

# **Progetto Benchmarking**

---

**Linea guida per la valutazione del rischio chimico  
nei laboratori delle Agenzie Ambientali**

**2005-2006**

---

---

### **Informazioni legali**

L'APAT ed il sistema ARPA-APPA delle Agenzie ambientali o le persone che agiscono per conto delle Agenzie stesse non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento.

### **APAT**

Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i Servizi Tecnici  
Via Vitaliano Brancati, 48  
00144 Roma  
Tel. 06 5007-1/Fax 06 5007 2078

### **Segreteria di Redazione**

testai@apat.it  
Tel. 06 5007 2813  
Fax 06 5007 2059  
www.apat.it

© APAT, 2005

ISBN: 88-448-0196-5

Riproduzione autorizzata  
citando la fonte

### **Elaborazione grafica**

APAT  
Grafica di copertina:  
Franco Iozzoli

### **Coordinamento tipografico e distribuzione**

Olimpia Girolamo

### **Impaginazione e stampa**

I.G.E.R. srl  
Viale C.T. Odascalchi, 67/A  
00147 Roma

**Finito di stampare maggio 2006**

---

**Capoprogetto****del Tavolo “Rischio chimico nei laboratori delle Agenzie Ambientali”**

Vincenzo Infantino (ARPA Sicilia)

**Coordinamento:**

Vincenzo Infantino (ARPA Sicilia)

Antonino Panepinto (ARPA Sicilia)

**Tavolo di Lavoro:****APAT**

Luigi Archetti

Anna Maria Barreca

**ARPA Basilicata**

Andrea Genovese

**ARPA Emilia Romagna**

Maria Grazia Marchesiello

**ARPA Liguria**

Daniela Viglione

Massimiliano Albertazzi

Elio Zunino

**ARPA Marche**

Gilberto Cioci

**ARPA Sicilia - Agenzia leader**

Vincenzo Infantino

Antonino Panepinto



---

## **Il Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro”**

### **A. DOCUMENTO ISTITUTIVO**

A conclusione di un percorso iniziato al Consiglio Federale di Genova nel febbraio 2002 con la presentazione di una scheda tecnica e successivamente proseguito con la lettera dell'Ing. Giorgio Cesari dell'aprile 2004 ai Direttori Generali del Sistema ARPA-APPA, con la nota informativa al Consiglio Federale di Aosta di settembre ed infine col Documento programmatico del Gruppo di Lavoro APAT/ARPA/APPa sul D.Lgs.n. 626/94 di ottobre, in cui, all'unanimità, recependo le indicazioni dei rispettivi Direttori, si esprime a favore dell'iniziativa, l'APAT istituisce il 22 dicembre 2004 il Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro”, che si propone come polo di servizi specialistico a favore del Sistema Agenziale, dotato di risorse autonome, umane ed economiche, finalizzato alla promozione ed al miglioramento continuo del Sistema I&S Agenziale, perseguito tramite i seguenti processi metodologici:

1. benchmarking interno e, eventualmente, anche esterno, al fine di omogeneizzazione, raccordo ed integrazione di soluzioni e scelte già positivamente adottate, soprattutto verso le Agenzie ancora in fase di costruzione;
2. proposizione di un modello di economie di scala di risorse umane e finanziarie, basato sulla possibilità di definire forme di collaborazione e di focalizzare sinergie di competenze a servizio al Sistema Agenziale.

In considerazione dell'attività del C.I. di benchmarking e di confronto tra i Sistemi I&S delle Agenzie, attività, peraltro, rientrante tra le linee strategiche dell'Atto di Indirizzo di ONOG siglato tra i Legali Rappresentanti delle Agenzie il 7 marzo 2003, l'APAT ha ritenuto opportuno inserire il Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro” nel Progetto Benchmarking dell'ONOG, come 4<sup>a</sup> linea 2005.

In tale linea l'APAT svolgerà la funzione di Agenzia coordinatrice di un tavolo costituito da tutto il Sistema Agenziale, rappresentato dai Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione delle ARPA-APPa.

Gli obiettivi prioritari del C.I. I&S sono così individuati:

- stipula di protocolli di intesa con gli Enti che si occupano istituzionalmente di igiene e sicurezza (ISS, ISPESL, INAIL, IIMS, CNR, ecc.); le convenzioni, oltre che di intenti, possono comprendere programmi/progetti specifici;

- omogeneizzazione delle tecniche e metodiche di analisi e valutazione dei rischi;
- definizione e omogeneizzazione delle modalità di prevenzione;
- sistemizzazione del supporto normativo sul sito web del Progetto Benchmarking;
- definizione e omogeneizzazione di procedure e protocolli di attività;
- progettazione e realizzazione di documentazione e di formazione interagenziale;
- organizzazione di giornate seminariali.

Il materiale prodotto sarà pubblicato e sarà oggetto di seminari specifici.

## **B. CONSUNTIVO DOPO UN ANNO DI ATTIVITÀ**

Meno di un anno fa, a Brindisi per la IX Conferenza delle Agenzie ambientali, si comunicava l'avvenuta istituzione nel dicembre 2004 del Centro Interagenziale "Igiene e Sicurezza del Lavoro" come IV Linea del Progetto Benchmarking dell'ONOG, esponendo, oltre ai criteri e agli obiettivi generali sottintesi, il programma delle attività che il Centro si prefiggeva per il 2005.

Nonostante il tempo limitato, tutti gli obiettivi sono stati raggiunti e questo è stato possibile grazie all'impegno delle Agenzie leader dei singoli tavoli e delle Agenzie partecipanti; infatti:

1. TAVOLO "formazione/informazione interagenziale" (ARPA Piemonte - Agenzia leader, ARTA Abruzzo, ARPA Friuli-Venezia Giulia, ARPA Toscana, ARPA Veneto, APAT): l'attività formativa si è indirizzata, in via prioritaria, verso quella obbligatoria ai sensi del D.Lgs.n. 626/94 e si è concretizzata in due corsi di 32 h ciascuno per i Rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, svoltisi a PraCatinat (Piemonte) in ottobre e a Silvi Marina (Abruzzo) a novembre, per 54 RLS delle Agenzie dell'Abruzzo, Campania, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Piemonte, Puglia, Toscana, Trento, Veneto, Val d'Aosta e APAT; un nuovo corso verrà programmato non appena perverranno almeno 15 nuove richieste.

Per le stesse figure è in fase di definizione organizzativa entro l'anno prossimo un incontro-aggiornamento per tutti i RLS del Sistema agenziale ed una stanza riservata/forum sul sito ONOG.

2. TAVOLO "rischi nelle attività territoriali" (ARPA Toscana - Agenzia leader, ARPA Calabria, ARPA Lazio, ARPA Puglia, APAT): il progetto, dopo una intensa attività di benchmarking, ha avuto un primo momento di confronto

---

pubblico nel workshop tenutosi a Firenze il 7 luglio 2005 presso la sede dell'ARPA Toscana; quindi, sono state redatte le linee guida per la valutazione dei rischi, presentate il 21 marzo a Roma presso APAT in un workshop conclusivo della prima fase progettuale.

3. TAVOLO “rischio chimico, cancerogeno, mutageno” (ARPA Sicilia - Agenzia leader, ARPA Basilicata, ARPA Emilia-Romagna, ARPA Liguria, ARPA Marche, APAT): il progetto ha visto una fattiva partecipazione delle Agenzie coinvolte con un coordinamento dell'ARPA Sicilia particolarmente impegnato e interessato; dopo il workshop di Genova del 26 ottobre presso l'ARPA Liguria, prima dell'emissione delle linee guida si è voluto avere un confronto con un'Agenzia ambientale europea, organizzando un meeting a Edimburgo con la SEPA, Scottish Environment Protection Agency, per il 5-7 dicembre scorso che, oltre agli stimolanti risultati, ha aperto un potenziale scenario di benchmarking internazionale; le linee guida saranno presentate il 4 maggio in un workshop a Palermo.

I tre tavoli proseguiranno le attività nel 2006 per il conseguimento degli ulteriori obiettivi programmati; contemporaneamente, il Centro Interagenziale, grazie al rifinanziamento dell'APAT tramite il Direttore del Dipartimento Servizi Generali e Gestione del Personale, Dr. Giovanni Addamo, ed il Direttore Generale dell'APAT e Presidente dell'ONOG, Ing. Giorgio Cesari, ha potuto proporre per il 2006 tre ulteriori scenari progettuali su tematiche di rilevante interesse per le Agenzie Ambientali:

1. linee guida per i comportamenti degli operatori del Sistema agenziale nelle emergenze ambientali con ARTA Abruzzo Agenzia leader;
2. linee guida per un sistema di gestione della sicurezza interagenziale con ARPA Liguria Agenzia leader;
3. linee guida per il Sistema Agenziale sul rischio di genere con ARPA Veneto Agenzia leader.

Tutta l'attività del Centro Interagenziale, le comunicazioni, gli eventi, i progetti, i documenti emessi, sono visibili sul sito ONOG - [www.onog.it](http://www.onog.it).

*Luigi Archetti*  
Responsabile del C.I





---

## INDICE

<b>Premessa</b>	<b>12</b>
<b>1. Rischio Chimico</b>	<b>17</b>
1.1. Il concetto di “rischio”	
1.2. Gli indici di rischio	
1.3. Il rischio chimico	
<b>2. La Normativa</b>	<b>23</b>
2.1. La Normativa di riferimento in Europa	
2.2. La Normativa di riferimento in Italia	
2.3. I Riferimenti Normativi connessi alla valutazione del rischio chimico	
<b>3. Definizioni e terminologia</b>	<b>33</b>
<b>4. Sostanze e preparati pericolosi</b>	<b>39</b>
4.1. Caratteristiche di pericolosità delle sostanze	
4.2. Metodi e strumenti per riconoscere i pericoli	
4.2.1. <i>Etichettatura e imballaggio di sostanze e preparati pericolosi</i>	
4.2.2. <i>I simboli associati ai rischi</i>	
4.2.3. <i>I segnali di avvertimento</i>	
4.2.4. <i>Le Schede di sicurezza</i>	
4.2.5. <i>Le frasi di rischio (R) e di prudenza (S)</i>	
<b>5. I dispositivi di protezione individuale (DPI)</b>	<b>61</b>
5.1. Generalità	
5.2. Le categorie dei DPI	
5.2.1. <i>Categorie dei DPI per protezione chimica</i>	
5.3. La Marcatura del DPI	
5.4. Criteri di scelta	
5.5. Protezione contro agenti chimici	
5.5.1. <i>Protezione della cute</i>	
5.5.2. <i>Protezione delle vie respiratorie</i>	
5.5.3. <i>La dotazione minima per il personale</i>	
<b>6. Principi generali per operare con agenti chimici pericolosi</b>	<b>69</b>
6.1. Introduzione	
6.2. Assumere un comportamento professionale	
6.3. Consigli fondamentali per la protezione degli occhi	

- 6.4. Consigli fondamentali per evitare l'ingestione di sostanze pericolose
- 6.5. Consigli fondamentali per evitare l'inalazione di sostanze chimiche pericolose
- 6.6. Consigli fondamentali su come evitare l'iniezione di sostanze chimiche pericolose
- 6.7. Consigli fondamentali per minimizzare il contatto con la cute di sostanze chimiche pericolose
- 6.8. Consigli fondamentali sull'abbigliamento e abiti protettivi da utilizzare in laboratorio
- 6.9. Consigli fondamentali sull'ordine e la pulizia del laboratorio
- 6.10. Consigli fondamentali sul trasporto di prodotti chimici
- 6.11. Consigli fondamentali sull'immagazzinamento, conservazione e gestione dei prodotti chimici
- 6.12. Consigli fondamentali per lo smaltimento di prodotti chimici
- 6.13. Consigli fondamentali per la gestione di sostanze pericolose
- 6.14. Comportamenti da tenere in caso di incidente che coinvolge l'utilizzo di agenti chimici pericolosi
- 6.15. Consigli fondamentali per la manipolazione di agenti cancerogeni
- 6.16. Consigli fondamentali per la manutenzione e uso di apparecchiature e vetreria
- 6.17. Consigli fondamentali per non compromettere l'efficienza di una cappa
- 6.18. Consigli fondamentali per la gestione di sostanze chimiche incompatibili
- 6.19. Consigli fondamentali per le ispezioni di laboratorio

## **7. Il Rischio da esposizione ad agenti chimici**

**87**

- 7.1. I rischi connessi all'impiego di agenti chimici
- 7.2. Le vie di introduzione degli agenti chimici nell'organismo.
- 7.3. Relazione dose-risposta
- 7.4. Durata e frequenza dell'esposizione

## **8. Modello di valutazione del rischio chimico**

**93**

- 8.1. La metodologia
- 8.2. La Procedura di Valutazione
- 8.3. La Valutazione Preliminare - l'algoritmo di calcolo dell'indice di rischio o livello di esposizione
  - 8.3.1. *Caratterizzazione dei Rischi*
  - 8.3.2. *Caratterizzazione dei fattori di prevenzione*
  - 8.3.3. *Le schede personali di rilevazione delle informazioni*
- 8.4. La Valutazione dei rischi - livelli di esposizione

8.5. La Valutazione di Dettaglio	
8.6. Estensione della procedura agli agenti cancerogeni e/o mutageni	
8.7. Lo schema logico di valutazione del rischio chimico	
8.8. Lo schema logico di calcolo del livello d'esposizione	
<b>9. Il monitoraggio ambientale e biologico</b>	<b>117</b>
9.1. La misurazione degli effetti sull'organismo	
9.2. Misurazione dell'agente chimico	
<b>10. Verifica della significatività del metodo</b>	<b>121</b>
10.1. Definizione e analisi dei fattori di incertezza	
10.2. Validazione del metodo	
<b>11. La sorveglianza sanitaria</b>	<b>123</b>
<b>12. Conclusioni</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	

### **Legge di Gumperson**

*“La probabilità che qualche cosa accada  
è inversamente proporzionale  
alla sua desiderabilità.”*

(da: “Le Leggi di Murphy” - A.Bloch)

---

## Premessa

Nell'ambito delle attività dell'Osservatorio Nazionale sull'Organizzazione e sulla Gestione delle ARPA-APPA (ONOG) e del Centro Interagenziale "Igiene e Sicurezza del Lavoro" (CI) è stato avviato nel marzo del 2005 il progetto "*Rischio Chimico, Cancerogeno, Mutageno*".

Il progetto ha affrontato il problema legato ad uno dei rischi considerato preponderante all'interno dei laboratori di analisi delle Agenzie Ambientali: il Rischio Chimico, ossia il rischio relativo all'esposizione di un lavoratore ad una sostanza o preparato pericoloso per la salute.

Con l'emanazione della direttiva Europea 98/24/CE, e successivamente con il D.Lgs.n. 25/02 n°25 e la conseguente modifica del D.Lgs 626/94, è stato fornito, in Italia lo strumento normativo per l'analisi ed il controllo dell'esposizione agli agenti chimici.

Purtroppo la normativa non dà indicazioni sulla metodologia da utilizzare, e nelle attività dei laboratori di analisi delle Agenzie la diversità e le molteplicità delle sostanze utilizzate, la ridotta quantità delle stesse e la complessità dei metodi e delle prove in cui vengono utilizzate non consentono sempre una immediata definizione del livello di esposizione degli operatori.

Nell'ambito dei laboratori chimici, il D.Lgs.n. 25/02 ha individuato i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici presenti in laboratorio o dal risultato di ogni attività lavorativa (anche accessoria e di supporto all'attività di laboratorio intesa in senso stretto) che comporta la presenza di agenti chimici.

I requisiti individuati si applicano a tutti gli agenti chimici pericolosi che sono presenti sul luogo di lavoro, fatte salve le disposizioni relative agli agenti chimici per i quali valgono provvedimenti di protezione radiologica regolamentati dal D.Lgs n. 230/95 e successive modifiche.

Per gli agenti cancerogeni, si applicano le disposizioni del titolo VII bis, fatte salve le disposizioni specifiche contenute nel Titolo VII del D.Lgs n. 626/94, come modificato dal D.Lgs n. 66/00.

Le nuove disposizioni non si applicano alle attività comportanti esposizione ad amianto che restano disciplinate dalla normativa specifica.

Perché una linea guida?

L'idea di questo "Manuale" nasce dal desiderio di costituire un utile e piacevole strumento di lavoro e dalla sentita esigenza di fornire un supporto qualificato e una guida di riferimento alle difficoltà che impegnano gli operatori, i tecnici della sicurezza, i professionisti e in generali tutti coloro i quali si occupano di prevenzione ed educazione alla sicurezza specificatamente per le attività di laboratorio dove sono utilizzati agenti chimici.

Il presente documento "Linea Guida per la Valutazione del Rischio Chimico nei Laboratori delle Agenzie Ambientali" è il frutto di un lavoro di confronto e ricerca sviluppato all'interno del Tavolo di Lavoro del progetto "Rischio Chimico" costituito dai Responsabili e Addetti dei Servizi di Prevenzione e Protezione di ARPA Sicilia (Agenzia che coordina le attività), APAT, ARPA Emilia Romagna, ARPA Liguria, ARPA Marche e ARPA Basilicata.

Gli obiettivi prioritari del progetto sono stati:

- Il Benchmarking, ossia il confronto tra i metodi e criteri di valutazione del rischio chimico del Sistema Agenziale;
- Predisposizioni di una linea guida.

La prima parte dell'attività è consistita nella comparazione dei criteri e delle valutazioni fornite dal Sistema Agenziale Italiano confrontandole con altri documenti di realtà analoghe italiane ed europee con la finalità di stimolare confronti e dialoghi sulle soluzioni adottate, costruire ed alimentare indicatori per la definizione di standard operativi di riferimento, individuare e diffondere strumenti, quali linee guida e algoritmi di calcolo, con un approccio non puntuale ma di sistema al fine di rendere coerente ed efficace la valutazione del rischio chimico.

Il Tavolo di Lavoro ha ritenuto potesse essere proficuo, per la realizzazione delle Linee Guida, estendere il *benchmarking* ad una Agenzia Europea; a tale scopo è stato organizzato un workstage con rappresentanti della Scottish Environmental Protection Agency Protection Agency (SEPA) ad Edinburgo.

L'incontro è stato organizzato con l'obiettivo di confrontarsi sulla metodologia di valutazione del rischio chimico e sulla gestione del rischio residuo. Si è discusso di "Health and Safety Management" con il confronto fra l'approccio Italiano e quello del Regno Unito, e sui sistemi di gestione qualità/sicurezza.

La procedura di valutazione predisposta è basata sull'uso di un modello di calcolo con il quale sono confrontati gli elementi che determinano il rischio con tutti gli aspetti utilizzati per contenerlo.

Questo strumento quindi, nei limiti della normativa vigente, ha provato a delineare nel complesso il percorso più aderente al nostro Sistema agenziale per contribuire allo sviluppo dell'approccio alla salute e sicurezza sul luogo di lavoro come fattore "culturale" dell'organizzazione e come comportamento "responsabile" nello svolgimento delle attività lavorative.

In conclusione, con questo documento, abbiamo voluto definire una metodologia per la valutazione del rischio chimico, chiara, basata su indicatori che tengono pragmaticamente conto di tutte le problematiche legate alla valutazione dei rischi da agenti chimici non riferiti esclusivamente all'agente chimico ma tenendo conto prioritariamente degli effetti del rischio sull'individuo esposto.





# 1. Rischio Chimico

## 1.1. Il concetto di “rischio”

Il concetto di rischio non ha mai avuto una definizione univoca: facendo un veloce *excursus* storico-culturale e risalendo alle civiltà araba, greca e latina, si ricorda come gli arabi definissero il rischio “possibile risultato fortuito e favorevole” traducendo l’antico termine *risq* in “tutto ciò che ti è stato donato [da Dio] e dal quale puoi trarne profitto”.

Diversamente, i greci ponevano l’accento sulla casualità piuttosto che sul valore (positivo/negativo) del risultato, mentre i latini (*risicum*) si dimostravano già molto più vicini all’attuale sentimento comune di rischio come “pericolo connesso al realizzarsi di un evento sfavorevole”.

Attualmente infatti, l’interpretazione comune tende ancora all’orientamento latino, associando il rischio alle situazioni potenzialmente dannose cui è esposta un’azienda riconoscendolo come l’“esposizione all’incertezza che ha potenziali conseguenze negative”<sup>1</sup>, considerandone quindi l’esposizione agli eventi negativi ed escludendone le possibili conseguenze positive indicate separatamente come “opportunità”.

Anche in letteratura, l’accento è comunemente posto sul “*downside-risk*” (conseguenze derivanti da un evento negativo): ad esempio, Lowrance (1976) lo ha identificato nella “*misura delle probabilità e della gravità di effetti avversi*” (V. anche Klinke-Renn 2002); secondo Rowe (1977) “*il rischio corrisponde alle potenziali conseguenze non auspiccate di un evento o di un’attività*”, per Rescher (1983) è il “*pericolo di un risultato negativo*”, e per Wharton (1985) e Pfleeger (2000) “*ogni evento o risultato non voluto o non atteso derivante da una decisione o da un insieme di azioni e che ha conseguenze negative*”.

C’è più di una buona ragione per sostenere come il “*risk-asthreat*” (cioè il rischio visto esclusivamente nel suo aspetto di *downside*) non sia l’approccio auspicabile. Nonostante alcuni rischi non siano controllabili dal *management*, così da cautelarsi dai possibili risvolti negativi, la maggior parte si rivela gestibile e magari

---

<sup>1</sup> Cfr.: FASB *Original Pronouncements*, CON7 PAR62-71 “*Risk and Uncertainty*” - dello stesso orientamento sono anche gli ordinamenti Norvegese e Canadese.

sfruttabile per conquistare benefici più elevati. Abbracciandone una “definizione neutrale”, alcuni rischi possono essere d’aiuto a studiare ipotesi per una migliore gestione.

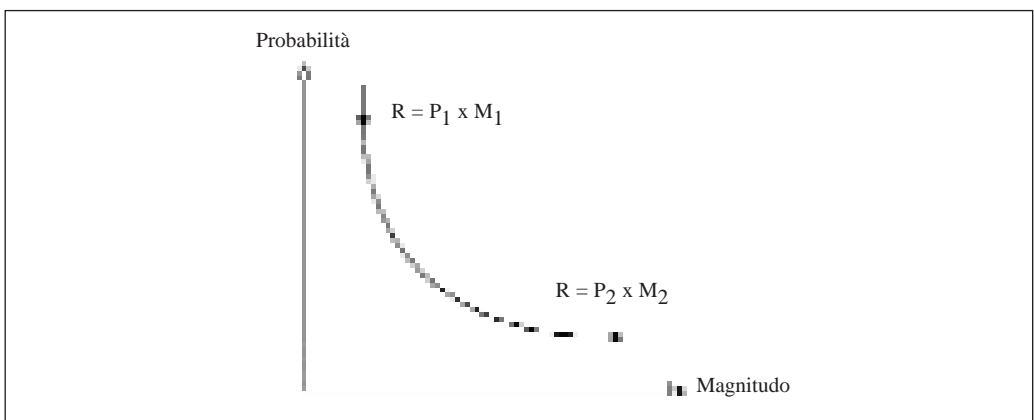
Il Rischio viene connesso ad una misura dell’incertezza come combinazione di probabilità (espressa anche in termini di frequenza, intesa come numero di volte che l’evento può verificarsi in un dato periodo di tempo) e conseguenze (“impatto” o “gravità”, quantificando l’entità del danno al verificarsi dell’evento) associate alla realizzazione dell’evento di riferimento.

Il rischio, quindi, combina due aspetti concorrenti: il danno, cioè l’entità delle conseguenze negative, e la frequenza (o probabilità) del suo avverarsi. In termini molto riduttivi si definisce come *indice di rischio R* il prodotto di questi due fattori, il danno *M* (o magnitudo) e la probabilità (o frequenza) di accadimento *P*:

$$R = P \times M$$

Per quanto attiene al danno esso può riferirsi a qualsiasi elemento avente un valore: l’uomo, l’ambiente, i beni, in pratica tutto ciò che attiene al nostro benessere morale e materiale.

Per quanto attiene alla quantificazione della frequenza (o probabilità) essa rappresenta la fase più critica. Ciò implica che, sebbene uno stesso indice di rischio possa essere ottenuto sia con un valore del danno e una alta probabilità non è corretto attribuire alle due situazioni lo stesso peso: in altri termini non è vero che un incidente all’anno che comporti cento morti equivale ad una situazione in cui si abbiano cento incidenti all’anno, ciascuno con un morto, nonostante l’indice di rischio corrispondente sia lo stesso.



Rappresentazione grafica dell’indice di rischio *R* in funzione di danno e probabilità: la curva rappresenta tutte le condizioni a indice di rischio *R* costante.

Ulteriore aspetto che può rendere la valutazione del rischio ancora più complessa si verifica quando l'individuazione di parametri standardizzati risulta difficilmente realizzabile.

## 1.2. Gli indici di rischio

Nel tentativo di superare i limiti propri di un giudizio qualitativo affidato all'esperienza dei tecnici, attraverso la sistematizzazione dell'analisi dei rischi, è sorta l'esigenza di individuare indici numerici per esprimere sinteticamente il grado di rischio relativo allo svolgimento di una data attività.

In generale le motivazioni per l'adozione di un indice numerico rappresentativo del rischio, possono essere:

- fornire un metodo razionale per il confronto tra le situazioni di rischio in relazione alle scelte effettuate e alle situazioni analizzate;
- consentire a specialisti e non, un raffronto tra i livelli di rischio che le diverse scelte e situazioni analizzate comportano;
- mostrare come un'obiettiva analisi della realtà può eliminare pregiudizi e valutazioni emotive portando ad un più equilibrato apprezzamento del grado di accettabilità dei rischi.

Gli indici di rischio hanno una derivazione statistica; essi, pertanto, possono trovare applicazione nel confronto tra diverse scelte possibili, purchè i dati disponibili siano parimenti accurati.

Il carattere statistico degli indici di rischio può quindi rendere più significativa la loro applicazione nel confronto tra i livelli di pericolosità delle diverse scelte; occorre però esaminare se i dati a disposizione di chi effettua la valutazione sono sufficientemente accurati.

Molte volte, infatti, il dato numerico oltre che invalidato dall'arbitrarietà delle stime, è viziato da veri e propri errori logici. Talvolta altri fattori indispensabili non vengono presi in considerazione; tra questi si ricorda:

- il grado di conoscenza del pericolo, che è ovviamente determinante in una corretta formulazione di un modello di accettazione dei rischi;
- il rapporto tra coscienza del pericolo e comportamento soggettivo degli individui esposti;
- il grado di influenza del comportamento e dello stato psicofisico degli esposti sulle condizioni oggettive di pericolo e quindi la possibilità di controllo su parametri che influenzano in modo non indifferente le condizioni globali di pericolo;
- la significatività delle medie rispetto alle situazioni specifiche;
- la dipendenza dell'integrazione del rischio per il tempo totale di esposizione nell'intera vita;

- la connessione tra accettazione e volontarietà dei rischi: si può parlare di rischio accettato solo nel caso in cui il rischio sia assolutamente volontario, mentre nel caso di totale imposizione si deve parlare di rischio subito con minore o maggiore rassegnazione, la classificazione nelle due sole categorie di rischi volontari e involontari è comunque troppo grossolana per consentire apprezzamenti quantitativi;
- la distinzione tra accettazione individuale e accettazione sociale: non è detto che il grado di disponibilità individuale a correre un determinato rischio sia proporzionale all'accettazione media di quel rischio da parte della società; e nemmeno che la disponibilità sociale verso determinati rischi sia strettamente correlata al grado di accettazione o di rassegnazione a quei rischi da parte degli individui esposti.

In definitiva gli indici di rischio non riescono a dare, per ogni situazione specifica, una rappresentazione tanto dettagliata da consentire l'individuazione delle singole cause di incidente; essi si limitano a fornire una indicazione su quali scelte producono livelli di danno, che può definirsi, di trascurabilità dei rischi.

### 1.3. Il rischio chimico

“Il rischio (chimico) relativo all'esposizione di un lavoratore ad una sostanza pericolosa per la salute è funzione della probabilità che si verifichi un potenziale danno alla salute alle condizioni di uso ed esposizione, e del livello di danno prodotto”<sup>2</sup>.

Nella realtà delle Agenzie Ambientali, esistono diverse attività lavorative, quali quelle nei laboratori di prova, che possono esporre ad agenti o a prodotti chimici e ciò può rappresentare un rischio sia per la salute (intossicazione acuta e cronica, ustioni chimiche, effetti mutageni, cancerogeni, ecc.), sia per la sicurezza (incendio, esplosione, ecc.) dei lavoratori.

L'utilizzo di una sostanza chimica non costituisce, di per sé, necessariamente un rischio effettivo per la salute, in quanto questo dipende e deriva solo dalle caratteristiche tossicologiche della sostanza ed, in funzione di queste, dalle modalità del contatto che si realizza nel corso dell'attività lavorativa.

La procedura di valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi nelle attività dei laboratori ha connotazioni peculiari rispetto alle valutazioni

---

<sup>2</sup> “risk in relation to the exposure of an employee to a substance hazardous to health, means the likelihood that the potential for harm to the health of a person will be attained under the conditions of use and exposure and also the extent of that harm”- Control Of Substances Hazardous to Health (COSHH fifth edition) HSE Health and Safety Executive –UK.

dei cicli produttivi (industriali), in cui si è in presenza di livelli d'emissione relativamente alti e sufficientemente costanti nel tempo, attività, quindi, per le quali può avere un significato fare, indagini ambientali al fine di confrontare i risultati con i valori limite di riferimento.

Nelle attività di laboratorio delle Agenzie Ambientali è invece utilizzata una moltitudine di sostanze chimiche, dalle caratteristiche tossicologiche più disparate, in quantità molto piccole e per tempi d'esposizione molto brevi.

Queste modalità operative rendono, a volte, poco significativa la misurazione ambientale dei contaminanti potenzialmente presenti in quanto il campionamento non risponderebbe ai criteri di rappresentatività e significatività richiamati del D.Lgs.n. 25/02<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Decreto Legislativo 25, del 25 febbraio 2002. Attuazione della Direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro. Gazzetta Ufficiale 57, dell'8 marzo 2002, Supplemento Ordinario 40; rettifica Gazzetta Ufficiale 83, del 9 aprile 2002



## 2. La Normativa

### 2.1. La Normativa di riferimento in Europa

La Direttiva 98/24/CE del Consiglio del 7 aprile 1998 sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro è la direttiva di riferimento in ambito europeo, il cui recepimento in Italia ha prodotto il D.Lgs.n. 25/02

La Direttiva 98/24/CE (la quattordicesima direttiva particolare a norma dell'articolo 16 della direttiva 89/391/CEE), specifica tra i suoi "Obiettivi e Campo di applicazione" (art. 1):

- di determinare i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o come risultato di ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici,
- che tali requisiti si applicano a tutti gli agenti chimici pericolosi che sono o possono essere presenti sul luogo di lavoro,
- che per gli agenti cancerogeni presenti sul luogo di lavoro, si applicano le disposizioni della presente direttiva, fatte salve le disposizioni più severe e/o specifiche contenute nella direttiva 90/394/CEE del Consiglio del 28 giugno 1990 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).

La Direttiva 98/24/CE fornisce preliminarmente una serie di definizioni (art. 2), prime fra tutte quelle di "agente chimico" ed "agente chimico pericoloso"; per quest'ultimo evidentemente il riferimento non poteva non essere la Direttiva 67/548/CEE relativa alla classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.

Tale direttiva si è evoluta negli anni con numerose modifiche ed adeguamenti al progresso tecnologico, attraverso un imponente lavoro di ricerca, elaborazione e raccolta dati, eseguito collettivamente dagli Stati membri. Si è così giunti alla presentazione e successiva pubblicazione di un "*inventario delle sostanze chimiche*", noto come EINECS (European Inventory of Existing Commercial Substances). Questa raccolta contiene tutte le sostanze presenti sul territorio comunitario prima della sua pubblicazione ufficiale (1987) e "*l'inventario europeo*

delle sostanze note”, conosciuto come ECOIN (European Core Inventory), elaborate a partire dall’inventario americano negli anni ‘80, in cui più di 33.000 sostanze erano ordinate secondo il numero di Chemical Abstract Service (CAS): formula bruta e ordine alfabetico.

