro a spessore <input type="checkbox"/>								
	Cromatura sottile <input type="checkbox"/>								
	Altro _____ <input type="checkbox"/>								
<b>Zincatura (zinco e sue leghe)</b> <input type="checkbox"/>	Zinco alcalino al cianuro <input type="checkbox"/>								
	Zinco alcalino senza cianuro <input type="checkbox"/>								
	Zinco lega (ferro nickel) <input type="checkbox"/>								
	Zinco acido <input type="checkbox"/>								
	Altro _____ <input type="checkbox"/>								

**Segue trattamenti galvanici:**

Processo	Tipo di trattamento	N° vasche	Volume vasche	Linea		Attività		
				aspirata		occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
<b>Stagnatura</b> <b>Stagno e sue</b> <b>leghe</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
<b>Leghe di rame</b> <input type="checkbox"/>	Ottone <input type="checkbox"/>							
	Bronzo <input type="checkbox"/>							
	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
<b>Metalli preziosi</b> <input type="checkbox"/>	Argento <input type="checkbox"/>							
	Oro <input type="checkbox"/>							
	Platino <input type="checkbox"/>							
	Rodio <input type="checkbox"/>							
	Palladio <input type="checkbox"/>							
	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
<b>Ossidazione</b> <b>Anodica</b> <b>Alluminio</b> <input type="checkbox"/>	Anodizzazione con acido solforico <input type="checkbox"/>							
	Anodizzazione con acido cromatico <input type="checkbox"/>							
<b>Fosfatazione</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
<b>Lucidatura</b> <b>Elettrolitica</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
<b>Anodizzazione</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
VOLUME TOTALE DELLE VASCHE:								

**29. ALTRI PROCESSI DI TRATTAMENTI GALVANICI NON COMPRESI NELLE PRECEDENTI VOCI**

Processo	Tipo di trattamento	N° vasche	Volume vasche	Linea aspirata		Attività occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
VOLUME TOTALE DELLE VASCHE:								

**30. POST TRATTAMENTI GALVANICI**

Processo	Tipo di trattamento	N° vasche	Volume vasche	Linea aspirata		Attività occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
<b>Passivazioni</b> <input type="checkbox"/>	Conversione con Cromati <input type="checkbox"/>							
	Colorazioni <input type="checkbox"/>							
	Con cromo trivalente <input type="checkbox"/>							
	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
<b>Sigillanti</b> <input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							
VOLUME TOTALE DELLE VASCHE:								

**31. ALTRI PROCESSI DI POST TRATTAMENTI NON COMPRESI NELLE PRECEDENTI VOCI**

Processo	Tipo di trattamento	N° vasche	Volume vasche	Linea aspirata		Attività occasionale		
				NO	SI	NO	SI	Giorni/mese
	_____ <input type="checkbox"/>							
	_____ <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	_____ <input type="checkbox"/>							

	Altro _____ <input type="checkbox"/>							
VOLUME TOTALE DELLE VASCHE:								

### 32. Deposito - magazzino

Le sostanze pericolose sono immagazzinate in apposito locale separato?	<b>No</b>	<b>Si</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se la risposta è no, indicare quale tipo di separazione fisica esiste comunque con il resto del luogo di lavoro in cui avviene il processo.		
.....		
.....		

### 32 bis. Stoccaggio sostanze pericolose

All'interno del magazzino/deposito, secondo quale criterio sono tenuti separati i diversi preparati ( o sostanze) pericolosi?
.....
.....

### 33. In caso di emergenza

Nei reparti di trattamenti galvanici sono presenti docce e lava – occhi di emergenza?	<b>No</b>	<b>Si</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 34. Dispositivi di protezione individuale

Sono stati forniti i dispositivi di protezione individuale (DPI) ai lavoratori che operano nel reparto?	<b>No</b>	<b>Si</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 35. Abbigliamento e indumenti di protezione

Se alla domanda n. 34 è stato risposto affermativamente completare la seguente tabella:

Dispositivi di protezione	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>TIPO</i>
Tuta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grembiule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Guanti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Occhiali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Maschere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stivali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Eventuali note e/o osservazioni:**



## ALLEGATO 2 – CHECK-LIST PER I SOPRALLUOGHI NELLE AZIENDE

# CHECK-LIST GALVANICHE

Data: \_\_\_\_\_

Operatori: \_\_\_\_\_

DITTA: .....

## A. IMPIANTO GALVANICO

SI NO

- 1) E' fisicamente separato dagli altri locali?
- 2) E' dotato d'ideale superficie aerante o in alternativa d'ideale impianto di aerazione forzata?
- 3) E' dotato d'ideale superficie illuminante o in alternativa d'ideale impianto di illuminazione artificiale?
- 4) Il pavimento e le pareti del locale sono in condizioni tali da consentire una facile e completa asportazione delle materie pericolose o nocive che possano eventualmente depositarsi?
- 5) Le vasche sono dotate di ideale cartellonistica con indicazione del contenuto?
- 6) Le tubazioni contenenti liquidi pericolosi hanno contrassegni e colorazione ideale il cui significato è noto ai lavoratori?
- 7) Le vasche ed i recipienti aperti con i bordi a livello o ad altezza inferiore a cm. 90 dal pavimento o dalle piattaforme di lavoro sono difese, su tutti i lati mediante parapetto di altezza non minore di 90 cm., a parete piena o con almeno due correnti?
- 8) Le vasche sono dotate di cordoli o di bacino di contenimento?
- 9) Le vasche sono dotate di tubazioni di scarico di troppo pieno per impedire traboccamenti?
- 10) Le vasche riscaldate sono dotate di sistemi di controllo della temperatura?
- 11) Le vasche di elettrodeposizione sono dotate di ideale impianto di aspirazione localizzata?  
In caso affermativo indicare la tipologia dell'impianto di aspirazione:  
.....  
.....
- 12) Le vasche dei lavaggi sono dotate di ideale impianto di aspirazione localizzata?
- 13) In caso di guasti o malfunzionamenti agli impianti di aspirazione vi è un sistema di segnalazione e/o di allarme?
- 14) L'impianto di aspirazione resta costantemente inserito?
- 15) Le vasche sono dotate di chiusura (coperchio mobile) nella zona superiore o di deposito superficiale di prodotti che limitano l'evaporazione? (palline o schiumogeni)
- 16) Le tubazioni e le apparecchiature sono costruite e collocate in modo che in caso di perdite di liquidi o di rotture degli elementi dell'impianto non vi siano danni ai lavoratori?
- 17) E' tenuto, a disposizione del personale, un numero adeguato di maschere di protezione e idonei DPI da usare in caso di emergenza?
- 18) Le vasche contenenti cianuri sono provviste di indicatore di alta temperatura con allarme acustico e visivo?
- 19) Esistono procedure sulle operazioni di immissione, aggiunta e estrazione dei prodotti nelle vasche?
- 20) Esistono delle procedure scritte per le operazioni di lavaggio, svuotamento e manutenzione delle vasche?
- 21) E' presente ideale doccia dotata di lava-occhi d'emergenza?
- 22) La zona di carico/scarico pezzi è separata dalle vasche?
- 23) I pezzi manipolati nella zona carico/scarico risultano asciutti?
- 24) La preparazione dei componenti del bagno galvanico avviene in un locale separato?
- 25) La preparazione dei componenti del bagno galvanico avviene sotto cappa o in luogo dotato di aspirazione localizzata?
- 26) Vi sono travasi effettuati manualmente?  
Se si da quanti addetti: .....
- 27) Vi è un controllo chimico fisico dei bagni?  
Se si da quanti addetti: .....