Per quegli agenti o preparati non inseriti in questo primo elenco, ma successivamente presenti sul territorio europeo, si è fatto obbligo a ciascuno Stato membro, di presentare una notifica (premarketing notification: PMN) all’autorità competente (per l’Italia è l’Istituto Superiore di Sanità) del Paese in cui viene commercializzato per la prima volta. La PMN è un documento che contiene una descrizione dettagliata di tutte le caratteristiche chimico/fisiche e tossicologiche della sostanza, compresi i suoi possibili effetti sull’ambiente. Gli agenti chimici così notificati, entrano a far parte di una nuova lista (European List of Notified Chemical Substances: ELINCS), che viene continuamente aggiornata. Il risultato di tale lavoro è stato di ottenere una etichettatura unica a livello europeo, completa dei riferimenti di classificazione (numero CEE, desunto dall’EINECS e CAS) e delle indicazioni di sicurezza per la manipolazione e lo stoccaggio (frasi di rischio, consigli di prudenza, simboli di pericolo).

In Italia, in particolare, la normativa vigente per la classificazione e l’etichettatura delle sostanze pericolose fa riferimento al D.Lgs.n. 52/97 (attuazione della Direttiva CEE 92/32) e per i preparati al D.Lgs.n. 65/03 (recepimento delle Direttive CE 1999/45 e CE 2001/60). In aggiunta è stata poi creata una banca dati dei preparati pericolosi, istituita presso l’Istituto Superiore di Sanità, (DM 19/4/00), per avere un accesso più facile a tutte le informazioni necessarie: classificazione, pericolosità e, laddove presenti, completa anche dei limiti espositivi. Nelle Direttive citate, come anche nei Decreti e nelle Leggi emanate in Italia sull’argomento, viene data molta enfasi all’impiego dei limiti di esposizione, ambientali e biologici, sottolineando il loro ruolo di parametri essenziali per il monitoraggio. Ciononostante, un elenco completo di questi valori per ogni agente pericoloso ancora non esiste; quello universalmente riconosciuto e tra i più completi è quello dell’ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), in cui la documentazione per i limiti ambientali (TLV) risulta ampia, ma che, ad oggi, cita solo 40 BEI (Biological Exposure Index).

La Comunità europea si è attivata per colmare questa lacuna già da anni e, con la Direttiva 39 dell’8/06/00 ha messo a punto un primo elenco di valori limite indicativi ambientali, comprendente 63 agenti pericolosi, per i rischi derivanti dall’esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro. Tale norma ha ulteriormente sottolineato la volontà, a livello europeo, di definire valori limite obbligatori (Binding Limit Value: BLV) che devono essere recepiti nelle legislazioni nazionali, quale requisito minimo, e valori limite indicativi (Indicative Limit Value: ILV), da tenere in considerazione quando vengano adottate misure nazionali di protezione dei lavoratori. In contemporanea è stata definita e avviata la procedu-



ra per la determinazione di questi valori attraverso tre fasi:

- la prima si è sviluppata attraverso la scelta degli agenti pericolosi, partendo da considerazioni sulle caratteristiche di pericolosità (desunte dall'EINECS), l'utilizzo in ambito lavorativo ed eventuali valutazioni del rischio ad esso correlato;
- la seconda ha portato all'istituzione di un comitato scientifico (Scientific Committee for Occupational Exposure Limits: SCOEL), composto da non più di 21 membri (chimici, tossicologi, epidemiologi, medici del lavoro, igienisti), provenienti dai diversi Paesi dell'Unione, con il compito, in base alle considerazioni di carattere tecnico, di produrre una "raccomandazione" di limite di esposizione professionale (OEL); in supporto vengono richiesti, inoltre, commenti ad organi ed istituti competenti dei diversi Paesi dell'Unione, prima della stesura definitiva;
- l'ultima fase prevede la consultazione delle parti interessate, ossia governi, industria, lavoratori, comunità scientifica e altre organizzazioni rilevanti, in particolare il Tripartito (Advisory Committee for Safety, Hygiene and Health Protection at Work ACSHH), organismo costituito da autorità, parti sociali e associazioni dell'industria.

Visto che l'attuale sistema normativo per le sostanze chimiche spesso non è stato in grado di individuare i rischi presentati da molte sostanze chimiche ed è stato lento ad agire quando si sono riscontrati rischi, la Commissione europea ha presentato il 29 ottobre 2003 una proposta di un nuovo quadro normativo europeo per le sostanze chimiche. Con il nuovo sistema proposto, denominato REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals: registrazione, valutazione ed autorizzazione delle sostanze chimiche), le imprese che producono o importano quantità di sostanze chimiche superiori a una tonnellata all'anno saranno registrate in una banca di dati centrale. Il nuovo regolamento proposto ha l'obiettivo di migliorare la tutela della salute umana e dell'ambiente mantenendo la competitività e migliorando la capacità innovativa dell'industria chimica dell'UE. REACH conferirà inoltre una maggiore responsabilità all'industria nella gestione dei rischi che presentano le sostanze chimiche e nella comunicazione di informazioni di sicurezza sulle sostanze. Questi dati saranno trasmessi alla catena di produzione. La proposta è stata elaborata in stretta consultazione con tutte le parti interessate, anche mediante una consultazione via Internet. Ciò ha permesso alla Commissione di proporre un sistema razionale e con un buon rapporto fra costi ed efficacia.

Il Parlamento Europeo ha adottato la normativa in prima lettura in data 17 novembre 2005 ed il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha raggiunto un primo accordo in merito il 13 dicembre 2005; pertanto tutto lascerebbe presagire che REACH potrebbe entrare in vigore a partire dal 2007.

## 2.2. La Normativa di riferimento in Italia

Con l'emanazione del D.Lgs.n. 25/02 viene recepita nel nostro ordinamento legislativo la direttiva 98/24/CE del Consiglio del 7 aprile 1998.

Tale recepimento definisce per il nostro Paese i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza, derivanti dagli effetti degli agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o che siano il risultato di ogni attività lavorativa che comporti la loro presenza.

Il D.Lgs.n. 25/02, ha introdotto un'innovazione sostanziale alle modalità di tutela della salute dei lavoratori, sostituendo la presunzione del rischio da agenti chimici con la sua valutazione.

Tale norma sottolinea come questa valutazione debba essere affrontata, tenendo conto di due parametri essenziali: l'esposizione e gli effetti sull'organismo, valutabili attraverso il monitoraggio ambientale e biologico. Questo approccio risulta tanto più necessario in presenza di esposizioni lavorative complesse e ad agenti chimici particolari e numerosi, come avviene nei laboratori di analisi.

Successivamente all'emanazione del D.Lgs.n. 25/02, il Decreto Ministeriale 26 febbraio 2004, di recepimento della Direttiva 2000/39/CE, ha definito una lista di valori limite di esposizione professionale agli agenti chimici. Solo nel caso in cui il contaminante in esame non sia nella lista delle sostanze per le quali il D.M. 26/02/04 ha definito dei valori limite, è possibile utilizzare come riferimento valori limite "altri"; di solito di questi valori si utilizzano i limiti proposti dalla AC-GIH.

Il fatto che il testo del D.Lgs.n. 25/02 sia stato inserito dopo il Titolo VII del D.Lgs.n. 626/94 riguardante la "Protezione dagli Agenti Cancerogeni e Mutageni", quale Titolo VII-bis riguardante la "Protezione da Agenti Chimici", rappresenta una logica conseguenza giuridica e ne evidenzia lo stretto legame sequenziale e applicativo.

Infatti gli agenti cancerogeni e mutageni così come definiti nel Titolo VII D.Lgs.n. 626/94 sono anch'essi agenti chimici, ma la loro trattazione riservata e precedente evidenzia una maggiore considerazione correlata ad una pericolosità intrinseca, effettivamente più elevata per gli esposti, in linea con ciò che è contenuto nei criteri di classificazione dell'Unione Europea per quanto riguarda le sostanze cancerogene e mutagene, sufficiente a stabilirne una priorità d'intervento più rigoroso.

Il D.Lgs.n.25/02 stabilisce, quindi, l'adozione di misure generali e specifiche di prevenzione e protezione relative agli agenti chimici con modalità diverse dagli agenti cancerogeni e mutageni, mantenendosi comunque all'interno del sistema ge-

nerale di prevenzione vigente in Italia.

Il campo d'applicazione del D.Lgs.n.25/02 risulta molto ampio perché considera gli agenti chimici presenti durante il lavoro a qualunque titolo (nell'impiego, nel deposito, nel trasporto, ecc...) o che a qualunque titolo derivino da un'attività lavorativa, quale risultato di un processo, sia desiderato sia no (ad es. nei processi di combustione, nelle sintesi chimiche, ecc...).

In relazione agli agenti cancerogeni la normativa di riferimento, per la protezione in ambiente lavorativo, è rappresentata dal D.Lgs.n.626/94, integrate dal D.Lgs.n. 66/00. Queste sostanze seguono classificazioni particolari, a volte non coincidenti ed elaborate dai diversi organismi nazionali che le definiscono. Tra i più accreditati è lo IARC (*International Agency for Research on Cancer*), che si avvale esclusivamente di dati ottenuti dalla letteratura scientifica, e che distingue in cinque categorie le sostanze cancerogene per l'uomo:

- 1) cancerogeni certi;
- 2.a) probabili cancerogeni;
- 2.b) sospetti cancerogeni
- 3) non classificabili per la cancerogenicità
- 4) probabilmente non cancerogeni.

La Direttiva europea al riguardo (CEE 91/325 e successivi adeguamenti) definisce tre categorie:

1. sostanze note per l'azione cancerogena sull'uomo e per le quali esistono sufficienti evidenze, tali da poter affermare l'esistenza di una connessione tra l'esposizione ad un agente chimico e lo sviluppo di carcinoma;
2. sostanze che debbono essere considerate cancerogene, per esse esistono adeguati studi a lungo termine sugli animali e altre rilevanti informazioni scientifiche;
3. sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo e per le quali le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere ad una valutazione definitiva; esistono alcune prove, ottenute da studi sugli animali, che non bastano per inserirle tra le sostanze di categoria 2

In tabella sono riportate entrambe le classificazioni.

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CANCEROGENE	
CE	IARC
<p>1. Sostanze note essere cancerogene per l'uomo e per le quali esistono evidenze per poter affermare l'esistenza di una connessione tra l'esposizione ad un agente chimico e lo sviluppo di carcinoma</p> <p>2. Sostanze che dovrebbero essere considerate cancerogene Per esse esistono sufficienti elementi per ritenere che l'esposizione dell'uomo alle sostanze induca sviluppo di carcinoma; tali elementi si fondano su: adeguati studi a lungo termine effettuati sugli animali, altre rilevanti informazioni scientifiche</p> <p>3. Sostanze da considerare 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 in categoria</p>	<p>1. Sostanze cancerogene per l'uomo L'evidenza delle conoscenze è sufficiente per concludere che esiste una relazione causa-effetto tra esposizione alla sostanza in esame e la comparsa di tumori nell'uomo</p> <p>2.a. Sostanze probabilmente cancerogene per l'uomo. Nonostante vi sia sufficiente evidenza di cancerogenità in campo sperimentale, l'evidenza di cancerogenità per l'uomo è ancora limitata</p> <p>2.b. Sostanze possibilmente cancerogene per l'uomo. L'evidenza di cancerogenità per l'uomo è limitata mentre in campo sperimentale è per ora insufficiente. Comunque ci sono evidenze sufficienti per gli animali da esperimento</p> <p>3. Sostanze non classificabili per la cancerogenità sull'uomo. I dati epidemiologici non sono sufficienti per classificare la sostanza come cancerogena per l'uomo</p> <p>4. Sostanze probabilmente non cancerogene per l'uomo. I dati epidemiologici portano a pensare che la sostanza non sia cancerogena per l'uomo.</p>

### 2.3. I Riferimenti Normativi connessi alla valutazione del rischio chimico

RIFERIMENTI NORMATIVI
SICUREZZA SUL LAVORO
<p><b>Decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547</b> Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro</p>
<p><b>Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277</b> Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art.7 della legge n. 212/90.</p>
<p><b>Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626</b> Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.</p>
<p><b>Decreto Legislativo 19 marzo 1996, n. 242</b> Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 626/94 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.</p>

**Decreto Legislativo n. 66, 25 febbraio 2000,**

Attuazione delle direttive modificano la direttiva 97/42/CE e 99/38/CE , che modificano la direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro.

**Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 25**

Protezione da agenti chimici

**TUTELA DELLA MATERNITÀ****Legge 8 marzo 2000, n. 53**

Disposizioni per il sostegno della maternità e della paternità, per il diritto alla cura e alla formazione e per il coordinamento dei tempi delle città

**Decreto Legislativo 26 marzo 2001, n. 151**

Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53

**DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE****Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n. 475**

Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale.

**Decreto Legislativo 2 gennaio 1997, n. 10**

Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CE relative ai dispositivi di protezione individuale

**SOSTANZE PERICOLOSE (classificazione, imballaggio ed etichettatura)****Legge 29 maggio 1974 n. 256**

Classificazione e disciplina dell'imballaggio e dell'etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi.

**DPR 1147/77, 927/81, 141/88**

Successive modificazioni e integrazioni alla Legge 256/74.

**Decreto Ministeriale 28 gennaio 1992 (Ministero della Sanità)**

Classificazione e disciplina dell'imballaggio e della etichettatura dei preparati pericolosi in attuazione delle direttive emanate dal Consiglio e dalla Commissione della Comunità Europea.

**Decreto Ministeriale 16 febbraio 1993 (Ministero della Sanità)**

Modificazioni ed integrazioni ai decreti ministeriali 3 dicembre 1985 e 20 dicembre 1989 sulla classificazione e la disciplina dell'imballaggio e dell'etichettatura delle sostanze pericolose, in attuazione delle direttive emanate dal Consiglio e dalla Commissione delle Comunità europee.

**Decreto Legislativo 3 febbraio 1997 n. 52**

Attuazione della direttiva 92/32 CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.

**Decreto Legislativo 25 febbraio 1998, n. 90**

Modifiche al decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, recante attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose

**Decreto Legislativo 16 luglio 1998, n. 285**

Attuazione di direttive comunitarie in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura dei preparati pericolosi, a norma dell'articolo 38 della legge 24 aprile 1998, n.128

**Decreto Legislativo 14 marzo 2003, n. 65**

Attuazione delle direttive 1999/45/CE e 2001/60/CE relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi

**Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 e successive modifiche ed integrazioni**

Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

**IGIENE DEL LAVORO, PREVENZIONE INFORTUNI E PRONTO SOCCORSO**

**Legge 12 febbraio 1955 n. 51**

Delega al Potere Esecutivo di emanare norme generali e speciali in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene del lavoro.

**DPR 27 aprile 1955 n. 547**

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

**DP 19 marzo 1956 n. 303**

Norme generali per l'igiene del lavoro.

**DM 12 settembre 1958**

Istituzioni del registro degli infortuni.

**Decreto del Ministro del Lavoro e Previdenza Sociale del 10 agosto 1984**

Integrazioni al decreto ministeriale 12 settembre 1958 concernente l'approvazione del modello del registro infortuni.

**Decreto del Ministeriale 15 luglio 2003, n. 338**

Regolamento recente disposizione sul pronto soccorso stradale

**PREVENZIONE INCENDI**

**DP 27 aprile 1955 n. 547**

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

**D.P.R. 26 maggio 1959, n. 689**

Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del Comando dei Vigili del fuoco

**Legge 5 marzo 1990, n. 46**

Norme per la sicurezza degli impianti.

**Decreto Ministeriale 26 agosto 1992 (Ministero dell'interno)**

Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.

**Decreto del Presidente della Repubblica 12 gennaio 1998, n. 37**

Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59.

**Decreto Ministeriale 10 marzo 1998 (Ministero dell'Interno)**

Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

**Decreto Ministeriale 4 maggio 1998 (Ministero dell'Interno)**

Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco.

**Circolare Ministeriale 5 maggio 1998, n. 9 (Ministero dell'Interno)**

Decreto del Presidente della Repubblica 12 gennaio 1998, n. 37. Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi - Chiarimenti applicativi.

**Decreto Ministeriale 20 ottobre 1998 (Ministero dell'Ambiente)**

Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici.

**SEGNALETICA DI SICUREZZA**

**Decreto Legislativo n° 493 del 14/08/1996**

Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro

L'elenco sopra riportato non è da considerarsi esaustivo dell'intero complesso di leggi e norme giuridiche che regolano la materia in questione.





### 3. Definizioni e terminologia

Si intende per:

***Agenti chimici***<sup>4</sup>

Tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia in miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato

***Agenti chimici pericolosi***<sup>4</sup>:

1) *Agenti chimici classificati come sostanze pericolose* ai sensi del D.Lgs.n. 52/97 e s. m., nonché gli agenti che corrispondono ai criteri di classificazione come sostanze pericolose di cui al predetto decreto. Sono escluse le sostanze pericolose solo per l'ambiente.

2) *Agenti chimici classificati come preparati pericolosi* ai sensi del D.Lgs.n. 285/98 e s. m., nonché gli agenti che rispondono ai criteri di classificazione come preparati pericolosi di cui al predetto decreto. Sono esclusi i preparati pericolosi solo per l'ambiente.

3) *Agenti chimici che*, pur non essendo classificabili come pericolosi, in base ai punti 1) e 2), *possono comportare un rischio* per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale.

***Attività che comporta la presenza di agenti chimici***<sup>4</sup>:

Ogni attività lavorativa in cui sono utilizzati agenti chimici, o se ne prevede l'utilizzo, in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa.

***Valore limite di esposizione professionale***<sup>4</sup>:

Se non diversamente specificato, il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento un primo elenco di tali valori è riportato nell'allegato VIII-ter del D.Lgs.n.626/94 e s.m.i.

---

<sup>4</sup> Definizioni ricavate dall'art. 72 ter del Titolo VII bis del D.Lgs.n. 626/94 così come modificato dal D.Lgs 25/02.

**Valore limite biologico<sup>4</sup>:**

Il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico un primo elenco di tali valori è riportato nell'allegato VIII-quater del D.Lgs.n. 626/94.

**Sorveglianza sanitaria<sup>4</sup>:**

La valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro.

**Pericolo<sup>4</sup>:**

La proprietà intrinseca di un agente chimico di poter produrre effetti nocivi.

**Rischio<sup>4</sup>:**

La probabilità che si raggiunga il potenziale nocivo nelle condizioni di utilizzazione o esposizione.

**Fornitore<sup>5</sup>:**

La persona fisica o giuridica che nei contratti a distanza agisce nel quadro della sua attività professionale.

**Produttore<sup>5</sup>:**

(fabbricante, importatore, distributore): il responsabile dell'immissione sul mercato degli agenti chimici pericolosi.

**Salute:**

Secondo la definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, la salute corrisponde ad uno stato di benessere fisico, psichico e sociale. In tal senso la salute corrisponde al diritto ad un ambiente sano che garantisca tale stato di benessere fisico, mentale e sociale.

**Prevenzione:**

Il complesso delle disposizioni o misure adottate o previste in tutte le fasi dell'attività lavorativa per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno.

**Danno:**

È la conseguenza dovuta all'esposizione o all'intervento di un pericolo al momento che concretizza la sua potenzialità causando un incidente o un infortunio.

**Infortunio:**

Evento lesivo avvenuto per causa violenta, in occasione di lavoro, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro assoluto o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta per un tempo maggiore della rimanente parte della giornata o del turno nel quale si è verificato. È in pratica un incidente nel quale l'energia liberata si riversa sulle persone.

---

<sup>5</sup> decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52 e 28 luglio 2004, n. 260, e successive modifiche e Circolare Ministero della Salute 7 gennaio 2004

***DPI (Dispositivo di Protezione Individuale):***

Per Dispositivo di Protezione Individuale (DPI) si intende (art.40 D.Lgs.n.626/94): qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

***Malattia Professionale:***

Danno per la salute che si instaura progressivamente con il tempo a seguito dello svolgimento di talune mansioni o per la permanenza in ambienti a rischio.

***TLV<sup>6</sup>***

(Threshold Limit Value) valore limite di soglia. Concentrazione di una sostanza aerodispersa al di sotto della quale si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno per giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi per la salute. I TLV sono sviluppati per proteggere i lavoratori, che usualmente sono adulti sani. I TLV vengono indicati annualmente dalla ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) e sono raccomandati anche dall'AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali per l'igiene industriale e per l'ambiente).

I TLV non rappresentano una linea netta fra ambiente di lavoro sano e uno pericoloso o il punto al quale si manifesta materialmente un danno alla salute. I TLV non proteggono adeguatamente tutti i lavoratori.

I TLV si suddividono in TLV-TWA, TLV-STEL e TLV-C.

***TLV-TWA<sup>6</sup>***

(Time Weighted Average/Media Ponderata nel tempo) concentrazione media ponderata per giornata lavorativa convenzionalmente di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali (esposizione cronica) alla quale si ritiene che quasi tutti lavoratori possono essere esposti ripetutamente, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi;

***TLV-STEL<sup>6</sup>***

(Short Term Exposure Limit/limite per breve tempo di esposizione): una concentrazione TWA di 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa anche se il TWA sulle otto ore non supera il valore TLV - TWA. Il TLV - STEL è la concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possano essere esposti continuamente per breve periodo di tempo senza che insorgano : 1) irritazioni, 2) danno cronico o irreversibile del tessuto, 3) effetti tossici dose risposta, 4) riduzione dello stato di vigilanza di grado sufficiente ad accrescere le probabilità di infortuni o influire sulle capacità di mettersi in salvo o ri-

---

<sup>6</sup> AIDII, Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali per l'igiene industriale e per l'ambiente, G. IG. IND. - suppl. vol. 29 - n.1 - gennaio 2004

durre materialmente l'efficienza lavorativa. Il TLV - STEL non costituisce un limite di esposizione separato indipendente, ma piuttosto integra il TLV - TWA di una sostanza la cui azione tossica sia principalmente di natura cronica, qualora esistano effetti acuti riconosciuti.

#### ***TLV-Ceiling***<sup>6</sup>

Rappresenta la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

Nella pratica convenzionale di igiene industriale, il campionamento istantaneo non è sempre possibile; pertanto, per la valutazione di un TLV-C si può ricorrere ad un campionamento di durata sufficiente a rilevare l'esposizione a concentrazioni pari o superiori al Ceiling.

#### ***BEI***

I Valori Limite Biologici (BEI), ossia il limite della concentrazione dell'agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico, ad esempio nel sangue. Alcuni di tali valori sono riportati nell'allegato VIII quarter del D.Lgs.n. 626/94 e aggiornati dalla normativa

#### ***NOAEL***

(No-Observed adverse-effect level / Livello senza effetti osservati) e il LOAEL (Lowest observed adverse effect level / livello senza effetti negativi osservati), indicatori di tossicità cronica caratteristici della dose di sostanza chimica alla quale non vi sono (o iniziano ad essere osservati), dal punto di vista statistico o biologico, incrementi significativi di frequenza o gravità di effetti nocivi nella popolazione esposta rispetto al campione di controllo (possono essere prodotti degli effetti ma non sono considerati negativi).

Definito da IUPAC Compendium of a Chemical Terminology 2nd Edition (1997) come: "Greatest concentration or amount of a substance, found by experiment or observation, which causes no detectable adverse alteration of morphology, functional capacity, growth, development, or life span of the target organism under defined conditions of exposure"

#### ***IDLH***

L'IDLH (Immediately dangerous to life and health / livello immediatamente pericoloso per la salute e la vita), indica la concentrazione di sostanza immediatamente pericolosa per la vita o la salute (se inalata per 30 minuti provoca danni gravi alla salute).

Definito da National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) come: "that poses a threat of exposure to airborne contaminants when that exposure is likely to cause death or immediate or delayed permanent adverse health effects or prevent escape from such an environment".

#### ***Rischio Moderato***

Nel D. Lgs 25/02 viene introdotto il concetto di "*Rischio Moderato*" e viene stabilito che quando il processo valutativo indica il non superamento di tale soglia

di rischio, il datore di lavoro deve applicare le misure e i principi generali di prevenzione di cui all'articolo 72-quinquies c.1, ed è invece sollevato dall'applicazione di specifiche misure di tutela quali: la sorveglianza sanitaria e di rischio, le misure specifiche di protezione e prevenzione e le disposizioni in caso di incidenti o di emergenze.

L'introduzione della soglia di *Rischio Moderato* pone alcuni problemi per la sua definizione sia sotto gli aspetti relativi all'interpretazione della Direttiva 98/24/CE sia sotto alcuni aspetti tecnici scientifici quali:

- nelle traduzioni della Direttiva 98/24/CE degli altri Paesi dell'Unione Europea il termine è stato univocamente definito come *Rischio Basso*:
- Geringfügiges (D)
- Leve (SP)
- Slight (GB)
- Faible (F)
- Baixio (P)
- Micro (GR)
- le direttive CE recepite nel nostro ordinamento non possono ridurre i livelli di tutela della salute e sicurezza raggiunti nelle norme nazionali previgenti
- nel D.P.R. 303/56, l'art. 35 c. 2 prevede l'esonero dagli obblighi di sorveglianza sanitaria, qualora per l'esiguità del materiale o dell'agente chimico pericoloso e per l'efficacia delle misure preventive adottate, o per il carattere occasionale del lavoro insalubre: "possa fondamentalmente ritenersi irrilevante il rischio per la salute dei lavoratori"
- nel D.M. 10 marzo 1998, che detta criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, vengono definiti come luoghi di lavoro a rischio di incendio BASSO, quei luoghi o parte di essi in cui vi sono scarse possibilità di sviluppo d'incendio in presenza di sostanze a basso tasso d'infiammabilità e la susseguente probabilità di propagazione è bassa. I luoghi di lavoro a rischio d'incendio basso non hanno necessità della redazione del piano d'emergenza.

Se non può essere ridotto il livello di protezione per i lavoratori con l'introduzione della direttiva 98/24/CE, sembrerebbe logico associare il Rischio Moderato alla dizione "rischio irrilevante per la salute".

Da queste considerazioni può essere ritenuto ragionevole definire il RISCHIO MODERATO previsto dal D.Lgs.n. 25/02 come una soglia al di sotto della quale il RISCHIO è BASSO (irrilevante per la salute), mentre per la soglia superiore è ragionevole definirla RISCHIO NON MODERATO.



## 4. Sostanze e preparati pericolosi

### 4.1. Caratteristiche di pericolosità delle sostanze

La mancata conoscenza di ciò che si manipola è stata ed è tutt'oggi causa di incidenti nei più svariati luoghi di lavoro e oltre ai possibili effetti sull'uomo vanno considerati anche quelli sull'ambiente.

La conoscenza delle caratteristiche di pericolosità delle sostanze è quindi un elemento indispensabile perché possano essere impiegate limitando il rischio per gli addetti al più basso livello possibile.

Teofrasto von Hohenheim, detto Paracelso (1493-1541), cinquecento anni fa ha elegantemente articolato il concetto di pericolosità/tossicità facendo notare come “tutte le sostanze sono velenose; non ce n'è una che non sia velenosa. È solamente la dose che fa sì che la sostanza non sia un veleno”. Questo è uno dei concetti fondamentali che coloro che lavorano in laboratorio non dovrebbero dimenticare. Il più importante fattore che determina la tossicità di una sostanza, per un individuo, è la relazione fra quantità (oppure concentrazione) dell'agente chimico e l'effetto tossico che produce.

In tutta l'Unione Europea sono considerati **PERICOLOSI**, e come tali regolamentati, le sostanze ed i preparati rientranti in una o più delle seguenti categorie:

- **Esplosivi:** le sostanze e i preparati solidi, liquidi, pastosi o gelatinosi che, anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico, possono provocare una reazione esotermica con rapida formazione di gas e che, in determinate condizioni di prova, detonano, deflagrano rapidamente o esplodono in seguito a riscaldamento in condizioni di parziale contenimento;
- **Comburenti:** le sostanze e i preparati, che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica;
- **Estremamente infiammabili:** le sostanze e i preparati liquidi con un punto d'infiammabilità estremamente basso ed un punto di ebollizione basso e le sostanze e i preparati gassosi che a temperatura e pressione ambiente si infiammano a contatto con l'aria. Sono sostanze il cui punto di infiammabilità è inferiore a 0°C ed il cui punto di ebollizione è inferiore o pari a 35°C;
- **Facilmente infiammabili:**
  - le sostanze e i preparati che, a contatto con l'aria, a temperatura ambiente e senza apporto di energia, possono riscaldarsi e infiammarsi o

- le sostanze ed i preparati solidi che possono facilmente infiammarsi a causa di un breve contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo il ritiro della sorgente di accensione, o
- le sostanze ed i preparati liquidi il cui punto di infiammabilità è molto basso, o
- le sostanze e i preparati che, a contatto con l'acqua o l'aria umida, sprigionano gas estremamente infiammabili in quantità pericolose.
- **Inflammabili:** le sostanze e i preparati liquidi con un basso punto d'infiammabilità tra i 21°C e 55°C;
- **Molto tossici:** le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, in piccolissima quantità, possono essere mortali oppure provocare lesioni acute o croniche;
- **Tossici:** le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, in piccole quantità, possono essere mortali oppure provocare lesioni acute o croniche;
- **Nocivi:** le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono essere mortali oppure provocare lesioni acute o croniche;
- **Corrosivi:** le sostanze e i preparati che, a contatto con tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva;
- **Irritanti:** le sostanze e i preparati non corrosivi, il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose può provocare una reazione infiammatoria;
- **Sensibilizzanti:** le sostanze o i preparati che, per inalazione o penetrazione cutanea, possono dar luogo ad una reazione di ipersensibilizzazione per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce effetti nefasti caratteristici;
- **Cancerogeni:** le sostanze o i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza;
- **Mutageni:** le sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza;
- **Teratogeni:** le sostanze che assorbite da donne in gravidanza possono provocare malformazioni dell'embrione;
- **Tossici per il ciclo riproduttivo:** le sostanze o i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono provocare o rendere più frequenti effetti nocivi non ereditari nella prole o danni a carico della funzione o delle capacità riproduttive maschili o femminili;
- **Pericolosi per l'ambiente:** le sostanze e i preparati che, qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per una o più delle componenti ambientali.



## 4.2. Metodi e strumenti per riconoscere i pericoli

### 4.2.1. Etichettatura e imballaggio di sostanze e preparati pericolosi

L'etichetta rappresenta una fonte di informazione per l'utilizzatore e consente di evitare malintesi ed errori di manipolazione delle sostanze chimiche; aiuta nelle operazioni di stoccaggio ed è utile in caso di infortunio. Poiché l'eliminazione dei prodotti pericolosi può comportare gravi problemi per l'ambiente, l'etichetta fornisce indicazioni sulla gestione dei residui e la protezione dell'ambiente. Le etichette ed i simboli di pericolo costituiscono uno strumento rapido ed importante per il riconoscimento dei pericoli.

L'etichetta consente quindi di individuare sinteticamente i principali rischi chimico-fisici e tossicologici connessi con la normale manipolazione ed utilizzazione, fornisce informazioni: sui pericoli più gravi con simboli, tramite le frasi di rischio R si hanno informazioni sulla natura dei rischi, tramite i consigli di prudenza o frasi S si danno informazioni sintetiche su come operare in sicurezza. Nel caso di una sostanza l'informazione è completata dal nome chimico, dal numero CE della sostanza e dal nome, indirizzo e numero di telefono del responsabile comunitario dell'immissione in commercio. Nel caso di preparati l'informazione è completata dal nome commerciale del prodotto e dalla denominazione chimica delle sostanze presenti. Infine, l'etichetta contiene indicazioni relative al produttore. Da notare che tutto il contenuto di una etichetta deve essere tradotto nella lingua del Paese di utilizzo del prodotto e che, secondo il D.Lgs.n. 493/96, anche i recipienti utilizzati sui luoghi di lavoro e le relative tubazioni visibili, destinati a contenere o trasportare sostanze e preparati, devono essere muniti dell'etichettatura prescritta.

#### ETICHETTA TIPO

Simbolo di rischio più grave	Frasi R	Fabbricante o Responsabile Immissione
2° simbolo di rischio più grave	Frasi S	Nome Commerciale
	Indicazioni speciali	Massa o Volume
Nome chimico		

#### 4.2.2. I simboli associati ai rischi

In base alle definizioni e ai test normati ed aggiornati periodicamente a livello comunitario è possibile effettuare una classificazione ed una assegnazione alle svariate categorie sintetiche. I simboli associati alle diverse tipologie di rischio si distinguono in:

SIMBOLI ASSOCIATI AI RISCHI PER LA SICUREZZA (CHIMICO-FISICI)		
		
<b>E</b> Esplosivo	<b>F + /F</b> Estremamente/Facilmente	<b>Infiammabile</b>

SIMBOLI ASSOCIATI AI RISCHI PER LA SALUTE (TOSSICOLOGICI)			
			
<b>T+/T</b> Altamente tossico/ Tossico	<b>Xn</b> Nocivo	<b>Xi</b> Irritante	<b>C</b> Corrosivo

SIMBOLO ASSOCIATO AI RISCHI PER L'AMBIENTE

<b>N</b> Pericoloso per l'ambiente

In molti casi possono essere compresenti più rischi per la stessa sostanza e, in ogni caso, è necessario valutare le più precise indicazioni derivanti dalle frasi di rischio.

#### 4.2.3. I segnali di avvertimento

Affinché siano rispettati e tutelati gli standard di sicurezza nei luoghi di lavoro è opportuno usare segnali di avvertimento e di sicurezza, allo scopo di completare le misure di prevenzione e protezione attuate. Sono previste diverse categorie di segnali caratterizzate da forme e colori standardizzati; ad esempio:

SEGNALI DI AVVERTIMENTO		
		
Sostanze velenose	Sostanze corrosive	Sostanze nocive o irritanti
		
Materiale esplosivo	Materiale infiammabile	Materiale comburente

I recipienti o serbatoi, le tubazioni o canalizzazioni contenenti liquidi o gas nocivi o pericolosi devono essere chiaramente identificati nel contenuto e contrassegnati con i relativi simboli di pericolo. Dove, per esigenze tecniche, si usino sigle o colorazioni particolari è necessario specificare il significato con apposita tabella. Tale disposizione non si applica ai recipienti usati per un breve periodo e a quelli il cui contenuto cambia con frequenza, purché gli addetti vengano informati o formati per garantire comunque un livello identico di protezione. L'informazione, la formazione e l'addestramento di tutti gli addetti costituisce un passaggio obbligato per consentire l'obiettivo di condizioni di lavoro ottimali per la sicurezza e la salute.

#### 4.2.4. Le Schede di sicurezza

Le schede di sicurezza sono uno strumento di fondamentale importanza nella valutazione del rischio chimico, in quanto sono utili per fornire una panoramica completa di tutti i pericoli e i rischi legati al prodotto.

Le schede di sicurezza e l'etichettatura apposta sull'imballaggio sono i principali vettori di informazione per gli utilizzatori.

Nei laboratori dove il numero di prodotti chimici utilizzati è elevato, sicuramente una gestione informatizzata delle schede di sicurezza, con aggiornamenti periodici anche on line, è la scelta più opportuna per una corretta predisposizione di un sistema di gestione della sicurezza nel laboratorio chimico.

Le schede devono essere disponibili preferibilmente nella rete intranet di laboratorio o in punti di consultazione quali hardware appositamente predisposti, in modo che tutti possano consultarle in ogni momento risulta necessario.

Le schede, inoltre, devono essere sempre mantenute aggiornate in quanto le conoscenze scientifiche sui prodotti ed i dati statistici epidemiologici possono portare a dati ed indicazioni diversi. Gli stessi aggiornamenti normativi possono portare a nuove classificazioni dei prodotti che comportano necessariamente un revisione delle schede di sicurezza da parte del produttore.

Nel caso tale gestione delle schede di sicurezza non possa avvenire, è comunque utile, anche se poco funzionale ed efficace, prevedere un archivio cartaceo delle schede di sicurezza da aggiornare periodicamente.

Le informazioni contenute nelle schede dati di sicurezza possono costituire il punto di partenza per individuare i pericoli a cui i lavoratori sono esposti e le misure di controllo necessarie. Tuttavia non tutte le potenziali condizioni di utilizzo possono essere previste dal produttore. Le misure di protezione raccomandate nelle schede dati di sicurezza devono pertanto essere adattate alle condizioni specifiche di ogni luogo di lavoro.

Le voci delle schede di sicurezza stabilite dal D.M 4/4/97 sono:

LE VOCI DELLE SCHEDE DI SICUREZZA	
1	Identificazione del preparato e della società produttrice
2	Composizione/Informazione sugli ingredienti
3	Identificazione dei pericoli
4	Misure di primo soccorso
5	Misure antincendio
6	Misure in caso di fuoriuscita accidentale
7	Manipolazione e stoccaggio
8	Controllo dell'esposizione/protezione individuale
9	Proprietà fisiche e chimiche
10	Stabilità e reattività
11	Informazioni tossicologiche

*(segue)* LE VOCI DELLE SCHEDE DI SICUREZZA

12	Informazioni ecologiche
13	Considerazioni sullo smaltimento
14	Informazioni sul trasporto
15	Informazioni sulla regolamentazione
16	Altre informazioni

**[1] Elementi identificativi della sostanza o del preparato e della società/impresa****[1.1.] Elementi identificativi della sostanza o del preparato**

Deve essere indicata la denominazione utilizzata per l'identificazione che figura sull'etichetta. Possono essere indicati anche gli altri elementi identificativi eventualmente presenti.

**[1.2.] Elementi identificativi della società/impresa**

- Identificazione del fabbricante, dell'importatore o del distributore responsabile dell'immissione sul mercato stabilito nella comunità,
- Indirizzo completo e numero di telefono del suddetto responsabile.

**[1.3.] Ulteriori elementi**

A completamento delle informazioni viene riportato il numero telefonico di chiamata urgente della società e/o Organismo ufficiale di consultazione.

**[2] Composizione/informazione sugli ingredienti**

L'informazione fornita deve permettere al destinatario di identificare con facilità i rischi rappresentati dalla sostanza o dal preparato

**[3] Indicazione dei pericoli**

Devono essere indicati in modo chiaro e succinto i rischi più importanti, particolarmente quelli per la salute e per l'ambiente e devono essere descritti gli effetti dannosi più importanti per la salute dell'uomo ed i sintomi che insorgono in seguito all'uso e al cattivo uso ragionevolmente prevedibile.

Queste informazioni devono essere compatibili con quelle che figurano effettivamente sull'etichetta senza però ripeterle.

**[4] Misure di pronto soccorso**

Oltre alla specifica della eventuale necessità di una immediata consultazione medica, sono riportate le misure di pronto soccorso: tale informazione deve essere facilmente comprensibile e breve non solo per l'infortunato, ma anche per le persone a lui vicine e per quanti prestano i primi soccorsi.

I sintomi e gli effetti devono essere descritti sinteticamente e le istruzioni devono indicare cosa si debba fare subito in caso di infortunio e quali effetti ritardo siano da attendersi a seguito dell'esposizione; la ripartizione in diversi paragrafi è fun-

zione delle vie di esposizione, inalazione, contatto con la pelle e con gli occhi e ingestione, con l'indicazione se sia necessaria o consigliabile la consultazione di un medico.

Può essere anche sottolineato per taluni prodotti che devono essere messi a disposizione sul posto di lavoro dei mezzi speciali per il trattamento specifico ed immediato.

### **[5] Misure antincendio**

Vengono indicate le prescrizioni per la lotta contro gli incendi causati dal prodotto chimico e che si sviluppano nelle vicinanze della sostanza o del preparato con la precisazione:

- dei mezzi di estinzione appropriati;
- dei mezzi di estinzione da non usare per ragioni di sicurezza;
- dei rischi fisici di esposizione eventualmente derivanti dalla sostanza o dal preparato stesso, dai prodotti di combustione, dai gas prodotti;
- dell'equipaggiamento speciale di protezione per gli addetti all'estinzione degli incendi.

### **[6] Misure in caso di fuoriuscita accidentale**

A seconda della sostanza o del preparato in questione, possono essere fornite informazioni in merito:

- *alle precauzioni individuali*  
rimozione delle fonti di ignizione, predisposizione di un'adeguata ventilazione o di una protezione respiratoria, lotta contro le polveri, prevenzione del contatto con la pelle e con gli occhi;
- *alle precauzioni ambientali*  
tenere il prodotto/materiale chimico lontano da scarichi, dalle acque di superficie e sotterranee e dal suolo, eventuale necessità di dare l'allarme al vicinato;
- *ai metodi di pulizia*  
uso di materiale assorbente (ad es. sabbia, farina fossile, legante acido, legante universale, segatura, ecc.), riduzione di gas/fumi sviluppatisi mediante acqua, diluizione.

Possono essere riportate anche indicazioni del tipo: "non usare mai con....., neutralizzare con...".

### **[7] Manipolazione e stoccaggio**

#### **[7.1] Manipolazione**

Vengono date le indicazioni sulle precauzioni da usare per una manipolazione sicura e le informazioni sugli accorgimenti tecnici quali: la ventilazione locale e generale, le modalità di prevenzione della formazione di aerosol e polveri, il fuo-

co e qualsiasi altra norma specifica relativa alla sostanza o al preparato (ad es. equipaggiamenti e procedure di impiego raccomandati o vietati), se possibile con una breve descrizione.

**[7.2] Stoccaggio**

Sono indicate le condizioni per uno stoccaggio sicuro, quali: la progettazione specifica dei locali e dei contenitori (incluse le paratie di contenimento e la ventilazione), i materiali incompatibili, le condizioni di stoccaggio (limiti/intervalli di temperatura e di umidità, luce, gas inerte, ecc.) impianto elettrico speciale, prevenzione dell'accumulo di elettricità statica. Se occorre, vengono dati anche i limiti quantitativi in condizioni di stoccaggio ed eventuali indicazioni quali il tipo di materiale utilizzato per l'imballaggio ed i contenitori della sostanza o del preparato.

**[8] Controllo dell'esposizione/protezione individuale**

Per ridurre al minimo l'esposizione del lavoratore, viene fornita tutta la gamma di misure precauzionali da adottare durante l'uso. Prima che si renda necessario l'equipaggiamento di protezione individuale dovrebbero esser presi provvedimenti di natura tecnica, con le informazioni a completamento di quelle già fornite al punto 7.1.

Sono indicati eventuali parametri specifici di controllo, quali valore limite o standard biologici e le informazioni in merito ai procedimenti di controllo raccomandati, indicandone i riferimenti. Il tipo di equipaggiamento viene differenziato in relazione al tipo di protezione individuale eventualmente occorrente:

- autorespiratori, maschere e filtri adatti, nel caso di esposizione a gas o polveri pericolosi (protezione respiratoria);
- guanti ed eventuali altri accorgimenti di protezione della pelle e delle mani, (protezione delle mani);
- grembiule, stivali, indumenti protettivi completi, nel caso non si tratti della pelle delle mani, ed eventuali misure di igiene particolari e, ove necessario, il riferimento alle relative norme CEN (protezione della pelle);
- dispositivi quali occhiali di sicurezza, visiere, schermo facciale, nel caso di protezione degli occhi.

**[9] Proprietà fisiche e chimiche**

Qui vengono date informazioni inerenti la sostanza sul suo:

- **ASPETTO:**  
Indicare lo stato fisico (solido, liquido, gassoso) ed il colore della sostanza o del preparato all'atto della fornitura
- **ODORE:**  
qualora sia percepibile, descrivere succintamente.

- pH:  
indicare il pH della sostanza o del preparato al momento della fornitura o di una soluzione acquosa; in quest'ultimo caso indicarne la concentrazione
- PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE:
  - Punto/intervallo di ebollizione
  - Punto/intervallo di fusione
  - Punto di infiammabilità
  - Infiammabilità (solido/gas)/autoinfiammabilità
  - Proprietà esplosive/proprietà comburenti
  - Pressione di vapore
  - Densità relativa
  - Solubilità, idrosolubilità, liposolubilità (solvente o grasso da precisare)
  - Coefficiente di ripartizione: n-ottanolo/acqua
  - Altri dati: indicare i parametri importanti per la sicurezza, come la densità di vapore, la miscibilità, la velocità di evaporazione, la conducibilità, la viscosità, etc.

### **[10] stabilità e reattività**

Questa voce riguarda la stabilità della sostanza o del preparato chimico e la possibilità che si verificano reazioni pericolose in determinate circostanze.

- **CONDIZIONI DA EVITARE**

Elenco delle condizioni quali temperatura, pressione, luce, urti, ecc. che possono provocare una reazione pericolosa e, se possibile, darne una breve descrizione.

- **MATERIE DA EVITARE**

Elenco delle materie quali acqua, aria, acidi, basi ossidanti o altre sostanze specifiche che possono provocare una reazione pericolosa e, se possibile, darne una breve descrizione.

Elenco delle sostanze pericolose prodotte in quantità pericolose in seguito a decomposizione.

Sono considerate in particolare:

- la necessità e la presenza di stabilizzanti;
- la possibilità di una reazione esotermica pericolosa;
- eventuale rilevanza per la sicurezza di un mutamento dell'aspetto fisico della sostanza o del preparato;
- eventuali prodotti di decomposizione pericolosi in seguito a contatto con acqua;
- possibilità di degradazione con formazione di prodotti instabili.



**[11] Informazioni tossicologiche**

È necessario fornire una descrizione completa e precisa, anche se sintetica, dei vari effetti tossicologici che possono manifestarsi nel caso di contatto con la sostanza o con il preparato. Vengono descritti gli effetti nocivi che possono derivare dalla sostanza o dal preparato, sulla base dell'esperienza o di conclusioni tratte da esperimenti scientifici e le informazioni sulle diverse vie di esposizione (inalazione, ingestione o contatto con la pelle o con gli occhi), unitamente alla descrizione dei sintomi legati alle caratteristiche fisiche, chimiche o tossicologiche, gli eventuali effetti ritardati e immediati in seguito a esposizione breve o prolungata: ad esempio effetti sensibilizzanti, cancerogeni, mutageni, tossici per la riproduzione compresi gli effetti teratogeni, nonché narcotizzanti.

**[12] Informazioni ecologiche**

Identificazione degli effetti, del comportamento e della trasformazione nell'ambiente della sostanza o del preparato a seconda della loro natura e dei relativi metodi di utilizzazione ragionevolmente prevedibili. Analoghe informazioni debbono essere fornite per i prodotti pericolosi derivanti dalla degradazione di sostanze e preparati.

Esempi di informazioni rilevanti per l'ambiente sono:

- **MOBILITÀ**
  - Distribuzione per comparto ambientale nota o stimata
  - Tensione superficiale
  - Adsorbimento/deadsorbimento
  - Altre proprietà chimico-fisiche.
- **DEGRADABILITÀ**
  - Degradazione biotica e abiotica
  - Degradazione aerobica e anaerobica
  - Persistenza
- **ACCUMULAZIONE**
  - Potenziale di bioaccumulazione
  - Bioamplificazione
- **ECOTOSSICITÀ**

Effetti a breve e lungo termine su:

- Organismi acquatici,
- Organismi del terreno,
- Piante e animali terrestri;
- **ALTRI EFFETTI NEGATIVI**
  - Potenziale di riduzione dell'ozono,
  - Potenziale di creazione fotochimica di ozono,
  - Potenziale di riscaldamento globale,
  - Effetti sugli impianti per il trattamento delle acque reflue.

### **[13] Considerazione sullo smaltimento**

Nel caso di rischio durante lo smaltimento della sostanza o del preparato, vengono descritti i residui e l'informazione relativa alla loro manipolazione sotto l'aspetto della sicurezza ed i metodi di smaltimento idonei compresi quelli per i contenitori contaminati (incenerimento, riciclaggio, messa in discarica, etc.).

### **[14] Informazioni sul trasporto**

Ogni utilizzatore deve seguire delle precauzioni particolari per il trasporto o la movimentazione di una sostanza o di un preparato all'interno o all'esterno dell'azienda.

Inoltre, possono essere fornite informazioni complementari conformemente alla raccomandazione delle Nazioni unite e agli accordi internazionali concernenti il trasporto e l'imballaggio di prodotti pericolosi.

### **[15] Informazioni sulla regolamentazione**

Sono riportate le informazioni che figurano sull'etichetta in applicazione delle direttive sulla classificazione, sull'imballaggio e sull'etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi.

### **[16] Altre informazioni**

Qualsiasi altra informazione che potrebbe essere rilevante per la sicurezza e la salute e per la protezione dell'ambiente, ad esempio:

- Indicazioni sull'addestramento degli operatori;
- Raccomandazioni per l'uso ed eventuali restrizioni;
- Riferimenti scritti e/o centri di contatto tecnico;
- Fonti dei dati principali utilizzati per redigere la scheda di dati;
- Data dell'emissione della scheda di dati se non compare altrove.

Fra le informazioni di norma disponibili sono contenuti i consigli per un impiego corretto e i valori indicativi sulle concentrazioni pericolose per inalazione o sugli effetti per l'uomo. Fra i più diffusi ed autorevoli limiti di soglia all'inalazione per esposizione professionale vi sono i TLV ACGIH-USA – Threshold Limit Value / Valore Limite di Soglia, elaborati dalla Conferenza Americana degli Igienisti Industriali, che rappresentano il valore di concentrazione aerodispersa oltre il quale è prevedibile un danno da esposizione.

#### **4.2.5. Le frasi di rischio (R) e di prudenza (S)**

Le frasi di rischio, identificabili da una lettera R seguita da un numero che indica la natura del rischio (1-68), sono rappresentate da frasi standard che illustrano in forma sintetica i rischi connessi all'utilizzo ed alla manipolazione di sostanze pericolose.

Mentre i consigli di prudenza sono identificabili da una lettera S seguita da un numero (1-64), sono costituiti da frasi standard che descrivono brevemente le procedure di sicurezza da mettere in atto al fine di minimizzare i rischi connessi all'utilizzo e alla manipolazione di sostanze pericolose.

Inoltre l'interazione di sostanze di diversa natura possono produrre dei rischi per la salute dei lavoratori che sono schematizzati nelle combinazioni delle frasi R ed S.

FRASI DI RISCHIO R	
R1	Esplosivo allo stato secco
R2	Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione
R3	Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione
R4	Forma composti metallici esplosivi molto sensibili
R5	Pericolo di esplosione per riscaldamento
R6	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria
R7	Può provocare un incendio
R8	Può provocare l'accensione di materie combustibili
R9	Esplosivo in miscela con materie combustibili
R10	Infiammabile
R11	Facilmente infiammabile
R12	Estremamente infiammabile
R14	Reagisce violentemente con l'acqua
R15	A contatto con l'acqua libera gas estremamente infiammabili
R16	Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti
R17	Spontaneamente infiammabile all'aria
R18	Durante l'uso può formare con aria miscele esplosive/infiammabili
R19	Può formare perossidi esplosivi
R20	Nocivo per inalazione
R21	Nocivo a contatto con la pelle
R22	Nocivo per ingestione
R23	Tossico per inalazione
R24	Tossico a contatto con la pelle
R25	Tossico per ingestione
R26	Molto tossico per inalazione
R27	Molto tossico a contatto con la pelle
R28	Molto tossico per ingestione
R29	A contatto con l'acqua libera gas tossici
R30	Può divenire facilmente infiammabile durante l'uso
R31	A contatto con acidi libera gas tossico
R32	A contatto con acidi libera gas altamente tossico

<i>(segue)</i> FRASI DI RISCHIO R	
R33	Pericolo di effetti cumulativi
R34	Provoca ustioni
R35	Provoca gravi ustioni
R36	Irritante per gli occhi
R37	Irritante per le vie respiratorie
R38	Irritante per la pelle
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
R40	Possibilità di effetti irreversibili
R41	Rischio di gravi lesioni oculari.
R42	Può provocare sensibilizzazione per inalazione
R43	Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle
R44	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato
R45	Può provocare il cancro
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie
R48	Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata
R49	Può provocare il cancro per inalazione
R50	Altamente tossico per gli organismi acquatici
R51	Tossico per gli organismi acquatici
R52	Nocivo per gli organismi acquatici
R53	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R54	Tossico per la flora
R55	Tossico per la fauna
R56	Tossico per gli organismi del terreno
R57	Tossico per le api
R58	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente
R59	Pericoloso per lo strato di ozono
R60	Può ridurre la fertilità
R61	Può danneggiare i bambini non ancora nati
R62	Possibile rischio di ridotta fertilità
R63	Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati
R64	Possibile rischio per i bambini allattati al seno
R65	Può causare danni polmonari se ingerito
R66	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolatura della pelle
R67	L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini
R68	Possibilità di effetti irreversibili

COMBINAZIONI DELLE FRASI DI RISCHIO R	
R 14/15	Reagisce violentemente con l'acqua liberando gas estremamente infiammabili
R 15/21	A contatto con acqua libera gas tossici estremamente infiammabili.
R 20/21	Nocivo per inalazione e contatto con la pelle
R 20/22	Nocivo per inalazione e ingestione
R 20/21/22	Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.
R 21/22	Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione.
R23/24	Tossico per inalazione e contatto con la pelle.
R23/25	Tossico per inalazione e ingestione.
R 23/24/25	Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione
R 24/25	Tossico a contatto con la pelle e per ingestione.
R 26/27	Molto tossico per inalazione e contatto con la pelle
R 26/28	Molto tossico per inalazione e per ingestione.
R 26/27/28	Molto tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.
R 27/28	Molto tossico a contatto con la pelle e per ingestione.
R 36/37	Irritante per gli occhi e le vie respiratorie.
R 36/38	Irritante per gli occhi e la pelle.
R 36/37/38	Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle
R 37/38	Irritante per le vie respiratorie e la pelle.
R 39/23	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.
R 39/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.
R 39/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.
R 39/23/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle.
R 39/23/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.
R 39/24/25	Tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione.
R 39/23/14/25	Tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, R contatto con la pelle e per ingestione
R 39/26	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.
R 39/27	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.
R 39/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.
R 39/26/27	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle.
R 39/26/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.
R 39/27/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per inalazione.
R 39/26/27/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione
R 40/20	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione.
R 40/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle.
R 40/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per ingestione.
R 40/20/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle.

*(segue)* **COMBINAZIONI DELLE FRASI DI RISCHIO R**

R 40/20/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione ed ingestione.
R 40/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione.
R 40/20/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
R 42/43	Può provocare sensibilizzazione per inalazione e contatto con la pelle.
R 48/20	Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.
R 48/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle.
R 48/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.
R 48/20/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle
R 48/20/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione.
R 48/21/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione
R 48/20/21/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
R 48/23	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.
R 48/24	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle.
R 48/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.
R 48/23/24	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle.
R 48/23/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione ed ingestione
R 48/24/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione.
R 48/23/24/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
R 50/53	Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R 51/53	Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R 52/53	Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.

FRASI DI PRUDENZA S	
S1	Conservare sotto chiave
S2	Conservare fuori della portata del bambini
S3	Conservare in luogo fresco
S4	Conservare lontano da locali di abitazione
S5	Conservare sotto (liquido appropriato da indicarsi da parte del fabbricante)
S6	Conservare sotto (gas inerte da indicarsi da parte del fabbricante)
S7	Conservare il recipiente ben chiuso
S8	Conservare al riparo dall'umidità
S9	Conservare il recipiente in luogo ben ventilato
S12	Non chiudere ermeticamente il recipiente
S13	Conservare lontano da alimenti o mangimi e da bevande
S14	Conservare lontano da (sostanze incompatibili da precisare da parte del produttore)
S15	Conservare lontano dal calore
S18	Conservare lontano da fiamme e scintille - Non fumare
S20	Non mangiare né bere durante l'impiego
S21	Non fumare durante l'impiego
S22	Non respirare le polveri
S23	Non respirare i gas/fumi/vapori/aerosoli/termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore
S24	Evitare il contatto con la pelle
S25	Evitare il contatto con gli occhi
S26	In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua consultare un medico
S27	Togliersi di dosso immediatamente gli indumenti contaminati
S28	In caso di contatto con la pelle lavarsi immediatamente ed abbondantemente con (prodotti idonei da indicarsi da parte del fabbricante)
S29	Non gettare i residui nelle fognature
S30	Non versare acqua sul prodotto
S33	Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche
S35	Non disfarsi del prodotto e del recipiente se non con le dovute precauzioni
S36	Usate indumenti protettivi adatti
S37	Usare guanti adatti.
S38	In caso di ventilazione insufficiente, usare un apparecchio respiratorio adatto.
S39	Proteggere gli occhi/la faccia.
S40	Per pulire il pavimento e gli oggetti contaminati da questo prodotto, usare ... (da precisare da parte del produttore).
S41	In caso di incendio c/o esplosione non respirare i fumi.
S42	Durante le fumigazioni/polimerizzazioni usare un apparecchio respiratorio adatto termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore.
S43	In caso di incendio usare .. (mezzi estinguenti idonei da indicarsi da parte del fabbricante. Se l'acqua aumenta il rischio precisare "Non usare acqua".

*(segue)* FRASI DI PRUDENZA S

S44	In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico (se possibile, mostrargli etichetta).
S46	In caso d'ingestione consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta.
S47	Conservare a temperatura non superiore a .. gradi centigradi C (da precisare da parte del fabbricante).
S48	Mantenere umido con ... (mezzo appropriato da precisare da parte del fabbricante).
S49	Conservare soltanto nel recipiente originale.
S50	Non mescolare con .... (da specificare da parte del fabbricante).
S51	Usare soltanto in luogo ben ventilato.
S52	Non utilizzare su grandi superfici in locali abitati.
S53	Evitare l'esposizione-procurarsi speciali istruzioni prima dell'uso.
S56	Smaltire questo materiale e relativi contenitori in un punto di raccolta rifiuti pericolosi o speciali autorizzato.
S57	Usare contenitori adeguati per evitare l'inquinamento ambientale.
S59	Richiedere informazioni al produttore/fornitore per il recupero/riciclaggio.
S60	Questo materiale e il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi.
S61	Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle Istruzioni speciali schede informative in materia di sicurezza.
S62	Non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta.
S63	In caso di incidente per inalazione, allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e mantenerlo a riposo.
S64	In caso di ingestione sciacquare la bocca con acqua (solamente se l'infortunato è cosciente).



COMBINAZIONI DELLE FRASI DI PRUDENZA S	
S 1/2	Conservare sotto chiave e fuori della portata dei bambini.
S 3/7	Tenere il recipiente ben chiuso in luogo fresco.
S 3/9/14	Conservare in luogo fresco e ben ventilato lontano da ... (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante).
S 3/9/14/49	Conservare soltanto nel contenitore originale in luogo fresco e ben ventilato lontano da ... (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante).
S 3/9/49	Conservare soltanto nel contenitore originale in luogo fresco e ben ventilato.
S 3/14	Conservare in luogo fresco lontano da ... (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante).
S 7/8	Conservare il recipiente ben chiuso e al riparo dall'umidità.
S 7/9	Tenere il recipiente ben chiuso e in luogo ben ventilato.
S 7/47	Tenere il recipiente ben chiuso e a temperatura non superiore a ... gradi centigradi C (da precisare da parte del fabbricante).
S 20/21	Non mangiare, né bere, né fumare durante l'impiego.
S 24/25	Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle.
S 27/28	In caso di contatto con la pelle, togliersi di dosso immediatamente gli indumenti contaminati e lavarsi immediatamente e abbondantemente con ....(prodotti idonei da indicarsi da parte del fabbricante).
S 29/35	Non gettare i residui nelle fognature; non disfarsi del prodotto e del recipiente se non con dovute precauzioni.
S 29/56	Non gettare i residui nelle fognature.
S 36/37	Usare indumenti protettivi e guanti adatti.
S 36/37/39	Usare indumenti protettivi e guanti adatti e proteggersi gli occhi/la faccia.
S 36/39	Usare indumenti protettivi adatti e proteggersi gli occhi/la faccia.
S 37/39	Usare guanti adatti e proteggersi gli occhi/la faccia.
S 47/49	Conservare soltanto nel contenitore originale a temperatura non superiore a ... da parte del fabbricante)

<b>CLASSIFICAZIONE R PER CATEGORIE</b>	
<b>PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE</b>	
<b>ESPLOSIVI (E)</b>	
R1	Esplosivi allo stato secco
R2	Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione
R3	Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione
R4	Forma composti metallici esplosivi molto sensibili
R5	Pericolo di esplosione per riscaldamento
R6	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria
R16	Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti
R18	Durante l'uso può formare con l'aria miscele esplosive/infiammabili
R19	Può formare perossidi esplosivi
R44	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato
<b>COMBURENTI (O)</b>	
R7	Può provocare un incendio
R8	Può provocare l'accensione di materiali combustibili
R9	Esplosivo in miscela con materie combustibili
<b>ESTREMAMENTE INFIAMMABILI (F+)</b>	
R12	Liquidi con punto infiammabilità minore di 0°C e punto di ebollizione minore o uguale di 35°C.
R13	Gas che a temperatura e pressione ambiente si infiammano a contatto con l'aria.
<b>FACILMENTE INFIAMMABILE (F)</b>	
R11	Solidi che infiammano a contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o consumarsi anche dopo l'allontanamento di tale sorgente
R15	Sostanza che a contatto con l'acqua libera gas estremamente infiammabili (almeno 1 l/kg/h)
R17	Sostanza che spontaneamente si infiamma all'aria
R30	Sostanza che può divenire facilmente infiammabile durante l'uso
<b>INFIAMMABILI</b>	
R10	Sostanza con punto di infiammabilità compreso fra 21°C e 25°C
<b>ALTRE</b>	
R14	Sostanza che reagisce violentemente con l'acqua
<b>PROPRIETÀ TOSSICOLOGICHE</b>	
<b>MOLTO TOSSICO (T+)</b>	
R26	Molto tossico per inalazione
R27	Molto tossico a contatto con la pelle
R28	Molto tossico per ingestione
R32	A contatto con acidi libera gas molto tossici
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
<b>TOSSICO (T)</b>	
R23	Tossico per inalazione
R24	Tossico a contatto con la pelle
R25	Tossico per ingestione
R29	A contatto con l'acqua libera gas tossici
R31	A contatto con acidi libera gas tossici

<i>(segue)</i> CLASSIFICAZIONE R PER CATEGORIE	
R33	Pericolo di effetti cumulativi
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
R48	Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata
NOCIVO (Xn)	
R20	Nocivo per inalazione
R21	Nocivo a contatto con la pelle
R22	Nocivo per ingestione
R48	Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata
R65	Nocivo: può causare danni ai polmoni in caso di ingestione
R67	L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini
R68	Possibilità di effetti irreversibili
CORROSIVO (C)	
R34	Provoca ustioni
R35	Provoca gravi ustioni
IRRITANTE (Xi)	
R36	Irritante per gli occhi (notevoli lesioni entro 72h - persistenza 24h)
R37	Irritante per le vie respiratorie
R38	Irritante per la pelle (esposizione 4h - durata sintomi 24h)
R41	Rischi di gravi lesioni oculari (gravi lesioni entro 72h - persistenza 24h)
SENSIBILIZZANTE (Xn)	
R42	Può provocare sensibilizzazione per inalazione
SENSIBILIZZANTE (XI)	
R43	Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle
R66	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature alla pelle
CANCEROGENO (T)	
R45	Può provocare il cancro
R49	Può provocare il cancro per inalazione
CANCEROGENO (Xn)	
R40	Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti
MUTAGENO (T)	
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie
MUTAGENO (Xn)	
R40	Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti
TOSSICO PER LA RIPRODUZIONE (T)	
R60	Può ridurre la fertilità
R61	Può danneggiare i bambini non ancora nati
TOSSICO PER LA RIPRODUZIONE (Xn)	
R62	Possibile rischio di ridotta fertilità
R63	Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati
R64	Possibile rischio per i bambini allattati al seno

*(segue)* **CLASSIFICAZIONE R PER CATEGORIE**

**PROPRIETÀ ECO-TOSSICOLOGICHE (N)**

**PERICOLOSO PER L'AMBIENTE (N)**

R50	Altamente tossico per gli organismi acquatici
R51	Tossico per gli organismi acquatici
R52	Nocivo per gli organismi acquatici
R53	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R54	Tossico per la flora
R55	Tossico per la fauna
R56	Tossico per gli organismi del terreno
R57	Tossico per le api
R58	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente
R59	Pericoloso per lo strato di ozono

## 5. I dispositivi di protezione individuale (DPI)

### 5.1. Generalità

I Dispositivi di Protezione Individuale - DPI – devono essere impiegati quando non è possibile evitare, ridurre o fronteggiare adeguatamente i rischi con misure tecniche di prevenzione, con mezzi e sistemi di protezione collettiva o con diversi metodi e procedimenti di lavoro ed organizzazione. In funzione dei pericoli è necessario assumere le cautele proporzionate ai rischi, adeguare e rispettare le procedure di sicurezza e, se del caso, indossare i dispositivi di protezione individuale richiesti.