## B. DEPOSITO-MAGAZZINO

SI NO

- 1) E' fisicamente separato dagli altri locali?
- 2) E' dotato d'ideonea superficie aerante o in alternativa d'ideoneo impianto di aerazione forzata?
- 3) E' dotato d'ideonea superficie illuminante o in alternativa d'ideoneo impianto di illuminazione artificiale?
- 4) Il pavimento del locale e le pareti sono in condizioni tali da consentire una facile e completa asportazione delle materie pericolose o nocive che possano eventualmente depositarsi?
- 5) E' dotato di adeguata segnaletica di sicurezza?
- 6) Le sostanze differenti che possono reagire tra loro sono immagazzinate separatamente in aree opportunamente designate e poste ad idonea distanza?
  - 7) Le sostanze cancerogene sono depositate in locale dedicato e separato?
  - 8) Le caratteristiche del locale o area di immagazzinamento tengono conto dei consigli di prudenza indicati sulle etichette delle confezioni delle sostanze pericolose depositate?
- 9) E' tenuto, a disposizione del personale, un numero adeguato di maschere di protezione ed idonei DPI da usare in caso di emergenza?
- 10) E' presente idonea doccia dotata di lava-occhi d'emergenza?
- 11) E' dotato di idonea segnaletica (cartelli e segnaletica orizzontale) per operare in sicurezza durante l'utilizzo di carrelli elevatori?
- 12) Nel caso d'utilizzo di carrelli elevatori esiste una zona separata ed opportunamente aerata per la loro carica?

## C. CONTENITORI

SI NO

- 1) Le chiusure sono tali da impedire la fuoriuscita del contenuto durante la movimentazione?
- 2) Sono adeguati alla natura del loro contenuto?
- 3) Sono correttamente etichettati?
- 4) Sono tenuti costantemente chiusi?
- 5) Sono disposti l'uno sopra l'altro in modo tale da poter provocare danni a quelli sottostanti?
- 6) Gli scaffali sui quali sono depositati hanno l'indicazione della portata e sono fissati per evitare eventuali ribaltamenti?
- 7) Sono provvisti di maniglie e/o attrezzi idonei per una sicura ed agevole movimentazione?
- 8) Il trasporto è effettuato con mezzi e sistemi tali da evitare cadute e rovesciamenti?
- 9) Quelli non più utilizzati vengono bonificati e smaltiti?

## D. DPI

SI NO

- 1) Il datore di lavoro ha dotato i lavoratori di dispositivi personali di protezione idonei in relazione alla natura delle operazioni da svolgere:

Maschere

Guanti anti-acido/corrosione

Tuta antiacido/corrosione

Grembiule anti-acido/corrosione

Occhiali

Stivali anti-acido/corrosione

- 2) I DPI dopo il loro utilizzo vengono riposti in luogo pulito e protetto?
- 3) Il personale è informato sui rischi dai quali il DPI lo protegge?
- 4) Il personale ha avuto un'adeguata formazione ed uno specifico addestramento circa l'utilizzo teorico pratico dei DPI?

## **E. SVERSAMENTI ACCIDENTALI**

**SI NO**

- 1) Sono previsti dei sistemi di contenimento o di raccolta delle sostanze? (bacini di contenimento, canalizzazione per la raccolta in idonea vasca, materiale assorbente)
- 2) Sono previsti sistemi di estrazione dell'aria in caso di emergenza?
- 3) Sono presenti in prossimità delle vasche, lava-occhi e docce di emergenza?
- 4) I lavoratori che intervengono hanno a disposizione mezzi personali di protezione da utilizzare in caso di necessità?
- 5) Esistono delle procedure scritte su come intervenire in caso di sversamenti accidentali?
- 6) Il personale è formato, informato ed addestrato sulle procedure da adottare in caso di sversamenti?

## **F. PULIZIA LOCALI DI LAVORO**

**SI NO**

- 1) Viene effettuata regolarmente la pulizia locali di lavoro ove si impiegano, manipolano e trasportano prodotti tossici, asfissianti, irritanti ed infettanti nonché nei luoghi dove possano svilupparsi o diffondersi gas, vapori o altre emanazioni tossiche o asfissianti?
- 2) Viene effettuata regolarmente la pulizia negli altri locali?