Quando si fa riferimento ad agenti chimici si deve concentrare l'attenzione principalmente su:

- protezione delle vie respiratorie;
- indumenti di protezione contro i rischi chimici;
- guanti di protezione sempre per rischi chimici;
- visiere e occhiali.

Per Dispositivo di Protezione Individuale (DPI) si intende (art.40 D.Lgs.-n.626/94): qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

Oltre ai requisiti essenziali di salute e sicurezza nella scelta dei DPI è necessario tenere conto delle caratteristiche specifiche del luogo di lavoro e dell'utente e quindi non solo non comportare un rischio maggiore di quello che prevengono ma anche essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro, tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore e poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità.

In caso di rischi multipli che richiedono l'uso simultaneo di più DPI, questi devono essere tra di loro compatibili e tali da mantenere, anche nell'uso simultaneo, la propria efficacia nei confronti del rischio e dei rischi corrispondenti.

Sono poi da considerare tutti quegli elementi che rendono il DPI comodo e gradito all'operatore che sarà di conseguenza più invogliato ad utilizzarli e cioè:

- Non devono creare impedimenti particolari o eccessivi all'operatività della persona;

- Devono essere in possesso della marcatura CE e di tutte le certificazioni previste;
- Devono essere adattabili alla persona, comodi e ben tollerati;
- Devono essere resistenti e il più possibile economici;
- Non devono avere parti pericolose;
- Devono essere facili da indossare e da togliere in caso di emergenza;
- La manutenzione deve essere facile e devono essere eventualmente resistenti alle operazioni di manutenzione;
- I DPI che vanno a contatto con l'epidermide devono essere compatibili con la stessa;
- Le istruzioni di utilizzo devono essere chiare, in lingua italiana o comunque in lingua comprensibile dal lavoratore.

In particolare, i DPI devono rispettare i seguenti requisiti:

REQUISITI DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE	
REQUISITI INFORMATIVI	notizie sulle protezioni fornite limiti d'uso tempo utile prima della scadenza istruzioni per l'uso, manutenzione, pulizia
REQUISITI DI SICUREZZA	efficienza protettiva durata della protezione data di scadenza innocuità assenza di rischi causati dallo stesso DPI solidità
REQUISITI ECONOMICI	costo unitario prevedibile durata ed efficienza
REQUISITI PRESTAZIONALI	disagio ridotto limitazione effetti di impedimento funzionalità pratica compatibilità con altri DPI (utilizzo contemporaneo)
CONFORT	leggerezza adattamenti alla morfologia dimensioni limitate trasportabilità confort termico

## 5.2. Le categorie dei DPI

I DPI possono essere di tre diverse categorie, che sono:

- **Prima categoria:** rischi di danni fisici di lieve entità di cui la persona che usa i DPI abbia la possibilità di percepire la progressiva verifica di effetti lesivi quali ad esempio:

- azioni lesive di lieve entità prodotte da strumenti meccanici;
- azioni lesive di lieve entità causate da prodotti detergenti;
- contatto o urti con oggetti caldi che non espongono ad una temperatura superiore ai 50°C;
- ordinari fenomeni atmosferici nel corso di attività professionali;
- urti lievi e vibrazioni inidonei a raggiungere organi vitali ed a provocare lesioni a carattere permanente;
- azione lesiva dei raggi solari.
- **Seconda categoria:** tutti i rischi che non rientrano nelle altre due categorie.
- **Terza categoria:** rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente di cui la persona che usa i DPI non abbia la possibilità di percepire tempestivamente la verifica istantanea degli effetti lesivi, quali ad esempio:
  - inquinamento dell'atmosfera respirabile o deficienza di ossigeno nella stessa (polveri, gas, combinazioni degli stessi, ecc.);
  - aggressioni chimiche e radiazioni ionizzanti (con DPI che assicurano protezioni limitate nel tempo);
  - temperatura d'aria non inferiore a 100°C, con o senza radiazioni infrarosse, fiamme o materiali in fusione;
  - temperatura d'aria non superiore a - 50°C;
  - cadute dall'alto;
  - tensioni elettriche pericolose.

### 5.2.1. *Categorie dei DPI per protezione chimica*

I DPI destinati alla protezione da agenti chimici possono essere allocati in tutte e tre le categorie previste.

È il tipo e la gravità del rischio che determina la categoria di appartenenza.

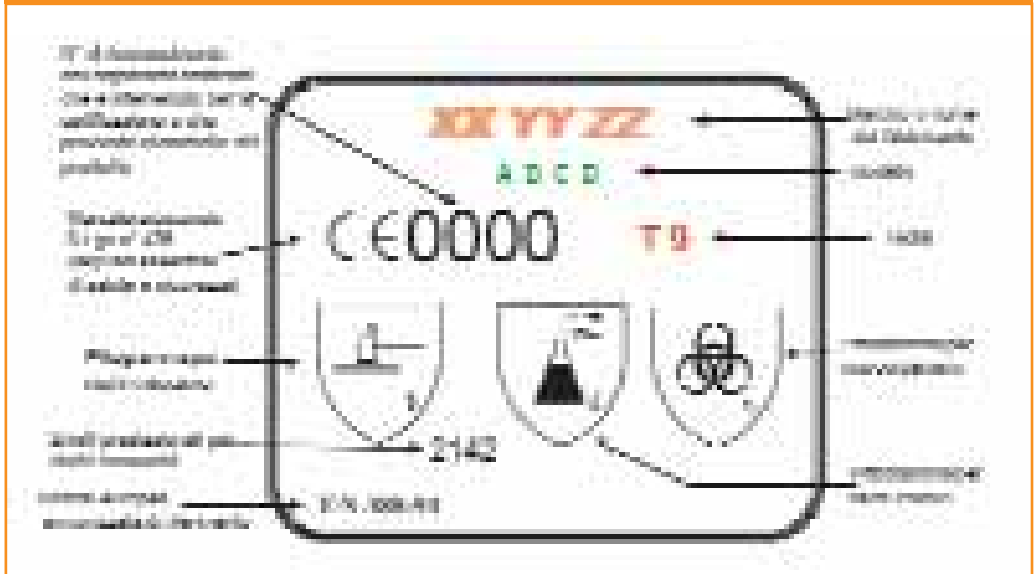
In effetti, pur rientrando nella classificazione di pericolosi, non tutti gli agenti chimici hanno una aggressività tale da comportare rischi di morte o lesioni gravi e a carattere permanente.

Gli indumenti di tipo traspirante non dovrebbero essere allocati oltre la seconda categoria perché non sarebbe pensabile prevederne l'uso alla presenza di prodotti altamente aggressivi.

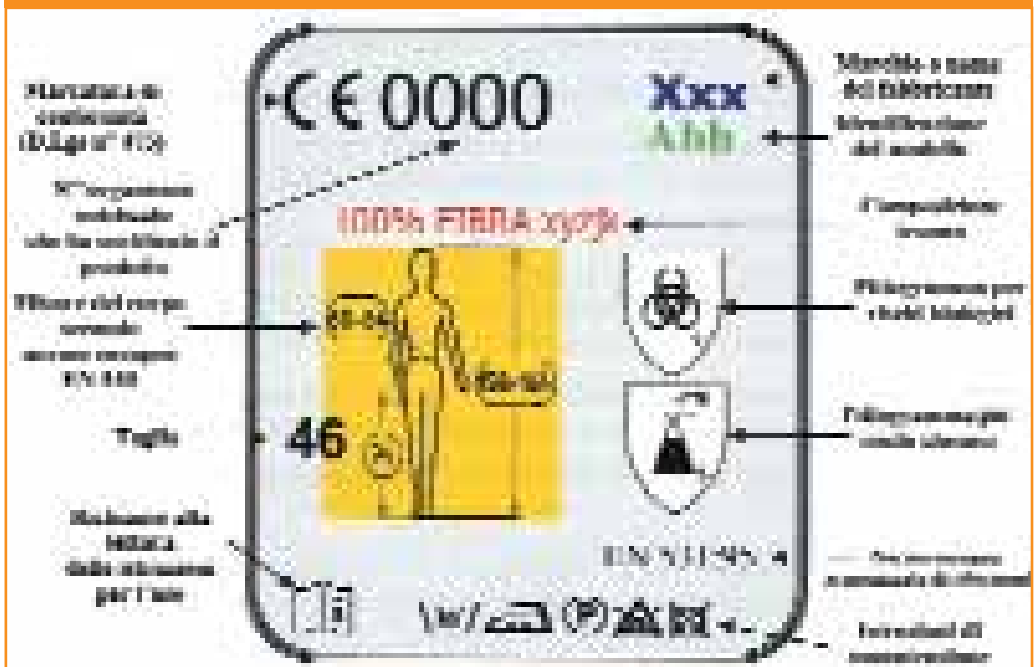
Unica eccezione è rappresentata dai dispositivi di protezione delle vie respiratorie (APVR – Apparecchi di Protezione delle Vie Respiratorie) che sono tutti collocati, indipendentemente dalla complessità della loro costruzione, in terza categoria dal D.Lgs 475/92 (D.E. 89/686/CEE)

### 5.3. La Marcatura del DPI

#### ESEMPIO DI MARCATURA DI GUANTO DI PROTEZIONE



#### ESEMPIO DI MARCATURA DI INDUMENTO DI PROTEZIONE





## 5.4. Criteri di scelta

La scelta di un dispositivo di protezione individuale comporta una serie di valutazioni e di verifiche non sempre facili da effettuare.

Particolare difficoltà è rappresentata dagli aspetti ergonomici che il dispositivo deve considerare e dalla accettabilità del mezzo da parte del lavoratore che lo dovrà impiegare.

Per svariatissime ragioni, non sempre è possibile raggiungere in modo esaustivo gli obiettivi che la legge impone.

Possiamo, quindi, considerare adeguato un DPI quando riteniamo di aver ottenuto il miglior compromesso possibile tra il più alto livello di sicurezza che si può raggiungere e il comfort indispensabile da assicurare.

## 5.5. Protezione contro agenti chimici

### 5.5.1. Protezione della cute

Proteggere la cute, in senso generico, significa considerare una innumerevole casistica di dispositivi di protezione che interessano tutte le parti del corpo eventualmente esposte che vanno dalla testa ai piedi.

In presenza di rischi chimici (agenti chimici pericolosi) è istintivo focalizzare la propria l'attenzione su due categorie di dispositivi di protezione e più precisamente:

- protezione del corpo nel caso di agenti chimici allo stato solido, liquido o gassoso che, per contatto, possono determinare un pericolo per la cute dell'utilizzatore
- protezione delle vie respiratorie quando gli stessi agenti chimici risultano dannosi per l'apparato respiratorio.

Non va dimenticato, comunque, che il dispositivo di protezione da impiegare, per essere ritenuto idoneo ed adeguato, deve possedere anche le caratteristiche necessarie per affrontare tutti gli eventuali rischi diversi da quelli puramente chimici che possono derivare dalle condizioni operative proprie del tipo o del luogo di lavoro o che possono manifestarsi in conseguenza di reazioni chimiche stesse. Sia per i guanti che per gli indumenti per protezione chimica, la caratteristica principale consiste nella capacità del dispositivo di resistere adeguatamente all'azione dello specifico agente chimico che deve essere valutato nelle precise condizioni d'uso (sostanza o preparato, concentrazione, temperatura, condizioni di operatività, ecc.).

La documentazione fornita dai fabbricanti a corredo del dispositivo deve essere la più completa possibile e coerente con il tipo di scelta fatta perché rappresenta l'u-

nico documento in grado di dimostrare che il dispositivo stesso è adatto al rischio per il quale è stato scelto.

Purtroppo, per gli agenti chimici, la certificazione di conformità CE che dovrebbe garantire questo aspetto, basandosi su norme armonizzate che stabiliscono solamente metodi di prova e non requisiti specifici, non è di grande aiuto.

Si consiglia l'utilizzatore, qualora, nella documentazione prodotta, non riscontri precisi riferimenti al proprio agente chimico e alle proprie condizioni d'uso, di richiedere al fabbricante/fornitore una dichiarazione aggiuntiva scritta di idoneità alle proprie esigenze (l'ordine dovrà essere scritto e contenere tutte le indicazioni per le quali è richiesta la dichiarazione aggiuntiva).

La documentazione dovrà essere aggiunta al documento di valutazione dei rischi insieme alle necessarie motivazioni per la scelta.

Gli indumenti per la protezione chimica, per la protezione parziale o completa del corpo, si suddividono in due categorie:

- **TRASPIRANTI:** destinati alla protezione da agenti chimici non particolarmente pericolosi (non dovrebbero essere classificati oltre la 2<sup>a</sup> categoria);
- **IMPERMEABILI:** destinati a proteggere da agenti chimici particolarmente pericolosi; data la loro natura possono essere indossati per tempi relativamente brevi e dovrebbero essere classificati in 3<sup>a</sup> categoria.

Gli indumenti traspiranti devono avere una buona resistenza all'azione degli agenti chimici, avere caratteristiche di idrorepellenza e una indossabilità confortevole per un impiego per tutto un turno di lavoro.

Le caratteristiche principali degli indumenti impermeabili sono rappresentate dalla resistenza dei materiali costituenti e del loro assemblaggio a:

- **PENETRAZIONE:** processo con il quale un agente chimico passa attraverso le porosità o le aperture dell'indumento;
- **PERMEAZIONE:** processo con il quale un agente chimico si diffonde attraverso un materiale, a livello molecolare.

Nella scelta del dispositivo adeguato i tempi di penetrazione e/o di permeazione determinano i limiti d'uso del dispositivo stesso

### *5.5.2. Protezione delle vie respiratorie*

L'uso di dispositivi di protezione delle vie respiratorie, spesso necessari in combinazione con adeguati indumenti di protezione chimica, presuppone una approfondita conoscenza delle problematiche legate ai dispositivi stessi e all'ambiente di lavoro dove si deve operare.

Per impiegare apparecchi di protezione delle vie respiratorie è necessario conoscere:

- le caratteristiche dell'aria dove si opera (atmosfera ambiente);
- le caratteristiche del luogo di lavoro e dell'eventuale spazio di azione;

- la gravosità e del tipo di lavoro da svolgere;
- gli eventuali problemi di adattabilità del dispositivo di protezione al portatore;
- le eventuali limitazioni dei movimenti derivanti dal tipo di dispositivo;
- la necessità di impiegare contemporaneamente altri dispositivi (compatibilità);
- l'eventuale necessità di comunicazione tra operatori diversi.

Gli Apparecchi di Protezione delle Vie Respiratorie (APVR) si suddividono in due grandi categorie:

- **Respiratori a filtro**: sono apparecchi il cui funzionamento dipende dall'atmosfera ambiente e possono essere usati solamente se esistono le seguenti condizioni:
  - la percentuale di ossigeno presente nell'atmosfera inquinata deve tassativamente essere superiore al 17% in volume;
  - si conosce la natura e la concentrazione degli inquinanti presenti in atmosfera;
  - gli agenti chimici non devono essere immediatamente pericolosi per la vita;
  - non possono essere impiegati in ambienti confinati;
  - l'utilizzatore non deve avere barba e/o baffi o altro che possa compromettere la tenuta del facciale (potrebbero essere esclusi da questa prescrizione gli elettroventilatori in grado di fornire e garantire una pressione positiva all'interno del dispositivo);
- **Respiratori isolanti** : sono apparecchi il cui funzionamento è indipendente dall'atmosfera ambiente e devono essere impiegati, in modo particolare, quando:
  - non è possibile garantire la presenza del 17% in volume di ossigeno presente nell'atmosfera inquinata;
  - non si conosce sia la natura che la concentrazione degli inquinanti;
  - la concentrazione degli inquinanti è troppo elevata;
  - gli inquinanti sono immediatamente pericolosi per la vita;
  - si opera in ambienti confinati.

Per particolari campionamenti in ambiente esterno (situazioni emergenziali) potrebbe essere di vitale importanza avere in dotazione respiratori appartenenti a quest'ultima categoria.

### 5.5.3. La dotazione minima per il personale

Partendo dall'assunto che il dispositivo di protezione individuale si adotta solo dopo avere attuato tutte le misure di prevenzione e di protezione collettiva, l'utilizzo di specifici DPI appare comunque indispensabile in alcune fasi delle operazioni che vengono effettuate nei laboratori chimici.

La dotazione minima per il personale che opera con prodotti chimici dovrà prevedere:

- Occhiali:
  - normali;
  - di sicurezza;
  - per sostanze chimiche;
  - per UV.
- Visiera, maschera facciale.
- Dispositivi di protezione delle vie respiratorie con filtro adatto a seconda della tipologia delle sostanze impiegate.
- Guanti:
  - monouso di materiale compatibile con le sostanze manipolate e di materiale anallergico;
  - guanti in cotone (sottoguanti);
  - per alte temperature;
  - per azoto liquido;
- Grembiule per azoto liquido.
- Stivali e grembiule antiacido.
- Camici con maniche lunghe ed elastici ai polsi.

È necessario che i DPI siano efficaci relativamente al rischio residuo dal quale devono proteggere e quindi identificati in ordine ad una attenta valutazione, strettamente personali, mantenuti in costante efficienza ed in condizioni igieniche appropriate, sostituiti quando necessario, corredati delle necessarie informazioni sui rischi dai quali proteggono e della formazione sul loro corretto impiego. Devono essere tali da non creare disagi ed ergonomicamente adatti.

## 6. Principi generali per operare con agenti chimici pericolosi

### 6.1. Introduzione

Nell'attività di laboratorio, la prudenza nell'esecuzione di un metodo di analisi (prova), richiede non solo un giudizio equilibrato e un'accurata valutazione del rischio, ma anche l'utilizzo di una appropriata procedura per la riduzione del rischio a tutela della salute e della sicurezza dei soggetti coinvolti.

Quattro fondamentali principi dovrebbero fare da guida nell'attività pratica di laboratorio:

1. **Valutazione preliminare.** Valutazione del potenziale pericolo associato con il metodo analitico prima di applicarlo.
2. **Minimizzare l'esposizione agli agenti chimici.** Evitare che gli agenti chimici vengano in contatto con la cute. Usare quanto più possibile le cappe e gli altri sistemi di ventilazione o di ricambio d'aria per ridurre al minimo la durata e l'esposizione agli agenti chimici. Indossare i dispositivi di protezione individuali (DPI) appropriati per ogni livello di rischio (camici, guanti a perdere, occhiali, opportune maschere protettive, calzature) che devono essere utilizzati correttamente e tenuti sempre in buono stato di manutenzione. I DPI devono essere conservati con cura preservandoli dalla polvere, da eventuali contaminanti e da tutti quegli agenti che ne possano compromettere le caratteristiche di efficienza, nonché la corretta igiene nell'uso.
3. **Non sottostimare i rischi.** Assumere che tutte le sostanze o miscele chimiche saranno più tossiche dei singoli agenti chimici. Trattare tutte le sostanze la cui tossicità non è conosciuta e i campioni da analizzare come agenti potenzialmente tossici.
4. **Essere pronti in caso di incidente.** Prima dell'inizio di ogni attività analitica bisogna conoscere le specifiche azioni da intraprendere nel caso di rilascio accidentale di sostanze pericolose. È necessario conoscere la localizzazione di tutti i sistemi di sicurezza, il più vicino sistema di allarme nel caso di incendio, il più vicino telefono, conoscere i numeri di telefono da chiamare e che cosa dire nel caso di un evento d'emergenza, essere preparati a mettere in atto le procedure di primo soccorso. Almeno un altro operatore deve essere a conoscenza dell'attività in atto così da poter essere d'aiuto in caso di incidente.

## **6.2. Assumere un comportamento professionale**

A tutto il personale del laboratorio deve essere richiesto di assumere un comportamento professionale e pertanto:

- evitare di distrarre, o scherzare spaventando gli operatori di laboratorio;
- in questo senso utilizzare le attrezzature di laboratorio unicamente per lo scopo designato;
- non consentire l'ingresso di visitatori non autorizzati, incluso bambini e animali domestici;
- se l'ingresso a ragazzi o bambini in laboratorio è permesso, per esempio attività di formazione per le scuole, assicurarsi che essi siano sotto la diretta supervisione di personale qualificato di laboratorio;
- assicurarsi che il materiale e le fotografie pubblicitarie del laboratorio mostrino persone che indossino abbigliamento appropriati per la sicurezza, in particolare che utilizzino gli occhiali protettivi.

## **6.3. Consigli fondamentali per la protezione degli occhi**

La protezione per gli occhi deve essere richiesta per tutto il personale e per i visitatori, in tutti i locali del laboratorio dove si utilizzano o sono conservati agenti chimici. Gli occhiali di protezione devono essere disponibili all'ingresso del laboratorio per i visitatori.

I normali occhiali da sole o da vista non offrono adeguata protezione e sicurezza durante l'utilizzo di agenti chimici così come le lenti a contatto. Queste ultime però possono costituire un pericolo maggiore durante l'utilizzo di agenti chimici perchè possono formare vapori pericolosi e pertanto è opportuno togliere le lenti a contatto durante le attività di laboratorio. Nel caso in cui, per ragioni mediche, risultasse indispensabile utilizzare le lenti a contatto, allora è opportuno utilizzare degli appositi occhiali di protezione sulle lenti a contatto.

## **6.4. Consigli fondamentali per evitare l'ingestione di sostanze pericolose**

- In laboratorio deve essere proibito mangiare, bere, fumare, masticare gum chewing, applicare cosmetici, prendere medicine;
- Gli utensili per mangiare e bere, quali tazze, piatti, posate, bicchieri, non devono essere conservati in aree dove sono manipolate o detenute sostanze chimiche;
- La vetreria utilizzata per le attività di laboratorio non deve mai essere usata

- per preparare o consumare cibi o bevande;
- Frigoriferi, frigo portatili, muffole, forni, microonde, non devono essere usati per conservare o preparare cibi;
- L'acqua dei rubinetti del laboratorio e l'acqua deionizzata non deve essere utilizzata per il consumo umano.

### **6.5. Consigli fondamentali per evitare l'inalazione di sostanze chimiche pericolose**

- Le procedure analitiche che coinvolgono sostanze volatili tossiche oppure solidi o liquidi che possono generare aerosol, (svuotare pipette, scaldare, agitare, versare, sonicare, pesare sostanze o miscele cancerogene in polvere) devono essere condotte sotto cappa;
- È necessario definire e coerentemente identificare con apposito cartello le classi/famiglie di sostanze utilizzabili sotto ciascuna cappa, dipendentemente dalle caratteristiche costruttive delle cappe stesse, attestate dalle relative certificazioni.
- Le cappe non devono mai essere utilizzate per smaltire per evaporazione sostanze volatili pericolose;
- Usare cappe chimiche la cui velocità frontale sia adeguata alle sostanze chimiche che si stanno utilizzando;
- La cappa chimica deve essere ispezionata regolarmente ed efficiente;
- Le fonti di emissione devono essere tenute almeno 15-20 cm all'interno della cappa.
- Non mettere mai la testa dentro la cappa per controllare il processo analitico in atto;
- Per le cappe la cui finestra si apre verticalmente tenere il pannello scorrevole frontale nella posizione più bassa possibile. Quando la cappa non è in uso tenere la finestra chiusa;
- Tenere le cappe pulite e sgombre;
- Non lasciare bottiglie oppure apparecchiature sotto cappa. Solo apparecchiature in funzione possono rimanere all'interno della cappa.
- Le pesate delle polveri di sostanze pericolose devono essere effettuate sotto l'apposita cappetta, ovvero preparando sotto cappa i materiali da pesare trasferendoli successivamente su una bilancia esterna, ovvero, se indispensabile, in un locale adibito all'uso delle bilance in condizioni di calma d'aria; si raccomanda la protezione della zona operativa con carta, allo scopo di raccogliere eventuali residui da eliminare nei modi dovuti. Nel caso di composti molto tossici, cancerogeni o mutageni, è necessario in via prioritaria acquisire soluzioni standard certificate. Solo nel caso in cui tale acquisizione non risulti

possibile (es.: mancanza in commercio di standard certificati con il principio attivo in esame) e quindi si rendesse inevitabile procedere alla pesata, oltre ad esser necessario adottare tutte le misure di prevenzione richieste per questi tipi di prodotti, è opportuno effettuare una pesata unica ed aggiustare il volume del solvente per ottenere la concentrazione desiderata.

## **6.6. Consigli fondamentali su come evitare l'iniezione di sostanze chimiche pericolose**

In alcuni reparti di un laboratorio, il rischio di una inavvertita iniezione può essere, a volte, significativa. È necessario vigilare affinché questo non avvenga avendo cura di conservare adeguatamente le siringhe per HPLC e gas cromatografia.

## **6.7. Consigli fondamentali per minimizzare il contatto con la cute di sostanze chimiche pericolose**

- Per manipolare sostanze chimiche pericolose usare i guanti protettivi;
- Indossare guanti di idoneo materiale possibilmente resistenti alla permeazione per le sostanze in uso;
- Indossare un tipo inadeguato di guanti può essere più pericoloso del non indossarne; infatti se l'agente chimico riesce ad attraversare il guanto potrebbe rimanere a contatto per un tempo più prolungato rispetto al non indossare i guanti;
- Ispezionare i guanti per verificare se vi sono piccoli buchi o tagli prima dell'uso;
- Per prevenire non intenzionali contatti con sostanze pericolose, togliere i guanti prima di toccare altri oggetti quali maniglie delle porte, telefoni, penne, tastiere di computer;
- Sostituire periodicamente i guanti in funzione della frequenza d'uso, delle loro caratteristiche di permeazione e degradazione, in relazione alle sostanze utilizzate.

## **6.8. Consigli fondamentali sull'abbigliamento e abiti protettivi da utilizzare in laboratorio**

- Durante le attività di laboratorio non devono essere tenuti capelli lunghi e abbigliamento sciolti, oppure gioielli, perché potrebbero venire a contatto con sostanze chimiche, o rimanere incastrati in apparecchi in funzione;



- Sandali, oppure scarpe aperte non possono essere indossati in laboratorio;
- Indossare idonei indumenti e camici di lavoro.

### **6.9. Consigli fondamentali sull'ordine e la pulizia del laboratorio**

C'è una correlazione inversamente proporzionale fra disordine e il livello di sicurezza in laboratorio. Di seguito sono riportati alcuni consigli fondamentali per l'ordine e la pulizia del laboratorio:

- Non ostruire gli accessi alle uscite di emergenza e ai dispositivi di sicurezza quali estintori e docce;
- Liberare e tenere pulite tutte le aree di lavoro;
- Etichettare regolarmente e conservare tutti prodotti chimici utilizzati;
- Assicurarsi che tutti gas compressi in bombole siano ancorati alle pareti;
- Non lasciare prodotti chimici in contenitori sul pavimento;
- Non usare il pavimento o scale o sotto scale come area di stoccaggio per prodotti chimici.

### **6.10. Consigli fondamentali sul trasporto di prodotti chimici**

- Trasportare sostanze chimiche e materiali pericolosi in laboratorio o fra i vari reparti, in maniera adeguata. Il trasporto di sostanze chimiche pericolose, specie se contenute in recipienti di vetro, deve essere eseguito con precauzione, utilizzando cestelli o carrelli dotati di recipienti di contenimento, atti a ricevere eventuali sbandamenti di materiale.
- Nel caso di bombole di gas compresso, il trasporto dovrebbe avvenire ancorando le stesse agli appositi carrelli proteggendo la valvola d'erogazione con l'apposito cappello a vite.
- Per trasportare le bombole su piani differenti del laboratorio bisogna utilizzare ascensori o montacarichi areati, e comunque gli operatori non devono rimanere all'interno (porre il carrello con la bombola all'interno dell'elevatore e quindi uscire, poi far chiamare l'ascensore o il montacarichi da un altro operatore che si trova al piano di destinazione).

### **6.11. Consigli fondamentali sull'immagazzinamento, conservazione e gestione dei prodotti chimici**

- L'accumulo di grandi quantità di prodotti chimici deve essere evitato pianificando l'acquisto delle quantità strettamente necessarie alle attività di laboratorio tenendo conto di organizzare la quantità delle scorte in relazione ai tempi di ac-

quisto delle nuove forniture.

- Tutti i contenitori devono essere adeguatamente etichettati. Per certe classi di composti (come quelli che possono fermare eteri o perossidi) nell'etichetta va indicata la data di apertura del contenitore.
- Assicurare che tutti i contenitori originari di sostanze chimiche siano etichettati con l'esatto nome chimico del contenuto e con simboli di pericolo, nonché con le frasi di rischio R e i consigli di prudenza S. Soluzioni ottenute in laboratorio e standard devono essere etichettati correttamente. Sono in commercio semplici software che consentono la stampa delle etichette da posizionare sui diversi contenitori. Non devono essere consentiti contenitori con indicazioni del solo contenuto della sostanza scritte a penna (le etichette si preparano prima) o peggio contenitori senza alcuna etichetta.
- Prima di utilizzare qualsiasi prodotto chimico acquisire le informazioni sulle sue caratteristiche attraverso le schede di sicurezza, le frasi di rischio ed i consigli di prudenza ed attenersi alle indicazioni riportate per la manipolazione, stoccaggio e smaltimento. Anche per l'utilizzo di campioni potenzialmente contaminati da agenti biologici è necessario acquisire quante più informazioni possibili. Per informazioni aggiuntive e più ampie, tenere presente anche la possibilità di consultare banche dati cartacee o informatizzate.
- Detenere in laboratorio quantità di sostanze infiammabili molto limitate, sufficienti per il lavoro di alcuni giorni, lasciando i quantitativi maggiori negli appositi locali di deposito esterni al laboratorio.
- Più in generale solo piccole quantità di prodotti chimici (meno di un litro) devono essere tenuti sui banchi di lavoro. Quantità più grandi devono essere conservate negli appositi armadi di sicurezza o magazzini di stoccaggio.
- Tutti i prodotti chimici devono essere utilizzati e conservati facendo attenzione all'incompatibilità così che, nel caso di rotture accidentali dei contenitori, non reagiscano violentemente fra loro.
- Conservare le sostanze pericolose entro appositi armadi di sicurezza adatti al tipo di pericolo (per prodotti infiammabili ovvero per prodotti altrimenti pericolosi per la salute e possibilmente muniti di aspirazione anche in relazione a tipologia e quantità), all'esterno dei quali devono essere riportati i simboli di pericolo propri del contenuto.
- Sostituire nei metodi analitici, quando possibile, i prodotti pericolosi con altri che non lo siano o che siano meno pericolosi.
- Tenere un inventario aggiornato di tutte le sostanze chimiche in particolare per quanto riguarda quelle cancerogene (R45 e R49).

## 6.12. Consigli fondamentali per lo smaltimento di prodotti chimici

Virtualmente ogni esperimento di laboratorio (determinazione analitica o prova) genera rifiuti costituiti non solo da prodotti chimici di scarto, ma anche da prodotti di consumo quali filtri, puntali, materiali monouso ecc...

Il principio fondamentale che deve guidare la manipolazione dei rifiuti nella prudente pratica di laboratorio è che “nessuna attività deve essere iniziata senza che sia stata effettuata una precisa programmazione circa lo smaltimento dei rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti”.

Ogni categoria di rifiuto ha un'appropriata procedura per lo smaltimento. In Italia la legge di riferimento è il D.Lgs.n. 5 febbraio 1997 n.22 e successive modifiche ed integrazioni.

Di seguito si riportano alcuni consigli fondamentali per lo smaltimento di prodotti chimici del laboratorio.

- Nessun prodotto chimico deve essere eliminato attraverso il sistema fognario. Per la loro raccolta ed il loro smaltimento si dovrà fare riferimento ad una specifica procedura.
- Rifiuti pericolosi o infiammabili devono essere raccolti in appropriato contenitore di stoccaggio per lo smaltimento successivo attraverso ditte autorizzate.
- Solventi esausti potrebbero di norma essere miscelati con particolare riguardo circa la compatibilità dei componenti. Gli alogenati e non alogenati devono essere raccolti separatamente.
- Le soluzioni acquose devono essere raccolte separatamente dai solventi organici.
- I rifiuti solidi quali filtri, puntali, materiale monouso, devono essere raccolti a parte.
- Tutti i contenitori di rifiuti devono essere adeguatamente etichettati per tipologia di rifiuto.
- Rifiuti solidi non pericolosi possono essere assimilati a rifiuti solidi urbani e avviati, se possibile, al riciclo secondo le politiche di raccolta differenziate locali.

## 6.13. Consigli fondamentali per la gestione di sostanze pericolose

Tutti i soggetti esposti a sostanze chimiche pericolose, al fine di ridurre al minimo i rischi a cui possono essere soggetti, devono prendere in considerazione i seguenti punti:

1. Le sostanze infiammabili devono essere conservate esclusivamente in armadi/ambienti (eventualmente termostatati) idonei e certificati. Non devono essere conservate in frigoriferi di tipo domestico e in altri ambienti in cui siano

presenti possibili fonti d'innesco quali scintille o punti caldi (ad es. camere fredde con parti elettriche in esecuzione normale). È opportuno affiggere un avviso sui frigoriferi non idonei, in cui sia scritto: "Non introdurre sostanze infiammabili". Come gli armadi, anche i frigoriferi devono essere contrassegnati all'esterno con i simboli di pericolo propri dei prodotti contenuti.

2. Per la manipolazione e la conservazione di sostanze autoinfiammabili o che a contatto con l'umidità atmosferica sviluppano gas altamente infiammabili, attenersi alle indicazioni delle schede di sicurezza. Tenere presente che la necessità di operare in assenza d'aria, può portare all'utilizzo di gas inerti.
3. Materiali esplosivi, per sensibilità agli urti o per particolari reattività, devono essere maneggiati delicatamente e utilizzati solo dopo aver fatto una dettagliata e puntuale valutazione dei rischi, ricorrendo a schermature di adeguata resistenza, ad una allocazione sicura. Usare la massima cautela nell'utilizzo e nella conservazione di prodotti perossidabili. Fra essi si ricordano come sostanze più comuni (ma l'elenco non è esaustivo): etere dietilico, etere dimetilico, etere diisopropilico, alcol isopropilico, diossano, tetraidrofurano (THF). Normalmente i prodotti perossidabili commercializzati contengono stabilizzanti, la cui efficacia decade nel tempo (da cui l'importanza di osservare la data di scadenza indicata nell'etichetta); occorre peraltro essere sempre molto cauti, specialmente nelle distillazioni, in cui si possono avere eliminazione degli stabilizzanti e concentrazione del perossidi presenti. Si raccomanda di verificare la presenza di perossidi utilizzando le apposite cartine amido-iodurate dotate di scala colorimetrica.
4. Tenere presente che i gas inerti possono essere molto pericolosi nel caso che le quantità fuoriuscite (o evaporate) provochino l'abbassamento della concentrazione dell'ossigeno nell'aria sotto il 17%, con rischi per la sopravvivenza.
5. Tenere presente che l'ossigeno può essere molto pericoloso con rischio d'incendio se la quantità fuoriuscita determina una concentrazione in aria uguale o superiore al 25%.
6. Pulire immediatamente gli spandimenti; se il quantitativo e/o la natura del prodotto versato lo richiedono, si faccia prontamente ricorso agli appositi materiali assorbenti di cui il laboratorio deve essere dotato.

#### **6.14. Comportamenti da tenere in caso di incidente che coinvolge l'utilizzo di agenti chimici pericolosi**

In caso di incidente che coinvolga sostanze chimiche, come per qualsiasi tipo di incidente, attenersi sempre e subito alle norme contenute nel piano d'emergenza, del quale tutto il personale deve aver preso visione prima di accedere al laboratorio. Se l'incidente è di lieve entità (e comunque in ogni caso) come azione di primo in-

tervento agire prontamente avendo cura di:

1. Togliere gli indumenti e gli eventuali DPI contaminati, usando le necessarie precauzioni;
2. Decontaminare la cute eventualmente contaminata utilizzando acqua corrente, tramite le docce predisposte; se sono stati interessati gli occhi, fare ricorso a fontanelle visoculari, liquidi lavaocchi o altri sistemi predisposti;
3. In caso di necessità fare ricorso alla cassetta di medicazione;
4. Non disperdere le sostanze contaminanti nell'ambiente, raccogliercle con la protezione dei DPI richiesti dalla situazione; se si tratta di liquidi ricorrere agli appositi prodotti assorbenti; pulire bene le superfici interessate. Se sono presenti gas, vapori o polveri aerodisperse, realizzare la massima ventilazione del locale, aprendo le finestre ed utilizzando tutti i mezzi disponibili di aerazione meccanica (cappe, ventilatori a parete, ecc.).
5. Attenersi al Piano d'emergenza anche per dar luogo all'informativa ivi prevista.

### **6.15. Consigli fondamentali per la manipolazione di agenti cancerogeni**

Con riferimento specifico al Titolo VII del D.Lgs.n. 626/94 e successive modificazioni, riguardante le attività lavorative in cui i lavoratori possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, e necessario attenersi a quanto segue.

Il personale che lavora con agenti cancerogeni devono avere acquisito, attraverso i corsi di formazione e l'esperienza, le conoscenze e l'abilità per mettere in pratica le opportune misure di sicurezza.

1. Tutte le lavorazioni che comportino l'impiego di sostanze o preparati recanti la dicitura "R45 Può provocare il cancro", "R49 Può provocare il cancro per inalazione", "R40 Può provocare effetti irreversibili" oppure "R46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie", devono essere evitate sostituendo, se possibile, detti prodotti con altri meno nocivi per la salute. Se ciò non fosse possibile, utilizzare la più piccola quantità di sostanza per condurre l'esperimento coerentemente con il metodo analitico adottato;
2. Se il ricorso ad altri materiali non è possibile, le attività interessate devono tassativamente essere effettuate separatamente dalle altre, in modo da non coinvolgere persone estranee alla attività in questione, in un sistema chiuso, ovvero sotto cappa da laboratorio o sistemi equivalenti, usando dispositivi di protezione individuale (guanti, occhiali, maschere, ecc...). Condurre inoltre sotto cappa o in glove box tutte le operazioni che comportano l'utilizzo di sostanze cancerogene;
3. La quantità di prodotto presente in laboratorio deve essere quella strettamente necessaria;

4. Il numero dei lavoratori esposti dovrà essere limitato a quello strettamente necessario;
5. L'operatore dovrà provvedere, dopo l'uso, alla sistematica pulizia di attrezzature, ambienti, ecc.;
6. Mentre è solo consigliato in molte attività di laboratorio, quando si manipolano sostanze cancerogene è obbligatorio l'utilizzo dei DPI;
7. Particolare cura va posta nella pulizia di DPI ed indumenti;
8. I guanti devono essere accuratamente selezionati per offrire la giusta barriera di protezione. Per maggiore sicurezza, in alcuni casi, può essere indossato un doppio paio di guanti;
9. I DPI per occhi e faccia sono essenziali per prevenire l'inalazione, l'ingestione e il contatto in caso di eventi accidentali durante l'uso di sostanze cancerogene;
10. Per gli scarti, nell'applicare la procedura generale dei rifiuti dei laboratori, occorre assicurare che la raccolta, in attesa dell'avvio allo smaltimento, avvenga in condizioni di sicurezza, utilizzando contenitori ermetici etichettati in modo chiaro, completo e ben visibile;
11. In caso di esposizione non prevedibile, si raccomanda di abbandonare immediatamente l'area interessata ed avvertire il Responsabile;
12. È vietato far uso di sostanze cancerogene nei laboratori in cui non siano installate cappe idonee, o sistemi equivalenti;
13. Nel caso di sostanze tossiche e molto tossiche (come gli agenti cancerogeni) la velocità frontale dell'aria aspirata nella cappa deve essere sicuramente superiore a 0.5 m/s e comunque preferibilmente pari a 0.7 m/s, tali valori sono da intendersi riferiti a 40 cm. di apertura del frontale;
14. Ogni volta che un operatore utilizza un nuovo prodotto cancerogeno, deve effettuare con cura la compilazione dell'apposita scheda, che verrà trasmessa dal Responsabile del laboratorio al Medico Competente, incaricato dell'aggiornamento dell'apposito registro degli esposti per conto del Datore di lavoro;
15. Dopo l'utilizzo di agenti cancerogeni l'operatore deve lavare bene la faccia, le mani, il collo e le braccia.

Anche i prodotti già classificati R45 ed R49 da Direttive CE non ancora recepite dallo Stato, devono essere trattati con le stesse modalità sopra indicate. È opportuno che anche i prodotti sospetti di essere cancerogeni vengano trattati con le stesse modalità, ad esclusione della compilazione della scheda.

## **6.16. Consigli fondamentali per la manutenzione e uso di apparecchiature e vetreria**

Una buona manutenzione è essenziale per operare con efficienza e sicurezza. È

auspicabile l'adozione di programmi di manutenzione che consentano, attraverso ispezioni periodiche, la verifica che le procedure siano regolarmente attuate.

Ad esempio deve essere usata una procedura per il lavaggio e la conservazione della vetreria al fine di evitare di danneggiarla.

Alcuni dei più comuni incidenti che avvengono in laboratorio sono costituiti da tagli provocati mentre si forzano gli incastri fra i raccordi della vetreria o quando si manipola inavvertitamente vetreria danneggiata o rotta. Per questo motivo la vetreria deve essere ben controllata e quella danneggiata deve essere eliminata oppure avviata alla riparazione.

Estrema cura deve essere posta per tutta la vetreria utilizzata per le attività sotto vuoto. Al fine di evitare implosioni, la vetreria che presenta il più piccolo danneggiamento deve essere scartata.

### **6.17. Consigli fondamentali per non compromettere l'efficienza di una cappa**

Molti fattori possono compromettere l'efficienza di una cappa. La maggior parte di questi sono evitabili. È quindi importante essere consapevoli di tutte le condizioni che in qualche modo possono influenzare il buon funzionamento della cappa.

- Tenere sempre accesa la ventilazione della cappa una volta iniziate le attività;
- Se è possibile, tenere la finestra verticale della cappa nella posizione più bassa possibile in modo da consentire di lavorare ed estendere le braccia all'interno della cappa. Tenere la testa di fronte la finestra verticale tenendola abbassata fra l'operatore è la sorgente di agenti chimici. Il vetro della finestra verticale costituisce la barriera primaria qualora avvenisse una accidentale esplosione, sversamento o fuoriuscita di liquidi o gas;
- Evitare di aprire e chiudere rapidamente la finestra verticale della cappa, evitare anche di muoversi continuamente e camminare in prossimità della cappa. Questi movimenti possono aumentare la turbolenza ed impedire la corretta aspirazione della cappa;
- Le fonti di emissione devono essere tenute almeno 15-20 cm all'interno della cappa. In alcuni laboratori, a ricordare questo consiglio, viene segnata sulla superficie interna della cappa una linea colorata alla distanza indicata. Specifiche misure effettuate nella zona dell'operatore all'altezza della bocca evidenziano che la concentrazione del contaminante può essere 300 volte più alta quando la fonte di emissione è tenuta ad una distanza più breve;
- Separare ed elevare ogni attrezzatura all'interno della cappa per mezzo di appositi blocchi cosicché il flusso dell'aria possa facilmente attraversare l'intero apparato;

- Se è possibile, non usare apparecchiature molto grandi all'interno della cappa perché esse possono avere degli spazi morti che il flusso d'aria non può attraversare riducendo l'efficienza della cappa stessa;
- Non modificare in alcun modo la struttura della cappa per esempio aggiungendo, rimuovendo o cambiando impropriamente, alcuni componenti della cappa spesso perché tali operazioni possono agire negativamente sulle performance della cappa.

### **6.18. Consigli fondamentali per la gestione di sostanze chimiche incompatibili**

Il termine sostanze chimiche incompatibili si riferisce a quelle sostanze che possono:

- Reagire violentemente;
- Reagire producendo una notevole quantità di calore;
- Reagire determinando la formazione di prodotti infiammabili;
- Reagire determinando la formazione di prodotti tossici.

Il contatto accidentale tra sostanze incompatibili potrebbe arrivare a produrre gravi problemi quali esplosioni o formazione di sostanze infiammabili oppure altamente tossiche. Per questa ragione gli operatori di laboratorio devono essere a conoscenza di quanto riportato nelle tabelle di seguito riportate, che comunque non sono esaustive.

Alcune indicazioni generali possono essere applicate per minimizzare il rischio derivante dall'utilizzo di sostanze chimiche incompatibili.

L'entità del danno ovviamente dipende dalle quantità. Nelle attività ordinarie di laboratorio di norma le quantità di sostanze utilizzate sono modeste. Tuttavia problemi possono porsi durante la conservazione e l'immagazzinamento dei contenitori.

Pertanto, tali contenitori di sostanze chimiche incompatibili devono essere conservati separatamente e, nelle attività di laboratorio, devono essere prese tutte le misure necessarie affinché tali sostanze non debbano venire in contatto inavvertitamente.



## 6. Principi generali per operare con agenti chimici

SOSTANZE CHIMICHE CHE NON DEVONO VENIRE A CONTATTO INAVVERTITAMENTE <sup>7</sup>	
Acidi	Basi
Metalli alcalini e alcalino terrosi Carburi Idruri Idrossidi Ossidi Perossidi	Acqua Acidi Composti organici alogenati Agenti alogenati Agenti ossidanti (a)
Acidi inorganici	Acidi Metalli pesanti e i loro sali Agenti ossidanti Persolfati
Cianuri inorganico	Acidi Basi forti
Nitrati inorganici	Acidi Agenti riducenti (a)
Nitriti inorganici	Acidi Agenti ossidanti (a)
Composti organici	Agenti ossidanti (a)
Alogenuri acilici	Basi Alcoli, fenoli e ammino composti
Anidridi organici	Basi Alcoli, fenoli e ammino composti
Alogenuri organici	Metalli del gruppo IA e IIA Alluminio
Nitro compostiorganici	Basi forti
Agenti ossidanti (a) Clorati Cromati Triossido di cromo Dicromati Alogeni Agenti alogenati Acqua ossigenata Acido nitrico Nitrati Perclorati Perossidi Permanganati Persolfati	Agenti riducenti (a) Ammoniaca Carbone Metalli Idruri metallici Nitriti Composti organici Fosforo Silicio Solfuri
Agenti riducenti (a)	Agenti ossidanti (a) Arsenicati Arseniti Fosforo Seleniti Selenati Sali e ossidi di tellurio
Solfuri inorganici	Acidi

(a) Gli agenti ossidanti e riducenti citati sono esempi di sostanze comunemente utilizzate in laboratorio; l'elenco non è da intendersi esaustivo.

<sup>7</sup> Cfr.: "Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals (1995)".

SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI CON RISCHIO DI REAZIONI VIOLENTE <sup>8</sup>	
Acetilene	Fluoro, cloro, bromo, argento, rame e mercurio
Acetone	Miscele di acido nitrico e solforico concentrati
Acido acetico	Acido cromico, nitrico, perossidi e permanganati
Acido cianidrico	Acido nitrico, alcali
Acido cromico e triossido di cromo	Acido acetico, naftalene, canfora, glicerolo, acqua ragia, alcool e liquidi infiammabili
Acido nitrico (conc.)	Acido acetico, acetone, alcool, anilina, ac.cromico, ac.cia-nidrico, solfuro di idrogeno, liquidi infiammabili, gas infiammabili, sostanze nitrabili
Acido ossalico	Argento, mercurio
Acido perclorico	Anidride acetica,bismuto e le sue leghe, alcool, carta, legno, grasso e olii
Acido solforico	Clorati, perclorati e permanganati
Ammoniaca (anidra)	Mercurio, cloro, calcio ipoclorito, iodio, bromo, ac.fluoridrico
Anilina	Acido nitrico, perossido di idrogeno
Argento	Acetilene, ac.ossalico, ac.tartarico, ac.pulminico
Bromo	Ammoniaca, acetilene, butadiene, butano e altri gas petroliferi, carburo di sodio, acqua ragia, benzene e metalli finemente suddivisi
Carbone attivo	Ipclorito di calcio, altri ossidanti
Clorati	Sali di ammonio, acidi, polveri metalliche, zolfo, sostanze organiche finemente suddivise o combustibili
Clorato di potassio	Acidi (vedi clorati)
Cloro	Ammoniaca, acetilene, butadiene, butano ed altri gas petroliferi, idrogeno, carburo di sodio, acqua ragia, benzene e metalli finemente suddivisi
Diossido di cloro	Ammoniaca, metano fosfina, solfuro di idrogeno
Fluoro	Dev'essere isolato da tutti gli altri reattivi
Fluoruro di idrogeno	Ammoniaca (acquosa o anidra)
Fosforo (bianco)	Aria, ossigeno
Idrazina	Perossido di idrogeno, ac.nitrico, qualsiasi ossidante in genere
Idrocarburi (benzene, butano, propano, ecc.)	Fluoro, cloro, bromo, ac.cromico, perossidi
Iodio	Acetilene, ammoniaca (acquosa o anidra)
Mercurio	Acetilene, ac.fulminico, ammoniaca
Metalli alcalini e alcalino terrosi (Na, K, Mg, Ca, Al in polvere)	Anidride carbonica, tetracloruro di carbonio e altri idrocarburi clorurati (nel caso di incendi che coinvolgono questi metalli è proibito usare acqua , schiuma e sostanze chimiche secche,mentre dovrebbe essere usata sabbia asciutta)
Nitrato di ammonio	Acidi, polveri metalliche, liquidi infiammabili, clorati, nitriti, zolfo, sostanzeorganiche o combustibili
Nitrito di sodio	Nitrato di ammonio ed altri sali di ammonio

<sup>8</sup> Cfr.: "ISPEL - 2 Suppl. al n. 4/1990".

## 6. Principi generali per operare con agenti chimici pericolosi

<b>(segue) SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI CON RISCHIO DI REAZIONI VIOLENTE<sup>8</sup></b>	
Nitriparaffina	Basi organiche, ammine
Ossido di calcio	Acqua
Perclorato di potassio	Acidi (vedi perclorico)
Ossigeno	Olii, grassi, idrogeno, liquidi infiammabili o gas infiammabili
Permanganato di potassio	Glicerolo, glicole etilenico, benzaldeide, ac.solforico
Perossidi organici	Acidi (minerali e organici). Conservare al fresco e al riparo da urti
Perossido di idrogeno	Rame, cromo, ferro, metalli e loro sali, liquidi infiammabili, materiali combustibili, anilina, nitrometano
Rame	Acetilene, perossido di idrogeno
Solfuro di idrogeno	Ac.nitrico fumante, gas ossidanti

**Tabella (A) - SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI  
CON RISCHIO DI FORMAZIONE DI SOSTANZE TOSSICHE<sup>9</sup>**

	REAGENTI	PRODOTTI
Prodotti arsenicali	Qualsiasi agente riducente	Arsina
Acido Nitrico	Rame, ottone, qualsiasi metallo pesante	Diossido di azoto (fumi nitrosi)
Azotidrati (-N <sub>3</sub> )	Acidi	Azotidrato di idrogeno
Cianuri	Acidi	Acido cianidrico
Fosforo	Alcali caustici, o agenti riducenti	Fosfina
Ipocloriti	Acidi	Cloro o acido ipocloroso
Nitrati	Acido solforico	Diossido di azoto
Nitriti	Acidi	Diossido di azoto
Seleniuri	Agenti riducenti	Seleniuro di idrogeno
Solfuri	Acidi	Solfuro di idrogeno

<sup>9</sup> Cfr.: "ISPEL - 2 Suppl. al n. 4/1990".

**SOSTANZE CHIMICHE E COMBINAZIONI DI REAGENTI POTENZIALMENTE ESPLOSIVE**

**COMPOSTI SENSIBILI AGLI URTI CON RISCHIO DI ESPLOSIONE<sup>10</sup>**

Composti acetilenici, specialmente poliacetileni, aloacetileni, e sali di acetileni con metalli pesanti (rame, argento, e i sali di mercurio sono particolarmente sensibili)

Nitrati acilici

Nitrati alchilici, particolarmente polialcoli nitrati come nitrocellulosa e nitroglicerina

Alchil e acil nitriti

Alchil perclorati

Ammino metallo ossi sali: composti metallici con ammoniaca coordinata, idrazina, o

simili azo donatori e ioni perclorato, permanganato, o altri gruppi ossidanti

Azoidrati (-N<sub>3</sub>), inclusi metalli, non metalli e azoidrati organici

Sali metallici dell'acido cloroso, come AgClO<sub>2</sub> e Hg(ClO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

Diazo composti come CH<sub>2</sub>N<sub>2</sub>

Sali di diazonio, quando sono secchi

Fulminati (l'argento fulminato, AgCNO, può formarsi dopo un po' di tempo nella miscela di reazione del test di Tollens per le aldeidi; si può impedire che ciò avvenga aggiungendo dell'acido nitrico diluito appena terminato il test)

Idrogeno perossido, oltre la conc. del 30 % la sua pericolosità aumenta con la concentrazione; può formare miscele esplosive con materiali organici e può decomporre violentemente in presenza di tracce di metalli di transizione

Composti N-alogeno, come i composti difluoroamino, e alogeno azoidrati

Composti N-nitro, come la N-nitrometilammina, nitrourea, nitroguanidina, e ammido nitrica

Ossi sali di basi azotate: perclorati, bicromati, nitrati, iodati, clorati, cloriti, e permanganati di ammonio, ammine, idrossilammina, guanidina, ecc.

Sali di perclorati. La maggior parte dei metalli, non metalli, e ammino perclorati possono esplodere e possono reagire violentemente a contatto con materiali combustibili

Perossidi e idroperossidi, organici

Perossidi (solidi) che cristallizzano o rimangono dopo l'evaporazione di solventi perossidabili

Perossidi, sali dei metalli di transizione

Picrati, specialmente i sali di metalli di transizione e metalli pesanti, come Ni, Pb, Hg, Cu, e Zn; l'acido picrico è esplosivo ma è meno sensibile agli urti o all'attrito dei suoi sali metallici ed è inoltre relativamente sicuro nella forma di una pasta bagnata di acqua

Composti polinitro alchili, come il tetranitrometano e il dinitroacetone nitrile

Composti polinitro aromatici, specialmente polinitro idrocarburi, fenoli, e ammine

<sup>10</sup> Cfr.: "Prudent practices for hazardous chemicals in laboratories", Comm.Haz.Subst.Lab., Washington, D.C.

## 6. Principi generali per operare con agenti chimici pericolosi

### SOSTANZE CHIMICHE E COMBINAZIONI DI REAGENTI POTENZIALMENTE ESPLOSIVE

#### COMBINAZIONI, DI ALCUNI COMUNI REAGENTI, POTENZIALMENTE ESPLOSIVE<sup>10</sup>

Acetone	Cloroformio in presenza di basi	
Acetilene	Rame, argento, mercurio, o loro sali	
Ammoniaca (incluse le soluzioni acquose)	Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , o I <sub>2</sub>	
Disolfuro di carbonio	sodio azotidrato(-N <sub>3</sub> )	
Cloro	un alcool	
Cloroformio o carbonio tetracloruro	polveri di Al o di Mg	
Carbone decolorante	un agente ossidante	
Dietil etere	cloro	
Dimetil solfossido	un alogenuro acilico, SOCl <sub>2</sub> , o POCl <sub>3</sub>	
Dimetil solfossido	CrO <sub>3</sub>	
Etanolo	calcio ipoclorito	
Etanolo	argento nitrato	
Acido nitrico	anidride acetica o acido acetico	
Acido picrico	sale di metallo pesante, come di Pb, Hg, o Ag	
Argento ossido	ammoniaca	etanolo
Sodio	un idrocarburo clorurato	
Sodio ipoclorito	una ammina	

#### SOSTANZE CHIMICHE CHE REAGISCONO VIOLENTEMENTE CON L'ACQUA<sup>10</sup>

Metalli alcalini  
 Idruri dei metalli alcalini  
 Ammidi dei metalli alcalini  
 Metallo alchili, come litio alchili e alluminio alchili  
 Reattivi di Grignard  
 Alogenuri di non metalli, come BCl<sub>3</sub>, BF<sub>3</sub>, PCl<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub>, SiCl<sub>4</sub>, S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
 Alogenuri acidi inorganici, come POCl<sub>3</sub>, SOCl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
 Alogenuri metallici anidridi, come AlCl<sub>3</sub>, TiCl<sub>4</sub>, ZrCl<sub>4</sub>, SnCl<sub>4</sub>  
 Fosforo pentossido  
 Carburo di calcio  
 Alogenuri acidi organici e anidridi di basso peso molecolare

#### SOSTANZE CHIMICHE PIROFORICHE<sup>10</sup>

Reattivi di Grignard, RMgX  
 Metallo alchili e arili, come RLi, RNa, R<sub>3</sub>Al, R<sub>2</sub>Zn  
 Metallo carbonili, come Ni(CO)<sub>4</sub>, Fe(CO)<sub>5</sub>, Co<sub>2</sub>(CO)<sub>8</sub>  
 Metalli alcalini, come Na, K  
 Polveri metalliche, di Al, Co, Fe, Mg, Pd, Pt, Ti, Sn, Zn, Zr,  
 Idruri metallici, come NaH, LiAlH<sub>4</sub>  
 Idruri di non metalli, come B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> e altri borani, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>  
 Non metallo alchili, come R<sub>3</sub>B, R<sub>3</sub>P, R<sub>3</sub>As  
 Fosforo (bianco)

### **6.19. Consigli fondamentali per le ispezioni di laboratorio**

Nel complesso, le attività sperimentali devono essere viste nel contesto dell'intero laboratorio avendo cura di soddisfare sia l'efficienza che la sicurezza.

Un programma di ispezioni è importante per mantenere in efficienza le infrastrutture del laboratorio ed il giusto rapporto tra operatori di laboratorio e lo staff che si occupa della prevenzione e protezione.

Tale programma potrebbe essere gestito all'interno del sistema di gestione di qualità dell'intero laboratorio.

Diversi protocolli possono essere usati per l'ispezione; il programma deve mirare essenzialmente ai seguenti punti:

- Mantenere efficienti e sicure le attrezzature e le apparecchiature del laboratorio;
- Mantenere l'ambiente di lavoro confortevole e sicuro per tutti gli operatori e per l'eventuale pubblico;
- Assicurarci che tutte le procedure del laboratorio e tutte le determinazioni analitiche siano condotte in condizioni di prudenza e di sicurezza.

L'approccio alla verifica di questi punti dovrebbe essere portato con un considerevole grado di flessibilità.

## 7. Il Rischio da esposizione ad agenti chimici

### 7.1. I rischi connessi all'impiego di agenti chimici

Il rischio chimico va inteso come tutti quei rischi potenzialmente connessi con l'impiego di sostanze o preparati chimici pericolosi. Ne deriva che, a seconda della loro natura, gli agenti chimici pericolosi possono dar luogo a:

- rischi per la sicurezza o rischi infortunistici: incendio, esplosione, contatto con sostanze corrosive, ecc
- rischi per la salute o rischi igienico-ambientali: esposizione a sostanze/preparati tossici o nocivi, irritanti, ecc.

I rischi di natura igienico ambientali si hanno ogni qualvolta si creano le condizioni in cui si possa verificare interazione tra gli agenti chimici impiegati nelle fasi delle attività lavorative e il personale addetto. Questo può verificarsi sia a causa di accadimento accidentale (anomalie strumentali e impiantistiche, incendi, sversamenti, reazioni anomale, ecc) sia a causa della peculiarità dell'attività lavorativa. Le sostanze chimiche che si trovano in laboratorio hanno un largo spettro di proprietà fisiche, chimiche e tossicologiche e diversi effetti fisiologici.

Il rischio di effetti tossici, secondo le caratteristiche degli agenti chimici, è determinato dal livello e dalla durata e frequenza dell'esposizione, dalla dose assorbita e dalle caratteristiche dei soggetti esposti (sesso, età, presenza di patologie, ecc).

Quindi il rischio di produrre un effetto tossico dipende sia dal livello dell'esposizione che dalla tossicità intrinseca dell'agente chimico. La misura dell'esposizione è data dalla dose, dalla durata e frequenza dell'esposizione, ma anche dalla modalità di assorbimento.

L'esposizione a grandi quantità (dosi) di agenti chimici di piccola tossicità, così come la soluzione tampone di fosfato, presenta un basso rischio. Di contro piccole quantità di sostanze chimiche con alta tossicità possono causare gravi effetti sull'organismo.

La durata e la frequenza di esposizione sono fattori critici nel determinare il tempo con cui una sostanza chimica possa produrre effetti dannosi. Infatti in alcuni ca-

si una unica esposizione è sufficiente a provocare, ad esempio, un avvelenamento, in altri casi sono invece necessarie ripetute esposizioni.

Per la maggior parte delle sostanze chimiche la via di assorbimento (attraverso la pelle, gli occhi, il tratto gastrointestinale, il tratto respiratorio) è una importante considerazione nella valutazione del rischio.

Bisogna anche considerare che reazioni chimiche che coinvolgono due o più sostanze possono formare prodotti che sono significativamente più tossici dei reagenti di partenza.

Nell'attività di valutazione del rischio, la possibilità di generare prodotti di reazione tossici può non essere prevista qualora la reazione indotta avviene per miscelazione non intenzionale dei reagenti. Per esempio miscelando inavvertitamente una soluzione di formaldeide e acido cloridrico potrebbe dare origine alla formazione di 1,1 diclorodimetil etero ( $\text{CH}_2\text{Cl}$ )<sub>2</sub>O, un potente agente cancerogeno.

È essenziale allora il personale di laboratorio sia a conoscenza dei principi di base di tossicologia e sia in grado di riconoscere le principali classi di sostanze chimiche pericolose.

## 7.2. Le vie di introduzione degli agenti chimici nell'organismo.

L'assorbimento degli agenti chimici può avvenire per:

- 1) inalazione
- 2) contatto cutaneo
- 3) ingestione
- 4) iniezione

*Assorbimento per inalazione.* L'inalazione, cioè l'introduzione dell'agente chimico nei polmoni durante la respirazione, rappresenta la via di ingresso principale nel corpo di sostanze e/o preparati pericolosi durante il lavoro. Il rischio di esposizione per inalazione ad agenti chimici pericolosi si presenta quando i processi o le modalità operative provocano l'emissione di detti agenti con la conseguente diffusione nell'ambiente sotto forma di inquinanti chimici aerodispersi.