## **G. SERVIZI SANITARI**

**SI NO**

- 1) Infermeria
- 2) Cassetta di pronto soccorso
- 3) Contenuto pacchetto di medicazione .....
- 4) Antidoti specifici

## **H. SERVIZI IGIENICO ASSISTENZIALI**

**SI NO**

- 1) W.C. in numero adeguato
- 2) W.C. separati per sesso
- 3) Aerazione W.C.
- 4) Arredo W.C. adeguato (spazzola e carta igienica)
- 5) Sapone liquido e asciugamani a perdere
- 6) Docce
- 7) Aerazione docce
- 8) Spogliatoi
- 9) Aerazione spogliatoi
- 10) Armadietti a doppio scomparto
- 11) Servizi igienico assistenziali

## **I. PREVENZIONE INCENDI**

**SI NO**

- 1) In prossimità dei reparti o al loro interno sono presenti idonei mezzi di estinzione, in adeguato numero?  
Estintori a polvere  
Estintori a CO2  
Altro .....
- Manichetta ad acqua
- 2) Vi sono cartelli segnaletici indicanti le vie di fuga e le uscite di emergenza?
- 3) Il personale è formato, informato ed addestrato sulle procedure da adottare in caso di incendio?
- 4) Esiste un piano di evacuazione ed emergenza redatto ai sensi della normativa vigente?

**L. ADEMPIMENTI al D.Lgs 626/94**

**SI      NO**

- 1) Il personale è formato ed informato sui rischi per la sicurezza e la salute connessi all'attività dell'impresa in generale?
- 2) Il personale è formato, informato ed addestrato sull'utilizzo delle attrezzature e dei macchinari presenti in azienda?
- 3) Il personale è formato ed informato sulla corretta movimentazione manuale dei carichi e sui rischi ad essa connessi?
- 4) Il personale è formato ed informato sui rischi per la salute connessi all'utilizzo di agenti cancerogeni?

**Allegato 3 – CHECK-LIST PER LA VALUTAZIONE DEI DOCUMENTI DEL RISCHIO  
CHIMICO E CANCEROGENO**



5. Sono presenti agenti cancerogeni e/o mutageni? **si** **no**
- a) Sono state svolte indagini per la sostituzione degli agenti cancerogeni e/o mutageni? **si** **no**
- b) Esiste un piano di monitoraggio ambientale? **si** **no**
6. Sono specificate le condizioni tecnologiche dei processi produttivi?
- a) stato fisico delle sostanze **si** **no**
- b) tipologia dell'impianto (manuale, automatico, ciclo chiuso, ecc.) **si** **no**
- c) condizioni tecnologiche (temperatura, pressione, ecc.) **si** **no**
- d) misure di prevenzione adottate (aspirazioni, DPI, ecc.) **si** **no**
- e) possibilità di contatto cutaneo **si** **no**
- f) sono allegate le schede di elaborazione dei dati per la determinazione dell'indice di rischio? **si** **no**
7. Nel calcolo dell'indice di rischio per la mansione, sono considerati eventuali effetti additivi tra diverse sostanze in uso ? **si** **no**

Come? \_\_\_\_\_

---

8. L'esito della valutazione dei rischi ha portato ad una chiara identificazione rispetto alle classificazioni in **rischio moderato** ovvero **superiore a moderato**?

**si** **no** **in parte**

9. Se è stato fatto il monitoraggio ambientale, le misurazioni sono state effettuate secondo i criteri e i metodi dell'allegato VIII-*sexies* così come previsto dall'art. 72-*sexies* comma 2:

**si** **no**

- a) sono riportati i valori limite di esposizione e i valori limite biologici per le sostanze misurate?