L'inalazione di gas tossici e vapori può produrre avvelenamento con l'assorbimento attraverso le mucose della bocca, della gola e del polmone, danneggiando seriamente questi organi attraverso un'azione locale.

Questo tipo di assorbimento può essere estremamente rapido a causa della grande superficie d'assorbimento (circa 75 m<sup>2</sup>). Questa è la via d'assorbimento più pericolosa per molte sostanze tossiche.

Tra le norme igieniche si ricorda il divieto di fumare nei luoghi di lavoro ed in particolare dove è possibile l'esposizione a sostanze pericolose, in quanto il fumo può ulteriormente veicolare all'interno dell'organismo le sostanze tossiche,



oltre a presentare rischi specifici aggiuntivi quali la cancerogenicità dei prodotti di combustione o rischi quali incendio, esplosioni, ecc.).

*Assorbimento per ingestione.* L'ingestione accidentale di sostanze pericolose, specialmente in grandi quantità, è piuttosto infrequente anche se non impossibile. Il tratto gastrointestinale che consiste in: bocca, esofago, stomaco e intestino può essere immaginato come un tubo di dimensioni variabili (circa 5-7 m. di lunghezza), con una grande superficie di assorbimento (circa 200 m<sup>2</sup>).

Se la sostanza chimica è relativamente insolubile (in forma solida) avrà un limitato contatto con il tessuto intestinale, e la quantità d'assorbimento sarà bassa.

Sostanze organiche sono invece più facilmente assorbibili e quindi più pericolose. Tra le norme igieniche da rispettare si ricorda il divieto di assumere cibi e bevande nei luoghi di lavoro e in particolare dove è possibile l'esposizione a sostanze pericolose. Si evidenzia ancora la necessità di un'accurata pulizia delle mani prima di mangiare, del divieto di conservare cibi e bevande in frigoriferi dove sono stoccate sostanze pericolose (ad es. nei laboratori), di contenitori etichettati a norma, ecc.

*Assorbimento per contatto cutaneo.* In genere le sostanze chimiche sono assorbite dalla pelle più lentamente che dall'intestino o dai polmoni. Comunque le sostanze e/o preparati chimici (in particolare i solventi organici) possono entrare nel corpo sia direttamente che attraverso indumenti impregnati. Il rischio di esposizione per contatto cutaneo si può presentare durante le fasi di manipolazione delle sostanze e/o preparati pericolosi.

Molte sostanze chimiche possono produrre danni per contatto diretto con la pelle, quali, irritazioni, bruciateure e reazioni allergiche.

Invece l'assorbimento attraverso la pelle dipende da numerosi fattori, quali: la concentrazione della sostanza chimica, la reattività chimica, la solubilità (sia in acqua che nei grassi).

L'assorbimento è anche dipendente dalle condizioni di contatto dalla parte del corpo esposto e dalla durata del contatto.

Inoltre, ferite e lacerazioni della cute producono un aumento dell'assorbimento delle sostanze chimiche.

Il contatto con gli occhi è particolarmente pericoloso poiché poche sostanze sono innocue; la maggior parte sono fastidiose e irritanti. Un buon numero sono anche in grado di causare ustioni e la perdita della vista. Per questo motivo l'utilizzo di idonei dispositivi di protezione individuale è fortemente consigliato.

*Iniezione*

L'esposizione a sostanze chimiche pericolose per iniezione non avviene frequentemente in laboratorio tuttavia, può accadere inavvertitamente quando si manipolano siringhe per gascromatografia o HPLC, oppure producendosi delle ferite utilizzando vetreria danneggiata o parti metalliche contaminate. Tale via di assorbimento è estremamente pericolosa perché introduce sostanze tossiche direttamente in circolo eliminando il processo d'assorbimento.

L'intossicazione dovuta a sostanze o preparati tossici e nocivi rappresenta l'effetto dannoso che viene prodotto da queste sull'organismo. Si distinguono tre forme di intossicazione:

- *intossicazione acuta*: esposizione di breve durata a forti concentrazioni con assorbimento rapido della sostanza tossica. Gli effetti sono immediati e si hanno entro le 24 ore con morte o guarigione rapida.
- *intossicazione sub-acuta*: esposizioni per un periodo di più giorni o settimane prima che appaiano i primi effetti.
- *intossicazione cronica*: esposizione frequenti e prolungate nel tempo. Gli effetti sono tardivi (fino anche a diverse decine di anni). L'intossicazione in questo caso si manifesta:
  - perché la quantità di sostanza tossica eliminata è inferiore alla quantità assorbita in modo da ottenere una concentrazione tale da ingenerare manifestazioni cliniche (esempio saturnismo, intossicazione da piombo);
  - perché la quantità di sostanza tossica assorbita a seguito di esposizioni ripetute si accumula su un particolare tessuto e viene rilasciata solo in un tempo successivo (es: sostanze liposolubili che si vanno a concentrare in tessuti adiposi; a seguito di dimagrimento e quindi di diminuzione del tessuto adiposo si libera il tossico che genera così gli effetti tossici).

L'azione degli agenti chimici può essere:

- *locale*: se agisce unicamente intorno al punto di contatto (pelle, occhi, vie respiratorie, ecc) (es: l'azione corrosiva di acidi concentrati sulla cute con cui vengono a contatto)
- *generale o sistematico*: se l'azione si manifesta in punti lontani dal contatto, e questo a causa:
  - 1) della via di trasmissione della sostanza tossica (tramite l'inalazione e il passaggio nella circolazione sanguigna si possono avere effetti su altri organi quali il fegato);
  - 2) della composizione chimica dell'organo colpito (tenore in lipidi);
  - 3) dal grado di perfusione dell'organo che può comportare una concentrazione eccessiva della sostanza tossica;
  - 4) delle caratteristiche biochimiche dell'organo colpito (capacità dell'organo a produrre metaboliti più tossici di quello assorbito).

### 7.3. Relazione dose-risposta

La tossicologia (la scienza dei veleni) è, per definizione, quella scienza che studia gli effetti avversi delle sostanze sull'organismo umano e su quello animale.

Un concetto fondamentale in tossicologia è che nessuna sostanza è completamente "sicura" e che tutti gli agenti chimici possono avere un qualche effetto tossico solo se una relativamente grande quantità (dose) di una sostanza chimica viene a contatto con un organismo vivente.

Per tutte le sostanze chimiche c'è un range di concentrazione che produce un effetto che si colloca fra due estremi: nessun effetto avverso provocato, e la morte.

In tossicologia, questo concetto si traduce nella relazione tra dose e risposta; dove la dose è la quantità di sostanze e la risposta è l'effetto indotto da quella quantità di sostanza. Questa relazione è specifica per ogni sostanza chimica.

Da anni medici del lavoro e igienisti industriali di tutto il mondo sono impegnati nella ricerca rivolta a stabilire i livelli massimi ammissibili nell'atmosfera degli ambienti di lavoro (concentrazioni massime e di tollerabilità) o in campioni biologici di sangue, urine, aria espirata (concentrazioni massime biologiche) che non comportino effetti indesiderati.

Le tabelle più conosciute e più utilizzate nel campo dell'igiene industriale sono quelle e laborate dalla *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), proposte in base a criteri empirici, annualmente revisionate e riferite ai *TLV (Threshold Limit Values, valori limite di soglia)*.

Tali limiti, quindi, rappresentano dei parametri al di sotto dei quali ci si attende un'assenza di effetti nocivi per la salute dei lavoratori esposti. A causa di ampie differenze di sensibilità individuale si ammette che una piccola percentuale possa avere, in queste condizioni, disagio o aggravamento di malattie preesistenti o anche la comparsa di malattie professionali. Il concetto di limite tollerabile è quindi quello di *valore di riferimento* che non garantisce una sicurezza assoluta, ma una sicurezza per la maggior percentuale possibile di individui. L'esperienza ha dimostrato che molti valori di concentrazione massima erano stati stabiliti su livelli eccessivamente alti e negli aggiornamenti di questi ultimi anni si è assistito a una continua diminuzione dei valori massimi accettabili per quasi tutti i tossici industriali. In Italia sono applicati da molti anni i valori di concentrazioni massimi tollerabili indicati dagli igienisti americani. Va ricordato che i limiti riportati sono da intendersi riferiti agli ambienti di lavoro e quindi applicabili per soggetti adulti, sani, esposti a questi valori per 8 ore al giorno e per 5 giorni alla settimana. Pertanto in nessun modo essi possono essere utilizzati per altri ambienti (ad esempio, ambiente domestico o inquinamento atmosferico in generale).

I limiti di riferimento sono il risultato di due momenti uno scientifico (che trae origine dai limiti indicativi delineati dai diversi studi scientifici), e l'altro economico-politico (che vaglia i dati scientifici in ragione dei fattori socio-economici). La valutazione scientifica si basa sull'acquisizione di dati derivanti da studi speri-

metali (in vitro, in vivo animali o talora sull'uomo), studi epidemiologici. L'insieme di tali dati fornisce indicazioni sulla sostanza, circa:

- Proprietà chimico-fisiche
- Tossico cinematica
- Tossicità acuta- subacuta - cronica
- Mutagenicità
- Cancerogenicità
- Embriotossicità e teratogenicità

Successivamente tali dati vengono elaborati valutando i limiti stessi del procedimento scientifico (basti pensare alle differenze esistenti nell'impiego dell'animale invece che dell'uomo), e considerando, quindi un fattore di sicurezza.

In sintesi i limiti tabellati non costituiscono un confine netto tra concentrazioni pericolose e concentrazioni sicure, ma debbono essere utilizzati come orientamento o raccomandazione per la prevenzione.

#### **7.4. Durata e frequenza dell'esposizione**

Si possono avere effetti tossici in seguito ad esposizione singola (acuta), intermittente (ripetuta), oppure ripetuta e di lunga durata (cronica). L'acido cianidrico, il solfuro d'idrogeno e il biossido d'azoto sono esempi di sostanze altamente tossiche che possono causare effetti indesiderati a seguito di singola esposizione di breve durata.

Invece una sostanza con tossicità cronica dà origine a danni biologici dopo ripetute esposizioni di lunga durata i cui danni diventano evidenti dopo lunghi periodi di latenza a causa di effetti cumulativi anche per basse esposizioni (ad esempio mercurio, piombo e loro composti).

In linea generale più lunga è la durata di esposizione, più grande è la probabilità che possano avvenire effetti tossici indesiderati.

La frequenza dell'esposizione ha un'importante influenza sulla natura e misura della tossicità. La quantità necessaria affinché una sostanza chimica produca un effetto tossico è in linea generale minore per una singola esposizione rispetto a quella ripetuta o intermittente.

Il tempo che intercorre fra l'inizio dell'esposizione con l'agente chimico e il verificarsi dell'effetto tossico dipende dalla sostanza e dal tipo d'esposizione. Per esempio per il monossido di carbonio, il cianuro di sodio e il solfuro di carbonio gli effetti tossici sono visibili entro pochi minuti. Nel caso di altre sostanze chimiche la tossicità diventa evidente dopo giorni di esposizione. Le sostanze cancerogene producono un effetto tossico ritardato generalmente da 10 a 30 anni dopo l'esposizione.

#### **8.1. La metodologia**

## 8. Modello di valutazione del rischio chimico

La metodologia di valutazione che si vuole proporre per l'individuazione del livello di esposizione dei lavoratori alle sostanze pericolose studiato per l'applicazione nei laboratori del Sistema Agenziale APAT, ARPA e APPA, rispecchia (con alcune modifiche che tengono conto di tutte le variabili legate alle attività di laboratorio nelle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente) le indicazioni del modello "*attività dei laboratori di ricerca e didattici: valutazione del rischio per l'impiego di agenti chimici pericolosi*" dell'ISPESL.

La procedura di valutazione del rischio d'esposizione agli agenti chimici pericolosi che si propone, è basata sull'uso di un **modello di calcolo con il quale sono confrontati gli elementi che determinano il rischio con tutti gli aspetti utilizzati per contenerlo**.

Questi elementi sono stati parametrati secondo criteri soggettivi che saranno in seguito esplicitati. È evidente che nel definire tali criteri si è cercato di utilizzare tutte le conoscenze d'igiene del lavoro utili a renderli il più possibile oggettivi e condivisibili.

Un'eventuale modifica dei parametri, in ogni caso, non inficia il metodo in quanto il modello genera un **indice di rischio d'esposizione** che permette di stilare una graduatoria fra i rischi analizzati e non pretende, invece, di ottenere un valore assoluto significativo che solo dei parametri perfettamente rappresentativi potrebbero consentire poiché i coefficienti mantengono i limiti della loro soggettività.

### 8.2. La Procedura di Valutazione

La valutazione del rischio deve essere effettuata per singolo lavoratore, tranne che, sia possibile, per ragioni di semplicità applicativa, raggruppare i lavoratori in gruppi di lavoro omogeneo in ragione delle attività e mansioni svolte.

Ciascun gruppo infatti si diversifica per le caratteristiche dei campioni trattati ed il tipo di analisi specifiche effettuate.

L'analisi sarà così estesa, per ciascun gruppo di lavoro, ad ogni singolo operatore.

La procedura di valutazione ha inizio con la raccolta di informazioni riguardanti:

- l'analisi delle *mansioni, attività e degli ambienti di lavoro (laboratori)*;

- le misure preventive e protettive adottate;
- i dati dei prodotti utilizzati.

### ***Analisi delle mansioni, attività e locali***

Relativamente alle informazioni sulle mansioni e sulle attività dei lavoratori esposti, l'analisi deve essere condotta sulla base della suddivisione nei gruppi omogenei rappresentativi della organizzazione della struttura laboratoristica (ad es. gruppo acque, alimenti, emissioni, pesticidi, ecc...). Devono essere rilevate le informazioni relative alla mansione svolta, l'attività lavorativa e gli ambienti di lavoro (Cfr. scheda di rilevazione di mansioni, attività, locali).

I parametri strutturali, impiantistici e dei locali sono aspetti da prendere nella massima considerazione e da analizzare con attenzione nella valutazione del rischio chimico e nella predisposizioni delle procedure per gli interventi da attuare in caso di emergenza.

### ***Misure preventive e protettive adottate***

Dovrà essere verificata l'avvenuta attuazione degli interventi di prevenzione e protezione in base ai principi dell'igiene del lavoro. Con riferimento agli obblighi previsti dal TitoloVII-bis, D.Lgs.n. 626/94, si potrà tener conto delle seguenti considerazioni che sono specifiche per gli agenti chimici pericolosi impiegati nelle attività di laboratorio.

- *Possibilità di sostituzione o riduzione degli agenti*: trattandosi di attività di laboratori preposti al controllo in alcuni specifici settori, è molto difficile, in genere, avere la possibilità di sostituirli in quanto nella maggior parte dei casi, i prodotti chimici utilizzati sono previsti dalle metodiche ufficiali di analisi o dalle esigenze della ricerca. Qualora non si potesse agire quindi sulla sostituzione avendo valutato l'effettiva necessità delle sostanze in esame, potrebbero essere adottate misure di riduzione del rischio utilizzando concentrazioni minori tali da determinare pericoli più contenuti. Tale situazione può essere affrontata con sostanze quali i solventi, gli acidi e le basi in genere, che a seconda delle concentrazioni in esame sono classificati in modo diverso passando per esempio da tossici a nocivi e da corrosivi a irritanti.
- *Contenimento dell'esposizione*: occorre verificare l'idoneità delle attrezzature, apparecchiature e degli impianti, l'esistenza di dettagliate procedure, l'attuazione di specifici programmi di formazione, l'effettivo utilizzo sistematico delle cappe e l'uso corretto di appropriati dispositivi di protezione individuate (DPI).
- *Formazione e informazione*: va tenuto conto del grado di formazione e della professionalità degli operatori negli ambienti di lavoro.
- *Misure tecniche, organizzative e procedurali*: sono da valutare quelle adottate tenendo conto che le misure di prevenzione e protezione di carattere generale

devono essere prioritarie a qualunque altra valutazione.

- *Situazioni incidentali con esposizioni anomale per i lavoratori*: devono essere ipotizzati i possibili eventi tenendo presente che:
  - considerate le basse quantità di sostanze chimiche pericolose utilizzate in ciascuna prova di laboratorio e le ugualmente basse quantità in ogni caso presenti nel laboratorio, le situazioni incidentali si possono ritenere poco probabili e un versamento casuale può essere rapidamente contenuto, raccolto e destinato allo smaltimento in sicurezza;
  - l'aspetto legato alla movimentazione dei reagenti deve essere tenuto sotto controllo adottando precise procedure comportamentali e utilizzando apposite attrezzature per il trasporto in sicurezza.

### ***Dati sugli agenti chimici***

I dati da rilevare per avere informazioni sugli agenti chimici utilizzati sono: l'elenco degli agenti chimici pericolosi, le quantità degli agenti chimici utilizzati e quelli stoccati, le loro proprietà chimico-fisiche, le classificazioni di pericolo e le possibili interazioni tra i diversi prodotti.

Quest'ultimo punto comporta una attenta analisi nella fase di calcolo del livello di esposizione poiché deve tenere in considerazione le interazioni tra agenti chimici utilizzati ma anche la possibilità di formazione di sostanze chimiche incompatibili che possono:

- reagire violentemente;
- reagire producendo una notevole quantità di calore;
- reagire determinando la formazione di prodotti infiammabili;
- reagire determinando la formazione di prodotti tossici;
- formazione di reazione fuggitive;
- formazioni di soluzioni di prodotti instabili;
- Polimerizzazioni violente;
- Decomposizione violenta;
- Formazione di perossidi.

Si è ritenuto opportuno riferire tutti i dati rilevati ad un periodo di tempo pari ad un mese rappresentativo dell'attività.

Tutti i dati relativi agli agenti chimici, alle mansioni e alle attività, e le misure di prevenzione e protezione, vengono raccolti sinteticamente in due schede di rilevazione compilate e firmate dal singolo operatore esposto, e dal responsabile del gruppo di lavoro del laboratorio di cui l'operatore fa parte. Le schede sono riportate nel paragrafo (8.3.3.).

Al fine di minimizzare l'incertezza dovuta alla soggettività della compilazione di alcuni dati delle schede proposte, si consiglia di effettuare un confronto delle schede acquisite con i dati relativi alle mansioni, attività svolte, contenuti nel Documento di Valutazione del Rischio.

### **8.3. La Valutazione Preliminare - l'algoritmo di calcolo dell'indice**

## di rischio o livello di esposizione

### 8.3.1. Caratterizzazione dei Rischi

Al fine di determinare i rischi relativi all'esposizione ad agenti chimici, si dovranno prendere in considerazione tutti gli elementi caratterizzanti l'esposizione secondo il seguente algoritmo;

ove:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{R_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i \cdot \frac{I_i}{I_x}}{K_i \cdot TLV_i}$$

**L**  
è il  
li-  
vel-  
lo  
d'e-

- sposizione del singolo lavoratore agli  $n$  agenti chimici pericolosi;
- R<sub>i</sub>** è la somma dei corrispondenti *fattori di pericolo* caratterizzanti le proprietà rischiose  $R$  dell'iesimo agente chimico pericoloso, indicati dalle specifiche frasi di rischio;
- T<sub>i</sub>** è la somma dei corrispondenti fattori di esposizione  $T$  caratterizzanti il tipo d'esposizione all'iesimo agente chimico pericoloso;
- S<sub>i</sub>** è il fattore stato fisico  $S$  corrisponde allo stato fisico dell'iesima sostanza;
- E<sub>i</sub>** è dato dal valore del fattore di durata  $E$  corrispondente al tempo d'esposizione all'iesimo agente chimico pericoloso nel mese di riferimento pesato rispetto al fattore tempo (Cfr. fattore tempo);
- Q<sub>i</sub>** è dato dal valore del fattore quantità utilizzata  $Q$  corrispondente alla quantità dell'iesimo agente chimico pericoloso adoperata nel mese di riferimento;
- D<sub>i</sub>** è dato dal valore del fattore di quantità stoccata  $D$  corrispondente alla quantità dello iesimo agente chimico pericoloso detenuta nel mese di riferimento;
- U<sub>i</sub>** è il fattore modalità d'uso  $U$  corrisponde alla modalità di uso dell'iesima sostanza e alla possibilità di dispersione in aria;
- A<sub>i</sub>** è dato dal valore del fattore di lavoro  $A$  corrispondente alle circostanze di lavoro in cui è utilizzato l'iesimo agente chimico pericoloso;
- I<sub>i</sub>** è dato dalla somma del valore del fattore di incompatibilità tra sostanze  $I$ , corrispondente all'iesimo agente chimico pericoloso;
- I<sub>x</sub>** è dato dal numero di interazioni  $x$  che avvengono tra le sostanze che possono reagire determinando la formazione di prodotti tossici
- K<sub>i</sub>** è il fattore di prevenzione e protezione  $K$  del lavoratore, corrispondente agli elementi di sicurezza e d'igiene presenti ed efficaci contro i rischi;



**TLV<sub>i</sub>** è il valore limite della sostanza di riferimento preferendo, quando esistente, il TLV a breve termine.

Nell'algorithmo sono contenuti i parametri che saranno necessari per eseguire la valutazione dei rischi e che, come previsto dalla norma, devono riferirsi a:

- proprietà pericolose dell'agente chimico
- modalità d'impiego
- livello d'esposizione
- tipo di esposizione
- durata di esposizione
- quantità utilizzata e/o stoccata
- valore limite di esposizione all'agente
- misure preventive e protettive adottate
- dispositivi di prevenzione e protezione.
- Incompatibilità tra sostanze

Le variabili che costituiscono l'algorithmo utilizzato sono di seguito esplicitati

**R<sub>i</sub>**: gli elementi di rischio sono collegati alle proprietà pericolose intrinseche all'agente chimico desunte dalle schede di sicurezza ed etichettatura, sulla base delle specifiche frasi di rischio i cui coefficienti (*Tabella 1*) si sommano in presenza di più frasi di rischio.

**T<sub>i</sub>**: dipende dalle modalità con cui può essere espletata l'azione dannosa (*Tabella 2*) da parte dell'agente (cioè se per ingestione, contatto cutaneo o inalazione o

**Tabella 1 –Coefficienti di rischio funzione della pericolosità dell'agente chimico**

Frasi di rischio R	Coefficienti
Altamente tossica (T+), cancerogena, mutagena, esplodente	2,5
Tossica (T), tossica per la riproduzione, possibile cancerogena; altamente infiammabile (F+). chimicamente instabile	2,0
Nociva (X <sub>n</sub> ), corrosiva (C), comburente (O), facilmente infiammabile (F)	1,6
Irritante (X), fonte d'accensione, sensibilizzante, infiammabile	1,2

una combinazione delle tre). I coefficienti si sommano in presenza di più tipi di esposizione.

**Tabella 2 - fattori di esposizione funzione del tipo di esposizione**

Tipo di esposizione T	Coefficiente
Inalazione	1,3
Contatto con la pelle	1,2
Ingestione	1,1

**S<sub>i</sub>**: dipende dallo stato fisico della sostanza alla temperatura e pressione di utilizzo (*Tabella 3*) e quindi dalla probabilità che l'agente chimico possa espletare un'azione dannosa.

In particolare si sono prese in considerazione: gas-vapore-liquido volatile, polvere, liquido poco volatile e solido-gel.

**Tabella 3 - fattori dipendenti dallo stato fisico dell'agente chimico**

Fattore stato fisico S	Coefficiente
Gas-Vapore-Liquido volatile	1,8
Polvere	1,4
Liquido poco volatile	1,2
Solido-Gel	1,1

**E<sub>i</sub>**: parametro legato alla durata dell'esposizione riferita non al tempo di generico utilizzo dell'agente, ma al periodo della sua manipolazione ossia quando per esempio la sostanza è nelle condizioni chimico-fisiche di liberarsi nell'aria, interessando così il soggetto che lo adopera.

Si ipotizza che la durata dell'esposizione mensile, espressa in minuti e divisa per 4 (ossia le quattro settimane del mese), sia concentrata in un solo giorno; questo tempo d'esposizione va poi diviso per un *fattore tempo* (il cui significato sarà meglio chiarito in seguito nel paragrafo *fattore tempo*) che tiene conto della categoria del TLV dell'agente stesso nel modo seguente.

- Per TLV-TWA: fattore 480 (esposizione media ponderata distribuita in una giornata di 8 ore).
- Per TLV-STEL: fattore 60 (esposizione media ponderata distribuita in 60 minuti).
- Per TLV-Ceiling: fattore 15 (esposizione media ponderata distribuita in 15 minuti).

Pertanto, il coefficiente *E* sarà dato dai minuti di esposizione mensile, divisi per 4 e a loro volta divisi per il fattore tempo corrispondente in base alla categoria di TLV. Qualora non esista alcun TLV si associa ad *E* il valore pari ad **1** (uno) come media pesata giornaliera.

$U_i$ : dipende dalla modalità d'uso della sostanza e alla possibilità di dispersione in aria. Quindi si può avere un uso in sistema chiuso, inclusione in matrice, un uso poco dispersivo e un uso con dispersione significativa (*Tabella 4*)

Modalità d'uso	Coefficiente
Sistema chiuso	1,0
Inclusione in matrice	1,2
Uso poco dispersivo	1,5
Uso con dispersione significativa	2,0

$Q_i$ : parametro legato alla quantità utilizzata. Anche in questo caso le quantità mensili dichiarate vanno divise per quattro, ossia le quattro settimane del mese per avere la quantità reale corretta. Nella (*Tabella 5*) in funzione della quantità utilizzata, sono evidenziati i coefficienti associati alla quantità utilizzata.

Quantità utilizzata Q	Coefficiente
$Q \leq 1 \text{ g (ml)}$	Quantità reale corretta in g o ml
$1 \text{ g (ml)} < Q \leq 10 \text{ g (ml)}$	2
$10 \text{ g (ml)} < Q \leq 100 \text{ g (ml)}$	4
$100 \text{ g (ml)} < Q \leq 1 \text{ Kg (l)}$	5
$1 \text{ Kg (l)} < Q \leq 5 \text{ Kg (l)}$	8
$Q > 5 \text{ Kg (l)}$	10

Per  $Q_i \leq 1 \text{ g (ml)}$ , ossia per quantità assai modeste, non è realistico approssimare utilizzando un coefficiente e pertanto si considera la quantità reale divisa per quattro.

$D_i$ : parametro legato alla quantità in stoccaggio nell'ambiente di lavoro dove opera l'esposto esclusa la quantità contenuta negli appositi armadi di sicurezza e nella specifica area di stoccaggio di tutti gli agenti chimici del laboratorio (se presente).

Vanno raccolti - tramite apposite schede compilate da ciascun responsabile di laboratorio - i dati relativi alle quantità significative stoccate per ciascuna sostanza fermo restando che, in caso di presenza di quantità rilevanti, è obbligatorio che le stesse siano riposte in appositi locali di stoccaggio o appositi contenitori.

Nella quantità  $D$  (a cui corrisponde un coefficiente, come riportato nella *Tabella 6*), sono inclusi tutti gli agenti chimici pericolosi presenti nel laboratorio, esclusa la quantità contenuta negli appositi armadi di sicurezza.

**Tabella 6 - Quantità in stoccaggio**

Quantità in stoccaggio D	Coefficiente
D = 0	1,0
D ≤ 100 g (ml)	1,1
100 g (ml) < D ≤ 1 Kg (l)	1,2
1 Kg (l) < D ≤ 10 Kg (l)	1,4
10 Kg (l) < D ≤ 50 Kg (l)	1,8
D > 50 Kg (l)	2,0

**A<sub>i</sub>**: parametro legato al tipo di attività lavorativa.

A questo corrisponde un coefficiente, come riportato nella *Tabella 7*.

**Tabella 7 - Tipo di attività lavorativa**

Tipo di attività lavorativa A	Coefficiente
Manutenzione	1,5
Normale lavoro	1,0
Pulizia	0,5

**I<sub>i</sub>**: parametro legato all'incompatibilità tra sostanze. Il parametro **I<sub>i</sub>** è legato alle sole sostanze che, in funzione del tipo di analisi ed uso che l'operatore fa, possono reagire con l'iesima sostanza determinando la formazione di prodotti tossici elencati in Tabella (A).

I coefficienti vengono sommati nel caso che la i-esima sostanza interagisce con altre.

Per il calcolo del livello d'esposizione complessiva **L** per singolo lavoratore (Cfr. 8.4.), per evitare che nella somma dei singoli **L<sub>i</sub>** (livello d'esposizione del lavoratore per singola sostanza) vengano computati più volte le interazioni tra le sostanze considerate, si divide il parametro **I<sub>i</sub>** con **I<sub>X</sub>** che rappresenta il numero di interazioni **x** che avvengono tra le i-esime sostanze che possono reagire determinando la formazione di prodotti tossici.

Se non esistono interazioni fra le sostanze il fattore **I<sub>X</sub>** deve essere posto uguale ad **I(un)**.

**Tabella 8 - Incompatibilità tra sostanze**

Incompatibilità tra sostanze I	Coefficiente
Nessuna incompatibilità	1,0
Incompatibilità con formazione di prodotti tossici Tab. (A)	1,1

### **Fattore tempo**

Al fine di approfondire il significato del parametro fattore tempo si rende necessario fare le considerazioni che seguono.

Il TLV-TWA di una data sostanza, com'è noto, rappresenta il valore della concentrazione ambientale della sostanza stessa considerato accettabile (cioè non ha conseguenze dannose sulla salute del 95% della popolazione esposta per 8 ore al giorno, 5 giorni la settimana, per 40 anni lavorativi), fermo restando che è in ogni caso opportuno porre in atto tutti gli interventi ragionevolmente attuabili al fine di mantenere il livello d'esposizione più basso possibile.

Per valutare i rischi connessi alle attività di laboratorio che sono caratterizzate da esposizioni brevi e diversificate, la determinazione del tempo d'esposizione rappresenta uno degli elementi critici in quanto deve essere tale da proteggere i lavoratori esposti e, contemporaneamente, deve essere aderente alla reale esposizione che si sta considerando. Nei laboratori, come detto, non avremo mai un'esposizione continuativa e ripetitiva come nelle aziende di produzione, per questo si ritiene opportuno formulare delle ipotesi che, sebbene in favore della sicurezza e della salute, tengano conto della realtà lavorativa.

Ovviamente ci sarebbe la necessità di dover conoscere, anche se è veramente difficile, quale sia il giorno più a rischio per ciascun lavoratore al fine di inserire nella formula le sostanze con le relative quantità adoperate; qualora ciò sia sconosciuto non resta che fare delle approssimazioni. Per questi casi s'ipotizza che i tempi d'utilizzo di ciascuna sostanza in un mese (indicati dal lavoratore e avallati dal responsabile del laboratorio) possano essere considerati, se divisi per le quattro settimane del mese, rappresentativi della quantità usata settimanalmente. Per avere una condizione cautelativa s'ipotizza che questa quantità sia tutta impiegata in un solo giorno; in maniera ancora più cautelativa s'ipotizza infine che, in quel medesimo giorno, siano parimenti utilizzate anche tutte le altre sostanze indicate dal lavoratore nella propria scheda. Considerate le modalità effettive di lavoro in un laboratorio (nella sua poliedricità e per tempi brevissimi), il tempo d'esposizione ricavato non può che essere distribuito nell'ipotetica giornata lavorativa presa in esame. A questo scopo si è introdotto un coefficiente correttivo di tempo che tiene conto della specifica modalità d'azione della sostanza sulla base della categoria del TLV: come media ponderata nel tempo (TWA), come limite per esposizione a breve termine (STEL) e come tetto limite da non superare mai (Ceiling).

Per definizione il TLV-TWA rappresenta la media ponderata delle concentrazioni di una data sostanza nell'aria ambiente, nell'arco delle otto ore della giornata lavorativa di riferimento, che ammette escursioni sopra il limite purché compensate da equivalenti escursioni al di sotto.

Il TLV-STEL rappresenta la concentrazione limite a breve termine, cioè relativa ad un periodo di 15 minuti, che può essere raggiunta non più di quattro volte nel-

l'arco della giornata lavorativa.

Il *TLV-Ceiling* rappresenta la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa che, per la significatività del campionamento, si può intendere di durata pari e non superiore a 15 minuti.

In considerazione di quanto appena detto, il tempo d'esposizione a ciascuna sostanza, indicato dal lavoratore secondo le indicazioni prima specificate, è stato rapportato a 480 minuti (giornata lavorativa di 8 ore) nel caso di sostanza con il solo *TLV-TWA*, mentre, per sostanze aventi un *TLV-STEL*, il coefficiente correttivo di tempo è ottenuto rapportando il tempo d'esposizione a 15 minuti ripetuti per quattro volte (ossia a 60 minuti) nell'arco della giornata; nel caso di sostanze con *TLV-Ceiling* il coefficiente correttivo di tempo si è ottenuto rapportandolo ai 15 minuti massimi previsti per questo limite (sempre nell'arco di una giornata).

### 8.3.2. Caratterizzazione dei fattori di prevenzione

Si procede in questa fase ad esaminare gli elementi utili a impedire o limitare il contatto fra operatore e sostanza chimica pericolosa, chiamati fattori di prevenzione, a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore (*Tabella 8*).

**K<sub>p</sub>**: somma dei fattori di prevenzione e protezione.

Tabella 9 - Fattori di prevenzione e protezione		
Fattori di protezione		Coefficiente
Cappa	Efficiente	2,0
	Poco efficiente	1,5
	Inefficiente	1,0
Procedure scritte e formazione specifica		1,5
Indumenti protettivi		1,3
Occhiali		1,4
Guanti		1,3
DPC (ad es.ventilazione)	Efficiente	1,6
	Poco Efficiente	1,3
	Inefficiente	1,0
Propipette obbligatorie		1,3
Rilevatori gas con blocco flusso		1,4
Armadi aspirati		1,6
Impianti elettrici stagni		1,4
Maschera specifica		1,5
Raccolta separata acidi, basi, infiammabili		1,4
Porte antincendio (compartimentazione)		1,5

segue - Tabella 9 - Fattori di prevenzione e protezione

Fattori di protezione		Coefficiente
Armadi antincendio		1,4
Estintori		1,4
Qualità e Resistenza al fuoco di pavimenti, rivestimenti ed arredi	Buona	1,2
	Sufficiente	1,1
	Scarsa	1,0
Assenza di proprietà infiammabili*		2,9

\* Fattore da utilizzare in caso di sostanza non infiammabile al posto dei fattori specifici antincendio (Porte antincendio, Armadi antincendio, Estintori, Qualità e resistenza al fuoco).

Tutti questi fattori di prevenzione e protezione della *tabella 8* sono anch'essi inseriti nell'algoritmo quali elementi di contenimento del rischio.

**TLV<sub>i</sub>**: nell'algoritmo considerato, questo parametro è inserito al denominatore, in quanto inversamente proporzionale al rischio. Esso rappresenta il valore limite di soglia di ciascuna sostanza, e si riferisce ai valori limite europei. Quando non esistenti si propone di fare riferimento ai *TLV* dell'*ACGIH*. Quando totalmente sconosciuti al parametro *TLV* si deve attribuire il valore **1** per avere un numero matematicamente ininfluenza.

L'algoritmo che tiene conto di tutti gli elementi caratterizzanti l'esposizione, come esposto, esprime il livello d'esposizione complessiva alle *n* sostanze chimiche pericolose di ciascun lavoratore.

### 8.3.3. Le schede personali di rilevazione delle informazioni

Le schede di rilevazione delle informazioni proposte sono due:

1. La scheda di rilevazione dei dati prodotti e fattori di protezione;
2. La scheda di rilevazione di mansioni-attività-locali.

Sulla scheda 1 di rilevazione devono essere riportate le informazioni relativamente a:

- dipartimento (Struttura provinciale);
- nome e cognome dell'operatore che compila la scheda;
- nome e cognome del responsabile del gruppo di lavoro o del laboratorio;
- firme dell'operatore e del responsabile del gruppo di lavoro o del laboratorio;
- data di compilazione della scheda;
- dati delle sostanze utilizzate;
- dati dei fattori di protezione e prevenzione adottati;

in particolare:

- Per lo stato fisico dell'agente basta "barrare" lo stato della sostanza in esame;
- La quantità utilizzata va calcolata nel mese di riferimento (quantità/mese);
- Nella quantità in stoccaggio devono essere inclusi tutti gli agenti chimici pericolosi presenti nel laboratorio, esclusa la quantità contenuta negli appositi armadi di sicurezza e/o stoccati nella specifica area di stoccaggio di tutti gli agenti chimici del laboratorio (se presente);
- Il tipo di attività lavorativa va individuata "barrando" l'attività lavorativa svolta con la sostanza in esame;
- La durata dell'esposizione va calcolata in minuti/mese, ed esso deve rappresentare il tempo di possibile esposizione e **non** quello d'utilizzo della sostanza chimica;
- La modalità d'uso va individuata "barrando" la modalità di utilizzo della sostanza in esame (uso in sistema chiuso, ecc...);
- I fattori di prevenzione e protezione vanno tutti individuati "barrando" i fattori che vengono utilizzati per la sostanza in esame, facendo attenzione che nel caso di sostanza non infiammabile va segnato soltanto (*SI*) nella colonna dell'agente chimico in esame. Se invece l'agente ha proprietà infiammabili nella colonna della sostanza in esame va segnato (*NO*) e vanno segnate le eventuali azioni di prevenzione e protezione prese (armadio antincendio, porta antincendio, estintore).

Sulla scheda 2 di rilevazione devono essere riportate le informazioni relativamente a:

- Gruppo di lavoro (es. gruppo acque, alimenti, ecc...);
- nome e cognome del responsabile del gruppo di lavoro o del laboratorio;
- nome e cognome dell'operatore che compila la scheda;
- la sigla identificativa del locale laboratorio;
- la denominazione del locale;
- la descrizione del locale e degli strumenti utilizzati;
- La qualifica dell'operatore;
- La mansione svolta;
- La descrizione della mansione svolta;
- La descrizione dell'attività lavorativa svolta;
- firme dell'operatore e del responsabile del laboratorio;
- data di compilazione della scheda.





SCHEDA DI RILEVAZIONE DI MANSIONI-ATTIVITA'-LOCALI			
GRUPPO DI LAVORO	RESPONSABILE DEL GRUPPO DI LAVORO	SIGLA IDENTIFICATIVA DEL LOCALE	DENOMINAZIONE LOCALE
DESCRIZIONE DEL LOCALE E DEGLI STRUMENTI UTILIZZATI			
NOME E COGNOME OPERATORE		QUALIFICA	
		MANSIONE	
DESCRIZIONE DELLA MANSIONE SVOLTA			
DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' LAVORATIVA SVOLTA			
DATA	FIRMA DELL'OPERATORE	FIRMA DEL RESPONSABILE	

#### 8.4. La Valutazione dei rischi - livelli di esposizione

L'algoritmo illustrato nei paragrafi precedenti consente di comparare i risultati ottenuti fornendo una graduatoria di valori che rispecchiano la pericolosità specifica a cui è esposto il singolo lavoratore. Come periodo di riferimento, come più volte evidenziato, si deve considerare un mese (rappresentativo dell'attività).

Per ogni sostanza chimica pericolosa sono prese in considerazione le caratteristiche di pericolosità intrinseca confrontate con gli interventi di prevenzione e protezione attuati e utili a mantenere sotto controllo il rischio connesso; la procedura va poi ripetuta per tutte le sostanze adoperate dallo stesso lavoratore nel mese di riferimento, così da poter ricavare un valore somma indicativo (livello  $L$  d'esposizione complessivo) che tenga conto di tutti gli agenti utilizzati nel periodo.

Per ogni  $i$ -esima sostanza pericolosa utilizzata da ciascun operatore si ricava un valore  $L_i$ ; i valori  $L_i$  ottenuti per ogni sostanza sono sommati fra loro per esprimere l'esposizione totale  $L$  di quel dato operatore ipotizzando in via cautelativa, come detto, che tutte le sostanze dichiarate usate in un mese siano state utilizzate in un solo giorno in quantità pari al consumo settimanale.

I parametri utilizzati per rapportare gli elementi di rischio della sostanza con gli elementi di prevenzione e protezione attuati, consentono il confronto fra tutte le situazioni analizzate. Valori più elevati di  $L$  indicano evidentemente situazioni di maggior rischio.

Se in base ai parametri utilizzati nella presente analisi si verifica per un lavoratore che il livello d'esposizione complessivo  $L$  (dovuto a tutte le sostanze pericolose utilizzate dal lavoratore stesso) è inferiore ad  $1$  si può affermare che gli interventi di prevenzione e protezione sono sufficienti a contenere gli elementi di rischio e quindi la situazione è sotto controllo.

Pertanto può essere utilizzata la giustificazione prevista al comma 5 dell'art. 72-quater, per la quale può essere ritenuta non necessaria una valutazione del rischio maggiormente dettagliata, e sono sufficienti le misure generali di tutela secondo quanto previsto al comma 2 dell'art. 72-quinquies e sono (fermo restando quanto previsto dall'articolo 3 del D.Lgs 626/94):

- a) progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- b) fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e relative procedure di manutenzione adeguate;
- c) riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
- d) riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- e) misure igieniche adeguate;
- f) riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
- g) metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicu-

rezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

LIVELLI D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVA L PER SINGOLO LAVORATORE	
$L \geq 1$	Rischio NON Moderato
$L < 1$	Rischio Moderato

LIVELLI D'ESPOSIZIONE PER SOSTANZA $L_i$ E PER SINGOLO LAVORATORE	
$L_i \geq 1$	Altissimo Rischio
$0,1 \leq L_i < 1$	Alto Rischio
$0,01 \leq L_i < 0,1$	Medio Rischio
$0,001 \leq L_i < 0,01$	Basso Rischio

Questa metodologia multiparametrica di calcolo può apparire complessa, ma può essere notevolmente semplificata con l'aiuto di un elementare programma di calcolo.

Esso però rappresenta uno strumento con un più alto grado di rappresentatività della realtà dei laboratori delle Agenzie e più in generale dei laboratori di analisi, rispetto alle numerose metodologie attualmente disponibili, purché si tenga sempre presente che i parametri impiegati **non hanno valore assoluto ma comparativo**.

Se, a seguito del calcolo del livello d'esposizione dei lavoratori esposti, dovesse risultare un rischio NON Moderato, e nel caso che le misure intraprese secondo la valutazione di dettaglio dovessero risultare non efficaci, si procede alle misurazioni ambientali e biologiche descritte nel Capitolo 9.

## 8.5. La Valutazione di Dettaglio

Se l'analisi ha individuato la presenza di un rischio di esposizione *NON Moderato*, diventa necessario adottare le misure specifiche di protezione e prevenzione, le disposizioni in caso di incidenti e emergenze, la sorveglianza sanitaria, le cartelle sanitarie, e procedere con un'analisi di dettaglio.

Scopo della valutazione di dettaglio è quello di portare al valore più basso possibile il rischio di esposizione ad agenti chimici.

*Analisi degli adempimenti specifici*

### *Analisi delle misure di riduzione del rischio*

Una volta valutato il rischio di esposizione ad agenti pericolosi come “NON Moderato” devono essere identificate le misure atte alla riduzione del rischio.

- a) Sostituzione agente chimico se tecnicamente possibile
- b) Progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché uso di attrezzature e materiali adeguati;
- c) Informazione e comunicazione ai lavoratori
- d) Appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio;
- e) Misure di protezione individuali, compresi i dispositivi di protezione individuali, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione;
- f) Sorveglianza sanitaria dei lavoratori a norma degli articoli 72-decies e 72-undecies.

### *Misurazione degli agenti pericolosi*

Il datore di lavoro, salvo che non possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di un adeguato livello di sicurezza, effettua periodiche misurazioni degli agenti che possono comportare un rischio per i lavoratori e le confronta con i valori limite di esposizione professionale.

### *Sorveglianza sanitaria*

Il medico competente, per ciascuno dei lavoratori di cui all'articolo 72-decies istituisce ed aggiorna una cartella sanitaria e di rischio custodita presso l'azienda, o l'unità produttiva, secondo quanto previsto dall'articolo 17, comma uno, lettera d) , e fornisce al lavoratore interessato tutte le informazioni previste dalle lettere e) ed f) dello stesso articolo. Nella cartella di rischio sono, tra l'altro, indicati livelli di esposizione professionale individuali forniti dal servizio di prevenzione protezione.

### *Comportamenti da tenere in emergenza*

Dovendo definire l'analisi in condizioni di emergenza parte integrante della valutazione del rischio di esposizione, il Piano di Emergenza interno terrà conto degli eventi che possono causare un'esposizione dei lavoratori, delle loro conseguenze, definendo gli interventi necessari, stabilendo le modalità e i contenuti della formazione del personale e delle esercitazioni periodiche.

Per valutare l'efficacia delle misure indicate dalla *valutazione di dettaglio* è necessario ricalcolare l'indice di esposizione attraverso l'algoritmo proposto. Nel caso in cui le misure adottate risultino inefficaci (invariabilità dell'indice) si renderà necessario procedere alle misurazioni ambientali di cui al paragrafo 8.

## 8.6. Estensione della procedura agli agenti cancerogeni e/o mutageni

Ai fini della protezione da agenti cancerogeni (titolo VII, D.Lgs 626/94), il datore di lavoro che utilizza agenti cancerogeni, quali definiti dall'art. 61, è tenuto, ai sensi del successivo art. 62, ad evitare o ridurre l'utilizzazione dell'agente cancerogeno sul luogo di lavoro, mediante le seguenti misure, indicate in ordine prioritario e tutte strettamente correlate alla loro effettiva fattibilità tecnica<sup>11</sup>:

- a) sostituzione dell'agente con altro agente che, nelle condizioni in cui viene utilizzato, non è nocivo o lo è meno;
- b) impiego di un agente in un sistema chiuso;
- c) riduzione dei livelli di esposizione dei lavoratori.

Al riguardo si evidenzia che tali obblighi non possono prescindere dalla valutazione del rischio di cui agli artt. 4 e 63, quando è necessaria la individuazione delle condizioni in cui gli agenti sono utilizzati o la valutazione dell'entità del rischio cui il lavoratore è potenzialmente esposto nell'esercizio delle proprie specifiche attività.

Si deve infatti considerare che, per quanto riguarda la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori, per individuare misure valide ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la determinazione quantitativa, dato che le informazioni dell'etichetta e l'allegato VIII afferiscono alla sola classificazione della pericolosità delle sostanze.

Queste indicazioni applicate alle attività di laboratorio del Sistema delle Agenzie Ambientali riportano alle considerazioni fatte al paragrafo 8.2. (misure preventive e protettive adottate)

Al fine di procedere alla valutazione di cui sopra, la presente metodologia di valutazione degli agenti chimici pericolosi può essere applicata ed estesa anche agli agenti cancerogeni e mutageni in quanto, anche questi ultimi, sono sostanze chimiche in grado di interagire ovvero di sommare i propri potenziali effetti negativi a quelli degli altri agenti chimici indicati nel Titolo VII-bis del D.Lgs.n. 626/94. Il D.Lgs.n. 25/02, che introduce l'art. 72-bis nel D.Lgs.n. 626/94, nell'ambito della "Protezione da agenti chimici", al comma 3, riporta: "Per gli agenti cancerogeni sul lavoro, si applicano le disposizioni del presente titolo, fatte salve le disposizioni specifiche contenute nel titolo VII del D.Lgs.n. 626/94, come modificato dal D.Lgs.n. 66/00.

Ciò significa che la metodologia della valutazione del rischio contenuta nel Titolo VII-bis, "Agenti chimici pericolosi", può essere esportata nel Titolo VII "Agenti cancerogeni mutageni" poiché anche quest'ultimo, nel prevedere la necessità della valutazione dei rischi d'esposizione, non contiene alcuna metodologia

---

<sup>11</sup> Circolare 7 agosto 1995, n. 102 - Ministero del Lavoro.

specifica di come effettuarla.

Va precisato che l'estensione è relativa all'approccio metodologico e non all'eventuale "classificazione" di rischio Moderato o Non Moderato, non essendo previsto, in alcun caso, per gli agenti cancerogeni e mutageni un "rischio moderato".

Quanto sopra è in accordo in particolare con l'art. 63, "Valutazione del rischio" e con l'art. 69, "Accertamenti sanitari"; per l'art. 69 si sottolinea che la dizione del comma 1: "sono sottoposti a sorveglianza sanitaria i lavoratori per i quali la valutazione ha evidenziato un rischio per la salute" non può certamente significare che, per sottoporre il lavoratore a sorveglianza sanitaria, sia sufficiente la presenza di un pericolo, ma che è solo con la valutazione che si stabilisce l'eventualità di questo obbligo;

Nel caso di agenti cancerogeni per i quali la fase di promozione, cioè di proliferazione cellulare, necessita di esposizioni ripetute oltre una certa soglia di concentrazione, è accettata l'esistenza di un valore limite.

Il D.Lgs.n. 66/00 introduce la definizione di valore limite per gli agenti cancerogeni e mutageni (inteso come limite di concentrazione media ponderata in funzione del tempo, rilevabile entro la zona di respirazione di un lavoratore) e lo fa per tre sostanze.

In mancanza di un valore limite di riferimento previsto dalla normativa comunitaria può essere utile avere, al fine di esprimere un giudizio sulla gravità di una situazione espositiva, e quindi sulla necessità d'intervento, una visuale dei valori di riferimento previsti da altri Organismi Internazionali e del loro significato.

Per le sostanze cancerogene si è tenuto presente quanto indicato nella pubblicazione ACGIH 2004 sulla *Documentation* per i Valori Limite di Soglia per sostanze chimiche e agenti fisici (*TLV*); in questo documento viene fatta una distinzione fra:

- esposizione a cancerogeni di categoria *A1*, per i quali non viene definito il *TLV* (i lavoratori devono essere adeguatamente equipaggiati per eliminare nel modo più completo possibile ogni esposizione ai cancerogeni)
- esposizione a cancerogeni di categoria *A1*, con *TLV* e a cancerogeni di categoria *A2* e *A3* (l'esposizione, attraverso qualsiasi via, deve essere accuratamente controllata al fine di mantenerla a livelli quanto più possibile al di sotto del *TLV*).

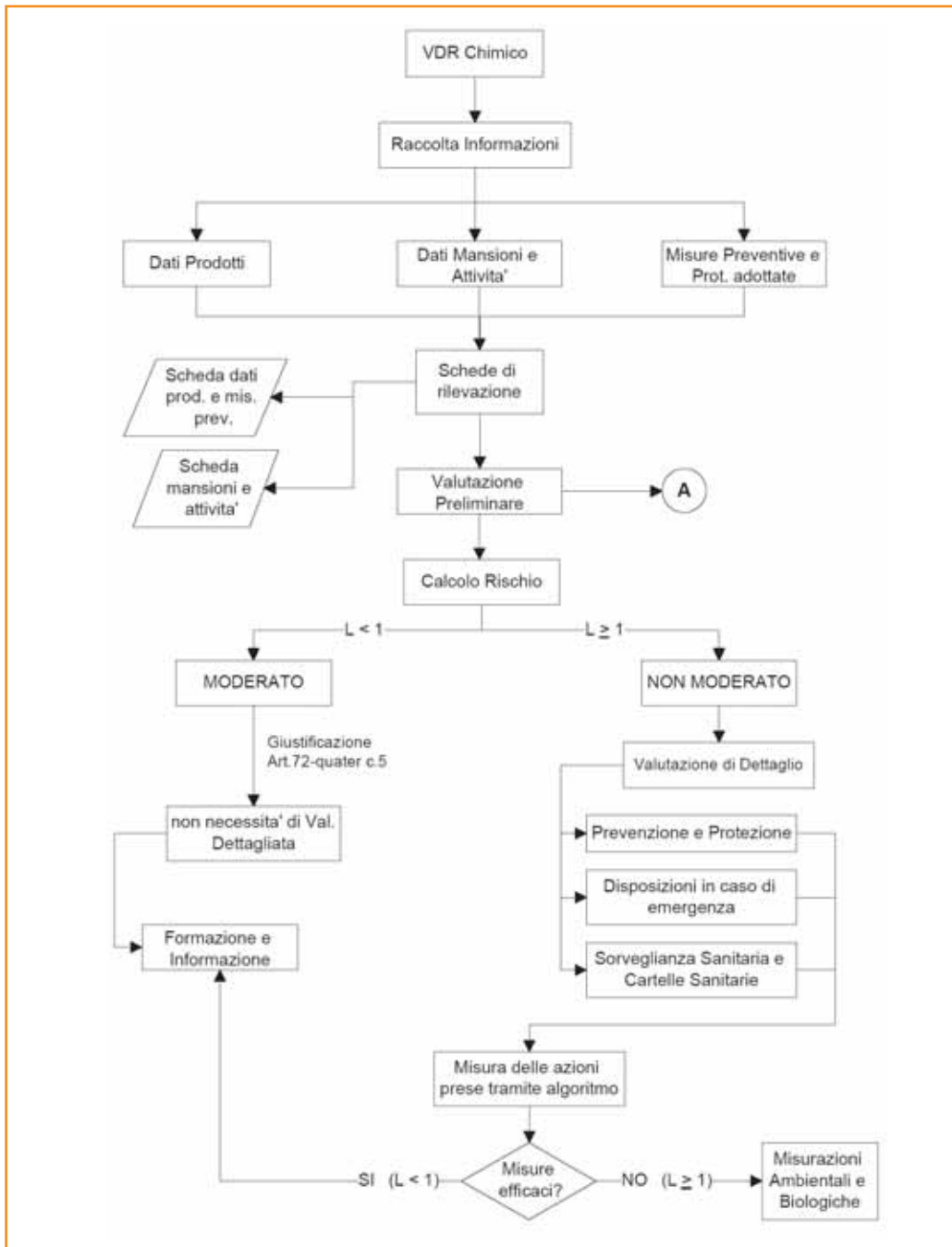
Una valutazione complessiva di tutte le sostanze chimiche presenti contemporaneamente nei luoghi di lavoro risulta pertanto più aderente alla realtà lavorativa dei lavoratori e che in ogni caso è un modo per garantire una maggiore sicurezza e salute ai lavoratori esposti; d'altra parte quanto sopra è previsto nel comma 3, dell'art. 72-quater del D.Lgs.n. 626/94 secondo il quale "nel caso di attività lavorative che comportano l'esposizione a più agenti chimici pericolosi, i rischi sono valutati in base al rischio che comporta la combinazione di tutti i suddetti agenti chimici".

Per quanto riguarda gli obblighi previsti dal Titolo VII e VII-bis del D.Lgs.n. 626/94 – quindi con riferimento alle sostanze cancerogene o mutagene oltre che alle sostanze chimiche pericolose – si è tenuto conto delle seguenti ulteriori considerazioni rispetto a quanto già specificato per gli agenti chimici pericolosi complessivamente impiegati nelle attività di laboratorio.

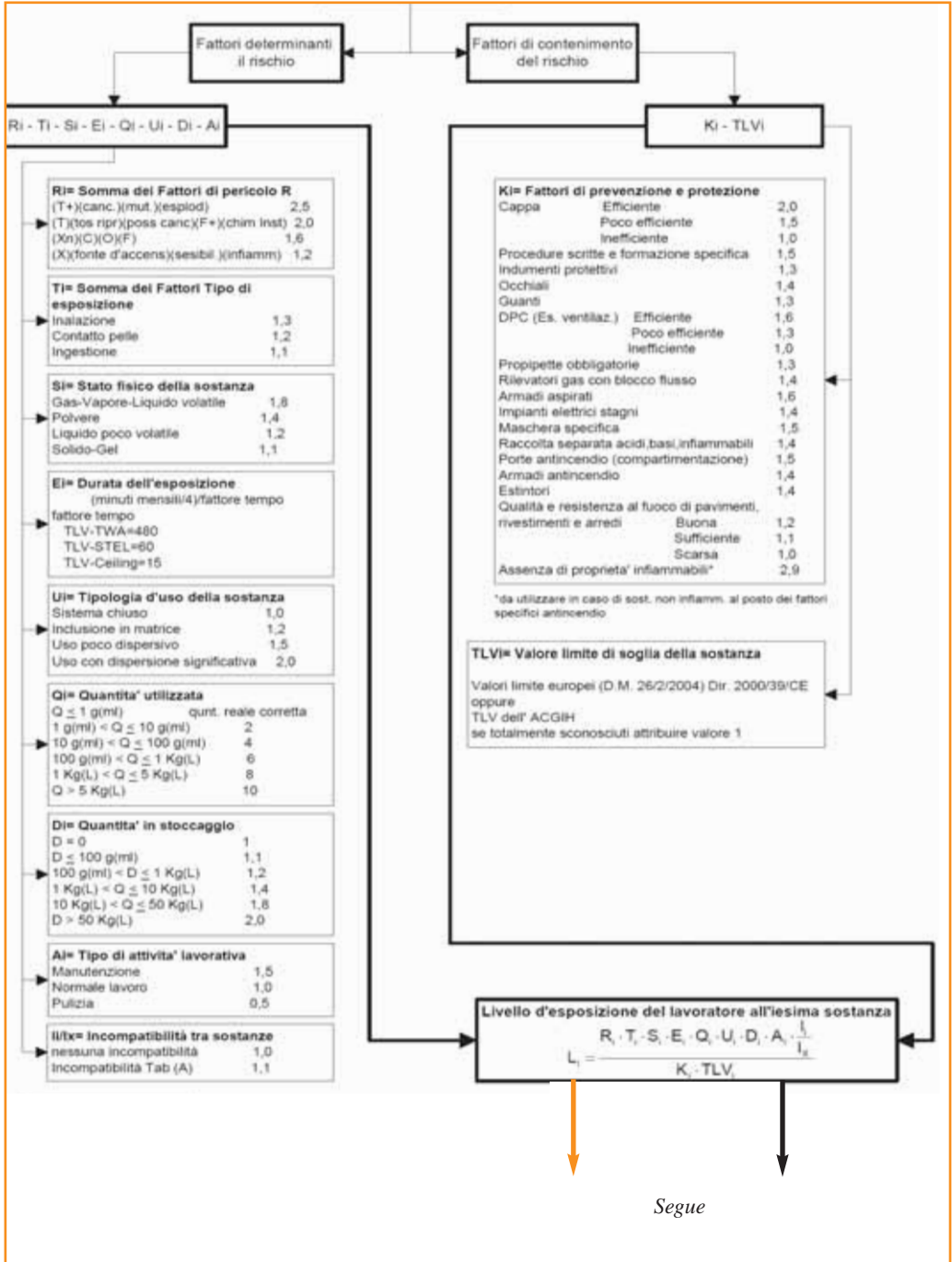
- Per quanto riguarda la possibilità di sostituzione o di riduzione degli agenti si è constatato che, trattandosi attività analitiche in cui nella maggior parte dei casi vi è l'obbligo di rispettare quanto previsto dai metodi analitici ufficiali, è molto difficile, in genere, avere la possibilità di sostituirli.
- Per il contenimento dell'esposizione è difficile ipotizzare l'uso di un sistema chiuso, come richiesto per le sostanze cancerogene o mutagene, considerata la discontinuità d'impiego delle numerosissime sostanze. Per ridurre al valore più basso tecnicamente possibile il livello di esposizione, occorrerà allora verificare l'idoneità delle attrezzature e apparecchiature, degli impianti, l'esistenza di dettagliate procedure, l'attuazione di specifici programmi di formazione, l'effettivo utilizzo sistematico delle cappe, l'uso corretto degli appropriati DPI.
- Riguardo al numero dei lavoratori che possono esser esposti, nelle attività sperimentali, in genere l'attività è affidata ad un numero prestabilito di operatori sufficiente per raggiungere le finalità previste. Per queste particolari sostanze si dovrà evitare accuratamente la possibilità d'esposizione di tutti quegli operatori non specificamente addetti.

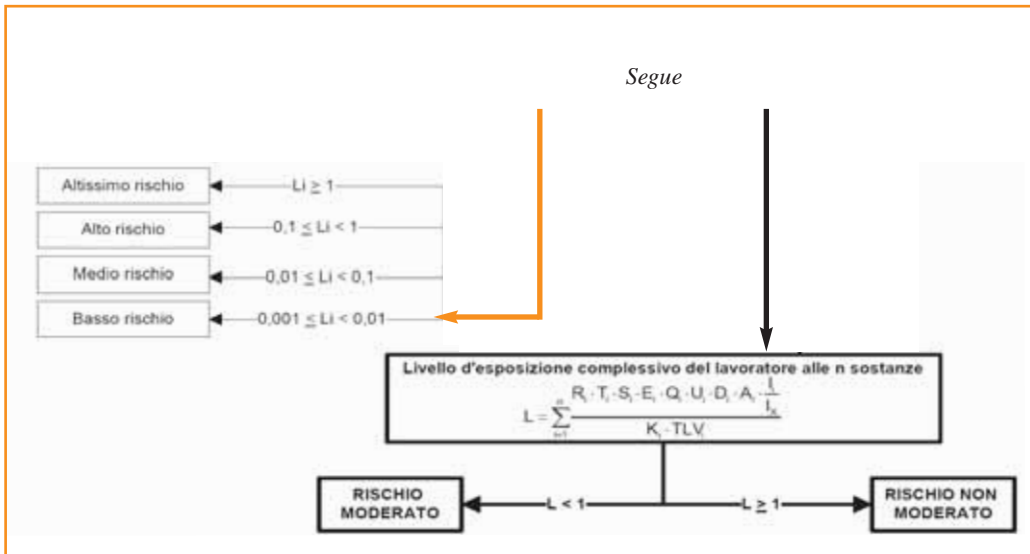


## 8.7. Lo schema logico di valutazione del rischio chimico



## 8.8. Lo schema logico di calcolo del livello d'esposizione







## 9. Il monitoraggio ambientale e biologico

### 9.1. La misurazione degli effetti sull'organismo

Il monitoraggio biologico diventa un importante strumento per la sorveglianza sanitaria e la valutazione del rischio ed è obbligatorio, secondo il decreto legislativo 626/94, per i lavoratori esposti agli agenti per i quali è stato fissato un valore limite biologico. Dei risultati di tale monitoraggio viene informato il lavoratore interessato.

Secondo l'attuale normativa l'unico agente chimico che riporta un valore limite biologico è il piombo. Sarebbe auspicabile che il monitoraggio biologico venga esteso ad altri agenti chimici per i quali Enti Internazionali abbiano fissato dei valori limite biologici (es: BEI, ACGIH).

Il monitoraggio biologico è uno strumento indispensabile per la valutazione del rischio individuale e/o di gruppo in quanto:

- valuta la somma delle dosi assorbite attraverso le varie vie (respiratoria, cutanea, gastrointestinale) e quindi è in grado di fornire una stima più realistica dell'esposizione efficace;
- valuta anche l'esposizione extralavorativa agli agenti chimici;
- valuta l'efficacia delle misure di protezione individuale.

### 9.2. Misurazione dell'agente chimico

All'articolo 72-sexies, comma 2, del D.Lgs.n. 25/02 vengono introdotte le misurazioni dell'agente chimico quale compito per il datore di lavoro che abbia classificato il rischio come superiore al moderato. A meno che non si possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di adeguati livelli di protezione il datore di lavoro effettua la misurazione:

- ogni volta che sono modificate le condizioni che possono far variare l'esposizione all'agente chimico (quantità, modalità d'uso, modifiche di tecnologie ed impianti ....)
- periodicamente per controllare l'esposizione dei lavoratori.