**si** **no**

10. In merito alle misure generali e specifiche di prevenzione e protezione nel documento sono indicate:

- a) Progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione

**si** **no** **in parte**

- b) Forniture di attrezzature idonee per il lavoro specifico e relative procedure di manutenzione adeguate

**si** **no** **in parte**

- c) Riduzione al minimo del numero dei lavoratori esposti

**si** **no** **in parte**

- d) Misure igieniche adeguate

**si** **no**

- e) Riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro

**si** **no**

- f) Sostituzione dell'agente chimico pericoloso

**si** **no**

- g) Misure di protezione individuale

**si** **no** **in parte**

11. Sono riportate le particolari disposizioni in caso di incidenti o di emergenze?

**si** **no**

12. Viene effettuata la sorveglianza sanitaria relativamente agli agenti chimici?

**si** **no**

13. La valutazione dei rischi è integrata dai dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria?

si

no

14. La valutazione dei rischi è integrata dai dati per il monitoraggio biologico?

si

no

15. È stato valutato il rischio per le lavoratrici madri?

si

no

**Difformità tra il documento e la realtà aziendale (sopralluogo del \_\_\_\_\_)**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Osservazioni personali**

---

---

---

---

---

**Data compilazione \_\_\_\_\_ Operatore \_\_\_\_\_**

## GUIDA ALLA COMPILAZIONE

**Domanda 1:** si può rispondere **SI** a questa domanda quando esiste una lista formalizzata (scritta) che contenga tutte le sostanze e i preparati detenuti o utilizzati in azienda e le relative frasi di rischio R che classificano gli agenti chimici pericolosi, compresi gli eventuali agenti chimici pericolosi che si sviluppano dai processi lavorativi. Si può rispondere **IN PARTE** solo dopo aver effettuato una visita negli ambienti di lavoro e/o dopo altra verifica (ad es. questionario) nella quale si sia constatata la presenza di agenti chimici non valutati nel documento.

**Domanda 2:** si può rispondere **SI** se sono chiaramente espressi in premessa i criteri e il metodo seguito nella valutazione, anche se non si tratta di uno dei metodi suggeriti dalle Linee Guida delle Regioni.

**Domanda 3:** si può barrare la risposta **b)** o **c)** se è stato effettuato il monitoraggio ambientale **E** i dati sono stati utilizzati per la valutazione del rischio.

**Domanda 6:** si può rispondere **SI al punto d)** solo quando sono chiaramente indicate le tipologie dei DPI che devono essere utilizzati (ad esempio: non si può rispondere SI quando si è in presenza di una indicazione del tipo "guanti di protezione contro i prodotti chimici").

**Domanda 4:** si può rispondere **SI ai punti a) e b)** anche se la descrizione del ciclo produttivo e il lay-out degli impianti sono contenuti nel documento di valutazione generale dei rischi della ditta e non sono allegati alla valutazione del rischio chimico. Non si deve rispondere SI al punto 4d) se il dato viene estrapolato dalle schede di elaborazione dei dati per la valutazione dell'indice di rischio.

**Domanda 7:** si può rispondere **SI** se, in presenza di sostanze che abbiano il medesimo organo bersaglio o la medesima tossicità, sia stata effettuata una valutazione complessiva dell'esposizione a tali sostanze. Può essere stato seguito il metodo di InfoRISK, che suggerisce di sommare le quantità delle sostanze che abbiano la medesima frase di rischio, oppure altri metodi che facciano riferimento a dati della letteratura tossicologica.

**Domanda 8:** si può rispondere **SI** a questa domanda quando nel documento di valutazione dei rischi ovvero nell'autocertificazione risulti in termini espliciti come l'azienda abbia classificato i lavoratori rispetto al rischio moderato o superiore al moderato.

Tale classificazione deve essere esplicitata per le varie tipologie di rischio attinenti alla salute e alla sicurezza:

- Tossicologico
- Infortunistico
- Incendio/Esplosione

Quindi, la classificazione in rischio moderato o superiore al moderato è da considerarsi idonea quando questa ha considerato tutti gli agenti chimici pericolosi, tutti i lavoratori esposti al rischio e tutte le tipologie di rischio.

Si può rispondere **in parte** quando ad esempio la classificazione di rischio sia stata effettuata per alcune mansioni e non per altre; in questo caso dettagliare nella nota le motivazioni per le quali si è risposto "in parte".

**Domanda 9:** si può rispondere **SI** a questa domanda quando sono disponibili i rapporti di prova relativi alla norma UNI EN 689.

**Domanda 10:** quando si risponde **in parte** occorre dettagliare nella nota le motivazioni per le quali si è data questa risposta.

Allegato 4 – INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DEL DOCUMENTO DI VALUTAZIONE  
DEL RISCHIO CHIMICO

**“INDICAZIONI GENERALI PER LA REDAZIONE DEL DOCUMENTO DI  
VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO”**

Nel documento di valutazione devono essere presenti:

- a) descrizione del ciclo produttivo con riferimento particolare alla tipologia di trattamento superficiale effettuato.
- b) descrizione dell’impianto galvanico installato (manuale, automatico, ciclo chiuso, nr. vasche) e della tipologia di impianto di aspirazione (vasche aspirate, posizionamento bocchette, potenza...) ed eventuali accorgimenti impiantistici migliorativi (coperchi automatici delle vasche, bacini di contenimento,..)
- c) uno schema (es. blocchi) rappresentante le diverse vasche del processo galvanico (sgrassaggio, lavaggio, neutralizzazione, nichelatura, cromatura,...). In tale rappresentazione dovranno essere riportati per ciascuna vasca le seguenti caratteristiche:
  - ✓ sostanze introdotte e loro concentrazione (sia nome commerciale che composizione)
  - ✓ etichettatura della vasca (nociva, corrosiva,..)
  - ✓ temperatura della vasca
  - ✓ capacità
  - ✓ Altro...
- d) elenco delle mansioni degli addetti specificando fasi operative e tempi (es. addetto alla galvanica: “X” ore controllo vasche, “X” ore addetto carico/scarico....) ed individuazione delle figure che si occupano delle operazioni di manutenzione e pulizia
- e) elenco delle sostanze e dei preparati chimici presenti come prodotti finiti o utilizzati in ambiente di lavoro, stoccati e immagazzinati, trasportati o prodotti come rifiuti, con le loro proprietà pericolose e le quantità utilizzate su base mensile/annuale (le

schede di sicurezza presenti in azienda devono essere aggiornate al D.M.S. 7/9/02). Indicare eventuale presenza di sostanze cancerogene, per le quali dovrà essere condotta una valutazione aggiuntiva ai sensi del TITOLO VII del D.Lgs. 626/94.

- f) Specificare il metodo di valutazione adottato e se questo si basa su:
  - 1) Stima del rischio mediante algoritmo
  - 2) Misura diretta dell'esposizione
  - 3) Entrambi
- g) Devo essere allegate le misure degli agenti chimici pericolosi o, se stimato, le schede di elaborazione dei dati per la determinazione dell'indice di rischio.
- h) Parte integrante della valutazione sono le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese; pertanto dovrà essere allegato al documento la relazione annuale redatta dal medico competente, con i dati anonimi e collettivi della situazione sanitaria dei lavoratori (es. presenza di malattie professionali, dati di monitoraggio biologico, eventi infortunistici connessi al rischio specifico, ecc.)
- i) dovrà essere preso in considerazione il rischio per le lavoratrici madri (cambiamento di mansione o astensione anticipata)

**In esito alla valutazione così condotta deve essere esplicitata la classificazione in "Rischio Moderato" o "Superiore al Moderato", in relazione ai rischi per la salute (Tossicologico) o ai rischi legati alla sicurezza (incendio, esplosione, infortunio). Tale classificazione deve essere, ovviamente, riferita ai singoli lavoratori (o a gruppi omogenei) e non alla sostanza o alla lavorazione.**

Nel documento di valutazione del rischio devono essere indicate le MISURE GENERALI e SPECIFICHE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

1. progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione. Si dovrà valutare:
  - ✓ l'adeguatezza e la possibilità di miglioramento degli impianti esistenti (es. potenziamento aspirazione, segregazione linea, copertura vasche, aspirazione telai, ecc.)
  - ✓ la presenza e l'adeguatezza delle procedure di lavoro, in particolare per le fasi di reintegro delle vasche, di attività di manutenzione e di tutte le operazioni per le quali è prevedibile la possibilità di significativa esposizione
2. fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e relative procedure di manutenzione adeguate
  - ✓ ad es. pompe per l'aggiunta di prodotti nelle vasche con procedure per il lavaggio e il ritiro dopo l'uso
  - ✓ necessità di attrezzare zone per la pesatura, diluizione o miscelazione di sostanze, con cappe aspiranti
3. riduzione al minimo del numero dei lavoratori esposti
  - ✓ valutare la necessità di compartimentazioni per la separazione delle lavorazioni più pericolose allo scopo di non esporre indebitamente lavoratori a sostanze pericolose (ad es. addetti al carico/scarico dei pezzi e alla conduzione impianto)
  - ✓ procedure di accesso ai bagni galvanici e identificazione degli addetti autorizzati
4. misure igieniche adeguate
  - ✓ valutazione dell'adeguatezza di bagni, docce e spogliatoi
  - ✓ presenza di lava occhi e docce di emergenza sulla linea
  - ✓ disposizioni su lavarsi dopo il turno di lavoro
  - ✓ procedure di lavaggio e conservazione degli indumenti da lavoro
5. riduzione al minimo delle quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità delle lavorazioni

- ✓ specificare se l'aggiunta di prodotti alle vasche è stata data in appalto ad altra ditta
- ✓ modalità di stoccaggio dei prodotti in appositi magazzini, tenendo conto delle possibili incompatibilità tra gli stessi.
- ✓ Procedure per il trasporto dei contenitori delle sostanze pericolose

#### 6. misure di protezione individuali

I DPI dovranno essere individuati in funzione degli agenti chimici pericolosi e delle mansioni dei lavoratori esposti (specificare dettagliatamente il tipo e l'uso, con procedura di sostituzione o pulizia)

#### 7. informazione e formazione

- ✓ Dovrà essere indicata l'attività di formazione sul rischio specifico già effettuata e il programma di aggiornamento previsto

NEL CASO DI **RISCHIO SUPERIORE AL MODERATO** VANNO INOLTRE INDICATI NEL DOCUMENTO

1. Ricerche per sostituire l'agente chimico pericoloso con altri che non lo sono o lo sono meno (eventuale giustificazione della non sostituibilità del prodotto)
2. i risultati delle misurazioni periodiche, che devono essere effettuate secondo i criteri dell'allegato VIII-sexies
3. sorveglianza sanitaria

Deve essere riportata la relazione del Medico Competente con il piano di sorveglianza sanitario relativo agli agenti chimici. Nel caso di periodicità diversa dall'annuale, vanno indicate, a cura del medico competente, le motivazioni che giustificano la periodicità scelta

#### 4. i risultati del monitoraggio biologico

Per gli agenti chimici pericolosi per i quali è fissato un Valore Limite Biologico nella norma italiana, nel documento devono essere riportati in forma anonima i risultati

del Monitoraggio Biologico. Dovrà inoltre essere preso in considerazione il rischio per le lavoratrici madri ( a quale altra mansione è possibile adibirle)

5. misure da adottare in caso di emergenza

dovranno essere indicati nel documento di valutazione del rischio (o del piano di emergenza previsto dal D.M. 10/3/98) aspetti riguardanti:

- ✓ Esercitazione di sicurezza da effettuarsi ad intervalli regolari
- ✓ Misure di pronto soccorso
- ✓ Indumenti e dispositivi di protezione individuale per operare in emergenza
- ✓ Sistemi di allarme
- ✓ Adeguate procedure di emergenza per intervenire su possibili sversamenti di sostanze

E' opportuno che per tutti gli interventi di miglioramento vengano previsti tempi di attuazione, identificati i responsabili di tali interventi e indicati gli addetti al controllo.