Le metodiche standardizzate con cui effettuare le misurazioni sono indicate nell'Allegato VIII-sexies c.2 D.Lgs.n.25/02 e sono:

METODICHE STANDARDIZZATE CON CUI EFFETTUARE LE MISURAZIONI	
UNI EN 481:1994	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse
UNI EN 482:1998	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici
UNI EN 689:1997	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione
UNI EN 838:1998	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Campionatori diffusori per la determinazione di gas e vapori. Requisiti e metodi di prova
UNI EN 1076: 1999	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Tubi di assorbimento mediante pompaggio per la determinazione di gas e vapori. Requisiti e metodi di prova.
UNI EN 1231: 1999	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Sistemi di misurazione di breve durata con tubi di rivelazione. Requisiti e metodi di prova.
UNI EN 1232: 1999	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Pompe per il campionamento personale di agenti chimici. Requisiti e metodi di prova.
UNI EN 1540: 2001	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Terminologia
UNI EN 12919: 2001	Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Pompe per il campionamento di agenti chimici con portate maggiori di 5 L/min. requisiti e metodi di prova.

Altresì il comma 2 dell'articolo 72-sexies indica che le misurazioni vanno effettuate "...per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio - temporali " quindi il campionamento deve essere svolto per tempi ampi e significativi dell'esposizione e in tutte le fasi espositive degli addetti (tendenzialmente l'intero turno di lavoro) e anche negli spostamenti all'interno dei luoghi di lavoro.

La rappresentatività nelle misure ambientali delle aree di lavoro (laboratori) evidenzia una evidente criticità metodologica che merita il necessario approfondimento avendo come punto di partenza le norme UNI EN 482:1998 e UNI EN 689:1997. Infatti l'esposizione dipende da una molteplicità di fenomeni, spesso casuali, ed è caratterizzata da variabili anche discontinue nello spazio e nel tempo. Tali caratteristiche implicano la necessità di ricorrere ad un approccio metodologico di tipo statistico come unica possibilità di rappresentare il fenomeno.

Le misurazioni dell'agente chimico non sono da considerare obbligatorie per la valutazione del rischio, e la loro obbligatorietà si verifica quando il datore di lavoro ha classificato il rischio come superiore al moderato, tuttavia si deve sottolineare che in linea prettamente giuridica, un tassativo obbligo a misurare l'esposizione ad agente chimico non permane nemmeno nelle situazioni al di sopra del rischio moderato, a condizione che il datore di lavoro dimostri, in concreto e in modo incontrovertibile, il conseguimento e il mantenimento di un accettabile livello di prevenzione e protezione per i lavoratori dall'esposizione ad agenti chimici.

In conclusione un corretto approccio prevede che le misurazioni dell'agente chimico vadano effettuate successivamente alla predisposizione dei miglioramenti delle misure di prevenzione e protezione. In questo contesto le misurazioni sono la tappa finale di verifica di un processo di riduzione del rischio e del mantenimento in essere nel tempo delle condizioni che hanno portato a tale riduzione (misurazioni periodiche).





## 10. Verifica della significatività del metodo

### 10.1. Definizione e analisi dei fattori di incertezza

Esistono tre generiche fonti di incertezza in questa analisi del rischio chimico:

- L'incertezza dovuta al modello;
- L'incertezza dovuta ai dati;
- L'incertezza dovuta alla qualità generale dell'analisi.

L'incertezza sulla modellazione è legata alla debolezza, alle semplificazioni e alle forzature intrinseche e rappresenta una misura del grado con cui il modello fallisce nella rappresentazione esatta della realtà.

L'incertezza nei parametri di input al modello, quali schede di rilevazioni delle informazioni o check list di controllo, è dovuta alla incompletezza dei dati disponibili, ad errori nella compilazione, o a lacune di conoscenze degli operatori.

L'incertezza derivante dalla qualità dell'analisi generale coinvolge due aspetti dell'analisi che sono la completezza e l'eshaustività con la quale vengono considerate tutte le possibili cause e pericoli.

Innanzitutto non è possibile per colui che effettua la "valutazione", considerare tutti i possibili eventi, inoltre dal notevole numero di quelli che comunque si riescono ad identificare, l'analista è chiamato a individuarne un set rappresentativo per la prosecuzione della valutazione, impossibile o troppo onerosa da effettuare sull'intero set di "scenari" possibili. In questo caso l'incertezza sulla valutazione effettuata scaturisce dal contributo di rischio (ignorato) dovuto agli eventi esclusi. Finora la maggior attenzione è stata riservata all'incertezza sui dati piuttosto che sulla qualità dei modelli o delle stime, in quanto sono disponibili metodologie matematiche collaudate per l'analisi quantitativa di queste incertezze. Per avere un controllo dell'incertezza relativa ai modelli e della qualità delle stime, in assenza di metodologie quantitative, si ricorre a studi di sensitività o al controllo di qualità nell'applicazione delle tecniche di analisi (adottando ad esempio metodiche standardizzate).

### 10.2. Validazione del metodo

Per ricercare elementi di validazione all'applicazione dell'algoritmo e poter ottenere, sia pure approssimativamente, indicazioni sulla reale esposizione, possono essere elaborate delle ipotesi di calcolo prendendo in considerazione alcune del-

le sostanze liquide utilizzate in laboratorio che presentano caratteristiche chimico-fisiche utili all'elaborazione di un modello di diffusione nella specifica struttura analizzata.

Si può ipotizzare di utilizzare ciascuna di queste sostanze direttamente sul banco di lavoro (senza la cappa) con una superficie libera di 10 cm di diametro (un beaker), a 20°C.

Posto che nel laboratorio in esame è presente un sistema di ricambio d'aria pari a 6 V/h, si è considerato un tempo pari a 10 minuti corrispondente ad un totale ricambio; in questo periodo si è ipotizzato che il volume di un litro di sostanza presa in esame, al di sopra del pelo libero del liquido, raggiunga la saturazione corrispondente alla sua tensione di vapore e diffonda nell'ambiente circostante. Questo ambiente, per tener conto del maggior gradiente di concentrazione nell'intorno della superficie di emissione, si è considerato limitato a 10 m<sup>3</sup>. Le ipotesi così formulate consentono di prevedere la concentrazione della sostanza in esame all'interno di quel volume di 10 m<sup>3</sup> (questi calcoli non tengono volutamente conto, però, della presenza dei sistemi di protezione che, nella realtà operativa, devono essere – e sono – rigorosamente utilizzati). Dalla procedura citata dovrebbe emergere che la concentrazione delle sostanze esaminate, nel volume d'aria considerate, è nettamente inferiore al rispettivo TLV con un determinato fattore di sicurezza (rapporto tra TLV e concentrazione stimata), non tenendo conto, come detto, dei mezzi e sistemi di sicurezza e d'igiene obbligatori. Considerando il minimo fattore di sicurezza ottenuto, il confronto nella medesima sostanza tra il valore  $L_i$  dato dall'algoritmo e quello ricavato con il modello di diffusione dovrebbe permettere di estrapolare le conclusioni positive a tutte le sostanze chimiche prese in considerazione.

Pertanto, si dovrebbe concludere – ad esclusione degli agenti cancerogeni o mutageni – che, pur in assenza della definizione di “rischio moderato”, in considerazione degli studi e delle proposte in merito presentate anche dal Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali<sup>12</sup> nonché dalle Associazioni interessate alla materia (che si basano, per la definizione di rischio moderato, su valori compresi tra 1/3 e 1/4 del TLV), la situazione di rischio nella struttura esaminata dovrebbe rientrare nei limiti definibili come rischio moderato. Per quanto riguarda, infine, gli agenti cancerogeni o mutageni, si potrebbe affermare che nel caso specifico, in considerazione del modello di diffusione sopraindicato e dei valori risultanti dalla procedura di valutazione dell'esposizione (tenendo conto delle reali modalità d'impiego e dei sistemi di protezione posti in atto), le concentrazioni a cui possono essere esposti gli addetti ai laboratori presi in esame potrebbero risultare comunque molto basse.

Ulteriori elementi di validazione possono essere ricavati effettuando misure ambientali e biologiche condotte sulle basi di quanto riportato nel Capitolo 9.

---

<sup>12</sup> Manuale informativo per le piccole e medie imprese e l'artigianato sul D.Lgs. 25/2002. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.

## 11. La sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria viene effettuata in base al rischio specifico valutato per ogni singolo lavoratore. Nel D.Lgs.n. 25/02, art. 72 ter, comma f, è definita come “*la valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell’esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro*” e cioè in funzione del rischio specifico compiutamente valutato per ogni singolo lavoratore.

Se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione alle variabili considerate (tipo dell’agente chimico pericoloso, quantità, modalità d’impiego, misure generali di prevenzione e protezione adottate, ecc.) ci si trova al di sopra della soglia del rischio moderato, la sorveglianza sanitaria è obbligatoria, mentre non lo è se si rimane al di sotto di tale soglia, esclusi i casi non abrogati dal D.Lgs.n. 25/02 (voci 50,51, 52, 53 di cui all’allegato dell’art 33, DPR 303/56). Non vige più l’obbligo in ogni caso di visita medica secondo le scadenze (trimestrali, semestrali, ecc.), così come fissate dal DPR 303/56, indipendentemente dal livello di rischio e cioè in base alla sola presenza dell’agente tabellato nel ciclo lavorativo.

La sorveglianza trae la sua definizione (protocollo sanitario, periodicità di visita, ecc.) e la motivazione, dal processo di analisi dei rischi, ma può anche costituire un utile elemento, per confermare i risultati della valutazione dei rischi, o evidenziare la necessità di una sua revisione.

Un elemento di criticità è rappresentato dall’esclusione dalla sorveglianza sanitaria di gruppi particolari di lavoratori (ad es. ipersuscettibilità individuale) che determinerebbe la perdita di un importante elemento valutativo. Il rischio è infatti definito come possibilità, o meglio probabilità, che in un certo individuo o gruppo di individui si verifichi un effetto avverso, a seguito dell’esposizione ad una determinata concentrazione di sostanza. Quindi una stima razionale del rischio deve tener conto non solo della dose (esposizione), ma anche del meccanismo di azione dell’agente chimico e della ipersuscettibilità individuale (su base immuno-allergica o metabolica, sia genetica che acquisita, valutando preesistenti patologie, abitudini voluttuarie o dietetiche).

Occorre inoltre considerare che:

- a) l’esposizione a concentrazioni di fattori di rischio professionali molto al di sotto dei valori limite (implicito nella definizione di *TLV* - Threshold Limit Value) non è da considerarsi sempre sicura (non conosciamo, se non in rari

- casi, l'effetto sull'uomo dell'esposizione professionale a basse o bassissime concentrazioni di agenti lesivi);
- b) non si conosce l'effetto dell'interazione tra più agenti di rischio (ad es. diversi composti possono condividere la stessa via metabolica, determinando alterazioni dei processi di detossificazione);
  - c) non si dispone per le basse esposizioni di indicatori di effetto affidabili;
  - d) nel caso di esposizione, a dosi anche molto moderate, a cancerogeni genotossici, l'evidenza suggerisce che si possono avere incrementi modesti, ma statisticamente significativi, della probabilità di un effetto (ad es. esposti a fumo passivo);
  - e) lo stesso discorso vale per le sostanze a meccanismo immuno-allergico che, anche per esposizioni praticamente irrilevanti, possono determinare manifestazioni di risposta.

A questo riguardo deve essere sottolineata la posizione assunta dalla Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale nelle recenti Linee guida, nelle quali si sostiene la legittimazione della sorveglianza sanitaria anche in presenza di rischio moderato (Linee guida per la formazione continua e l'accreditamento del medico del lavoro. La sorveglianza sanitaria. Pavia, 2003). Tale formale legittimazione può essere ricondotta ai seguenti articoli:

- l'art 3. comma 1, lettera l, del D.Lgs.n. 626/94, che, fra le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, prevede il "controllo sanitario dei lavoratori in funzione del rischio". Tale "misura generale di tutela" pertanto può legittimamente superare lo specifico dettato dell'art 72-decies;
- l'art. 4, comma 1, del D.Lgs.n. 626/94, così come recentemente modificato dall'art. 21 della Legge 39 del 01/03/02 riporta: "Il datore di lavoro, in relazione alla natura dell'attività dell'azienda ovvero dell'unità produttiva, valuta tutti i rischi per la sicurezza e per la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari, anche nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro". Il lavoratore potrebbe non essere visitato per altri rischi, perdendo la garanzia di essere tutelato (condizioni di ipersuscettibilità: dermatopatie, quadro ematologico, ecc).

La sorveglianza sanitaria, in base al D.Lgs.n. 25 del 2002, deve essere effettuata:

- a) prima di adibire il lavoratore alla mansione che comporta esposizione;
- b) periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei 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 (previsto sino ad ora solo per i professionalmente esposti a radiazioni ionizzanti). Si ritiene che la visita di fine rapporto debba essere effettuata anche per gli esposti ad agenti cancerogeni e mutageni (Titolo VII del D.Lgs.n. 626/94). In tale occasione il medico compe-

tente deve evidenziare le condizioni cliniche del lavoratore (tenendo sempre presente che deve essere rispettato il comma 4 dell'art 72-decies, relativo ad accertamenti a basso rischio) e deve fornire al lavoratore le eventuali indicazioni relative alle prescrizioni mediche da osservare (ad es. necessità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell'esposizione).

La sorveglianza sanitaria negli esposti ad agenti chimici comprende esami clinici e biologici ed indagini diagnostiche mirate al rischio (D.Lgs 626/94, art.16, c.3). Il decreto 25/02 aggiunge che gli accertamenti sanitari devono essere a basso rischio per il lavoratore (art. 72 decies c.4).

Il datore di lavoro su parere del medico competente, adotta misure preventive e protettive particolari per singoli lavoratori sulla base delle risultanze degli esami clinici e biologici. Le misure adottate possono comprendere l'allontanamento del lavoratore ex art. 8 D.Lgs 277/91 (art. 72 decies, c. 5).

Nel caso in cui, all'atto della sorveglianza sanitaria, si evidenzi 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, o il superamento di un valore limite biologico, il medico competente informa individualmente i lavoratori interessati ed il datore di lavoro. Quest'ultimo deve quindi (D.Lgs 626/94, art.72 decies, c. 6 e 7):

- a) sottoporre a revisione la valutazione dei rischi
- b) controllare le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi
- c) tenere conto del parere del medico competente nell'attuazione delle disposizioni necessarie per eliminare o ridurre il rischio
- d) prendere le misure necessarie affinché sia effettuata una visita medica straordinaria per tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile.

Il medico competente istituisce ed aggiorna una cartella sanitaria, e di rischio, custodita presso l'azienda (art. 72-undecies), o l'unità produttiva, e fornisce al lavoratore interessato tutte le informazioni previste. Nella cartella di rischio sono, tra l'altro, indicati i livelli di esposizione professionale individuali, forniti dal Servizio di Prevenzione e Protezione. In caso di cessazione del rapporto di lavoro, le cartelle sanitarie e di rischio sono trasmesse all'ISPESL (nota dell'Istituto n. 2260 del 3 marzo 2003). Si sottolinea che l'inosservanza di tale obbligo è sanzionata, per il medico competente in base all'art. 92, comma 1, lettera a, del D.Lgs.n. 626/94, così come integrate dal D.Lgs.n. 25/02 e successive modifiche ed integrazioni.

Uno dei problemi più scottanti, che si presentano durante l'effettuazione della sorveglianza sanitaria, riguarda la definizione del protocollo sanitario, in particolare per quanto concerne l'esecuzione di indagini integrative, finalizzate alla diagnosi precoce nei lavoratori esposti. Gli accertamenti sanitari devono essere di basso rischio per i lavoratori e deve essere previsto un monitoraggio biologico, in caso di esposizione ad agenti per i quali è fissato un valore limite di indicatore biologico.



## 12. Conclusioni

Una delle principali finalità che questa linea guida si prefigge di raggiungere è quella di offrire un contributo alla prevenzione e protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici durante il lavoro.

Questo volume è stato preparato sulla base delle caratteristiche organizzative dei laboratori del Sistema italiano delle Agenzie di Protezione dell'Ambiente ma potrebbe essere utile per analoghe organizzazioni quali laboratori di ricerca universitari, laboratori didattici delle scuole, laboratori di controllo di Enti pubblici quali quelli delle Dogane, della Repressione e Frodi, degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali, delle strutture sanitarie, laboratori di analisi a servizio di industrie e laboratori privati di analisi.

I punti cardine di questo documento sono rappresentati da tre principali argomenti:

- 1) identificare e rappresentare in modo pragmatico tutti gli elementi che contribuiscono a quantificare il rischio chimico nei laboratori di analisi;
- 2) calcolare l'indice di rischio;
- 3) identificare e pianificare interventi nelle attività di laboratorio che riducano il rischio e migliorino le condizioni di sicurezza degli operatori esposti.

La numerosa legislazione italiana ed europea insieme all'accresciuto interesse sull'argomento in questione ha contribuito a sviluppare una nuova "*cultura della sicurezza*" nei laboratori del Sistema Agenziale dove sono utilizzati ma anche generati numerosi agenti chimici. Questa nuova cultura passa attraverso una valutazione più attenta e profonda, sotto il profilo della sicurezza, della "*pianificazione del metodo analitico (prova)*". Nei nostri laboratori tale pianificazione risulta favorita dal fatto che i metodi di prova sono divenuti, attraverso la specifica formazione, procedure operative standard.

La linea guida fornisce un metodo per l'individuazione dei soggetti esposti con una definizione del livello di esposizione, costituendo quindi uno strumento di lavoro valido per tutte le Agenzie di Protezione dell'Ambiente. La procedura di valutazione proposta è basata sull'uso di un modello di calcolo con il quale sono confrontati gli elementi che determinano il rischio di esposizione ad agenti chimici con tutti gli aspetti utilizzati per contenerlo. Una metodologia basata su indicatori che tengono pragmaticamente conto di tutti i rischi non riferiti esclusivamente all'agente chimico ma dando un peso importante agli effetti dei rischi sul-

l'individuo esposto. Questo consente non solo di comparare i risultati ottenuti dando una graduatoria di valori che rispecchiano la pericolosità specifica a cui è esposto il singolo lavoratore, ma anche di individuare il livello d'esposizione di ogni lavoratore ad ogni singola sostanza, in modo tale da isolare dal calcolo il lavoratore che, per tipo di attività e per uso della sostanza in questione, raggiunge livelli di esposizione tale da considerare il rischio complessivo *moderato*, ma ad *Alto Rischio*, per la sostanza in questione.

Attraverso un benchmark interno, abbiamo cercato di dare alle attuali non omogenee e a volte frammentate metodologie di valutazione del rischio chimico, una *coerenza interna di sistema*. Non è stata una ricerca di una forzosa omogeneizzazione perché pensiamo che ogni Agenzia possa continuare a mantenere le proprie specificità storico-culturali. Però avere una linea guida condivisa rafforza il Sistema e lo rende più visibile, efficace e quindi anche capace di costruire rapporti, alleanze e cooperazioni con l'esterno. Non si è trattato, in sostanza, di un momento di chiusura autoreferenziale o di irrigidimento identitario ma, al contrario, una maniera di rendersi interlocutori credibili, trasparenti e disponibili al confronto e all'incontro.

In questo senso abbiamo voluto abbracciare una *definizione neutrale* del rischio non considerando esclusivamente l'esposizione agli eventi negativi ma anche alle possibili conseguenze positive che noi indichiamo come opportunità di miglioramento.

Questo libro costituisce anche una raccomandazione forte per gli operatori di laboratorio ad esercitare tutte le attività pianificando ed eseguendo le procedure analitiche in modo *prudente* e sicuro per sé e per tutto il personale. La prudenza è risultata la parola chiave nella nostra pratica della sicurezza e agli operatori è richiesta una continua attenzione ed educazione al comportamento sicuro.

Infatti, l'educazione alla sicurezza e le buone pratiche giocano un ruolo importante in tutte le attività di laboratorio e nei processi di supporto a queste attività. Essi dovrebbero essere consapevolmente insegnati e comunicati agli operatori di laboratorio sin dalle loro prime esperienze analitiche. Fin dalle scuole dell'obbligo i giovani dovrebbero essere coinvolti nella valutazione delle possibili implicazioni e dei rischi insiti nella conduzione di una analisi di laboratorio imparando che questa è una parte di cui è fatta la scienza. Se queste indicazioni sono impartite sin dall'inizio la partecipazione alla cultura della sicurezza sarà naturale e indolore se questi insegnamenti non sono proseguiti nelle scuole superiori fino al primo impiego la "*rieducazione*" potrebbe essere difficile, costosa e sotto certi aspetti può essere una iniziativa pericolosa perché può portare a pregiudizi che potrebbero condurre a errate conclusioni.

Un altro importante ruolo nella trattazione del rischio di esposizione ad agenti chimici, è rivestito dalle caratteristiche strutturali dell'edificio dove è sito il laboratorio. Infatti sebbene un edificio qualsiasi può essere convertito abbastanza fa-



cilmente per altre attività, le particolari necessità di un laboratorio chimico richiedono, nella migliore delle ipotesi, che l'edificio sia progettato unicamente a questo scopo. Pensiamo, solo per citare alcuni esempi, agli impianti di ventilazione, dei gas tecnici (bombole), dei gas di emissione in atmosfera dalle cappe, ai servizi igienici e ai sistemi di emergenza, agli stoccaggi dei campioni e delle sostanze chimiche, agli impianti elettrici, alle installazioni speciali legate alle variegate necessità strumentali.

Ci piacerebbe anche lanciare, ai responsabili istituzionali, un messaggio forte per la promozione del cambiamento organizzativo in modo da consentire una sempre maggiore armonizzazione delle risposte a quanto indicato e imposto dalle direttive europee sul tema in questione.

La capacità di perseguire il miglioramento del benessere organizzativo nelle sue molteplici componenti e sfaccettature, con un'attenzione sempre maggiore e competente ai rischi "tradizionali" ma guardando anche ai cosiddetti rischi "emergenti", rappresenta un aspetto determinante per lo sviluppo dell'efficacia organizzativa, in grado di influenzare positivamente la capacità del Sistema Agenziale di Protezione dell'Ambiente di adattarsi ai mutamenti del contesto di riferimento.

Quando abbiamo completato questa linea guida ci siamo accorti di esserci dilungati attorno al tema specifico della valutazione del rischio all'esposizione ad agenti chimici. Ci è sembrato riduttivo descrivere e circoscrivere tutto in una formula matematica perché avremmo finito per condannare ogni concetto che non si fosse tradotto in una misura. Sotto questo punto di vista la scienza quantistica ci sembra la più avanzata matematicamente e la più arretrata umanamente apparendo sempre più incapace di considerare ciò che non è quantificabile, cioè le passioni e i bisogni umani. Perché non bisogna mai dimenticare che la chiave ultima per un luogo di lavoro *più sicuro* dipende dall'atteggiamento e dal comportamento individuale del lavoratore.

C'è infine un altro messaggio che vorremmo lasciare ai lettori interessati di questo libro e non, perché confrontandoci su questi argomenti abbiamo dovuto più volte pensare e ripensare, percorrere e rivisitare, studiare e riesaminare quelle attività di laboratorio che, per anni, abbiamo svolto o abbiamo creduto di svolgere *bene*.

Ecco, citando una frase di De Mairena, vorremmo dirvi che bisogna insegnare a ripensare il pensiero, a de-sapere ciò che si sa e a dubitare del proprio stesso dubbio, il che è l'unico modo di cominciare a credere in qualcosa.



---

## Bibliografia

### Articolo pubblicato in una rivista

- “Due esempi di confronto interni al Sistema Agenziale”, *IdeAmbiente*, Anno 2, n° 13 Giugno 2005
- “Eliminazione e sostituzione di sostanze pericolose”, *FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro*, n° 34;
- “Introduzione alle sostanze pericolose nel luogo di lavoro”, *FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro*, n° 33;
- “La diffusione di informazioni in materia di sostanza pericolose”, *FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro*, n° 35;
- “La valutazione del rischio da agenti chimici: approccio storico”, *Giornale degli igienisti industriali*, vol. 28 n° 1, gennaio 2003;
- “Attività dei laboratori di ricerca e didattici: valutazione del rischio per l’impiego di agenti chimici pericolosi”, *Fogli d’Informazione – Agenzia di stampa e informazione dell’ISPESL*, n°2/2005
- “Esposizione ad agenti chimici pericolosi nell’area sanitaria”, *Fogli d’Informazione – Agenzia di stampa e informazione dell’ISPESL*, n°2/2005

### Memoria di un congresso

- Cabella R., “*Stato dell’arte sulla valutazione del rischio chimico e sulla formazione in materia*”, seminario su: La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Cottica D., “*La definizione di soggetto esposto: un problema aperto*”, Convegno Nazionale, La prevenzione del rischio cancerogeno nei luoghi di lavoro, Pisa, 20-22 febbraio 2003;
- Covoni C., “*Il D.Lgs.n. 25/02*”, seminario su: La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Filardo G., “*Sostanze Pericolose – Etichettatura*”, Seminario su -analisi dei rischi da incidente rilevante, Palermo, Febbraio 2006
- Finotto G., Zingales A., “*Laboratori di ricerca ed analisi: valutazione del rischio chimico ed applicazione del d.Lgs.n. 2/2/2002, n.25*”, XI congresso nazionale dei dottori chimici d’Italia, Torino 3, 4 ottobre 2002;

- Gtisafi F., “*Definizione ed analisi dei fattori di incertezza*” Seminario su -analisi dei rischi da incidente rilevante, Palermo, Febbraio 2006
- Marchesini B., Bernardelli S., Grifa I., Mele S., Marchetto G., Nicotra G., Passeri G., “*un’esperienza di valutazione di merito delle valutazioni del rischio chimico di cui al titolo vii-bis del d.Lgs.n. 626/94*”, seminario su: La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Mazzoli M., “*D.L 626/94 - Titolo VII bis, Rischio moderato, Parametri ed orientamenti nella pratica aziendale*”, seminario, La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Moccaldi R., “*Le problematiche applicative delle normative sugli agenti chimici pericolosi e sugli agenti cancerogeni negli ambienti della ricerca*”, seminario, La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Mortera G., “*Gestione del rischio chimico con risorse esterne all’azienda*”, seminario, La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;
- Pizzoli F., “*Esperienza CIBA nell’ambito della valutazione del rischio chimico*”, seminario, La valutazione del rischio da agenti chimici a due anni dal recepimento della Direttiva 98/24/CE, CNR Bologna, 9 Novembre 2004;

### **Altri documenti**

- AIDII, Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali per l’igiene industriale e per l’ambiente, G. IG. IND. - suppl. vol. 29 - n.1 - gennaio 2004
- ACGIH 2004, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Valori limite di soglia. Giornale degli Igienisti Industriali, Supplemento al volume 30, 1 gennaio 2005
- Alberghini V., “*Il supporto del tecnico valutatore all’attività del medico competente*”;
- Albonetti A. et al, Regione Emilia Romagna (Assessorato alla Sanità), “*linee guida operative ad uso degli SPSAL per la vigilanza e il controllo sull’applicazione del titolo VII bis del D.Lgs.n. 626/94 -protezione da agenti chimici-*”
- Albonetti A. et al, Regione Emilia Romagna (Assessorato alla Sanità), “*linee guida per l’applicazione del D.Lgs.n. 25/02, Prime indicazioni applicative in merito a: campo d’applicazione, definizioni, valutazione dei rischi, documento e autocertificazione, misurazioni, sorveglianza sanitaria*”, 18 Luglio 2002
- Bevilacqua V., “*Valutazione del rischio chimico con o senza l’applicazione di algoritmi*”
- CHEOPE, Chemical Exposure Operatine Evaluation -Ambiente Lavoro- “*metodologia per la valutazione preliminare dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori derivanti dalla presenza di agenti chimici pericolosi*”;

- 
- Comm. Haz. Subst., “*Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*”, Washington, D.C., 1995
  - Comm. Haz. Subst., “*Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*”, Washington, D.C., 1983
  - Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, “*Titolo VII D.Lgs.n. 626/94: Protezione da agenti cancerogeni e/o mutageni*”, Linee guida, 2002;
  - Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, “*Titolo VII bis D.Lgs.n. 626/94: Protezione da agenti chimici*”, Linee guida;
  - Curini R., “*Valutazione del rischio in un laboratorio chimico*”, Università La Sapienza, Roma;
  - Decreto Legislativo 25, del 25 febbraio 2002. Attuazione della Direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro. Gazzetta Ufficiale 57, dell’8 marzo 2002, Supplemento Ordinario 40; rettifica Gazzetta Ufficiale 83, del 9 aprile 2002
  - Decreto Legislativo 626, del 19 settembre 1994 e sue modifiche ed integrazioni
  - Decreto Legislativo 66, del 25 febbraio 2000. Gazzetta Ufficiale 70, del 24 marzo 2000
  - Decreto Ministeriale 363, del 5 agosto 1998. Ministero dell’Università e della Ricerca scientifica e tecnologica.
  - Decreto Ministeriale 26 febbraio 2004. Definizione lista valori limite di esposizione professionale agli agenti chimici come stabiliti dalla Direttiva 2000/39/CE. Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali
  - “Five steps to risk assessment”, *HSE Health and Safety Executive*;
  - Galatola E., Tazzioli R., Colombo S., “*Il monitoraggio degli agenti pericolosi nell’ambiente di lavoro, La Metodologia MICERINO, Metodo Integrato per il Calcolo delle Esposizioni e dei Rischi Individuali e Operativi*”
  - Galatola E., Tazzioli R., Vignola G., Colombo S., “*La valutazione dei rischi di esposizione ad agenti chimici secondo il D.Lgs.n. 25/02*”;
  - Galimberti V., “*D.P.I. e D.Lgs.n. 25/02*” articolo estratto dal Dossier Ambiente n. 58 “Agenti Chimici”;
  - Gruppo di lavoro “Rischio Chimico” Regione Piemonte (Assessorato alla Sanità), in collaborazione con: Dipartimento di Traumatologia, Ortopedia e Medicina del Lavoro (Università di Torino) ARPA Piemonte, Dipartimento di Scienze Biomediche e Oncologia Umana (Università di Torino) Dipartimento di Scienze dei Materiali ed Ingegneria Chimica (Politecnico di Torino), “*Modello applicativo per la valutazione del rischio chimico*”;
  - HSE (Health and Safety Executive), *COSHH –Control Of Substances Hazardous to Health*, fifth edition 2005
-

- ISPESL istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro “*linee guida per la valutazione del rischio*” D.Lgs.n. 626/94 applicazione alle strutture del s.s.n.;
- ISPESL, Istituto Superiore Prevenzione E Sicurezza Lavoro, Dipartimento Documentazione, Informazione e Formazione, “*Il Rischio Chimico*”, Pellici M.
- La tutela della salute negli ambienti di lavoro, “*La valutazione dei rischi*”;
- Libro Bianco, *Strategia per una politica futura in materia di sostanze chimiche*, Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles, 27.2.2001, COM (2001) 88 definitivo.
- Manuale informativo per le piccole e medie imprese e l’artigianato sul D.Lgs.n. 25/2002. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
- Porreca G., “*Linee guida al titolo VII bis del D.Lgs.n. 626/94*”, 8 Aprile 2005;
- Regioni Emilia Romagna, Toscana, Lombardia, Veneto, Marche e Piemonte “*Modello di valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi per la salute ad uso delle piccole e medie imprese (Titolo VII bis D.Lgs.n. 626/94)*”;
- Regione Toscana, “*Criterio di valutazione del rischio chimico*”;
- Renso M. et al, Regione Veneto, Direzione Regionale per la Prevenzione, “*Linee guida regionali per l’applicazione del D.Lgs.n. 25/2002, rischio chimico nei luoghi di lavoro*”, Luglio 2004;
- Serra R., “*La valutazione del rischio chimico alla luce dei nuovi limiti di esposizione introdotti nell’Allegato VIII-ter del D.Lgs.n. 626/94: l’esperienza dell’Ateneo bolognese*”;
- “*The practical prevention of risks from dangerous substances at work*”, *European Week for Safety and Health at Work 2003*;
- Università Cà Foscari, Servizio Prevenzione e Protezione, “*Sostanze chimiche incompatibili*”, Fiotto G.
- Università degli studi di Firenze, ufficio ambiente e sicurezza, Servizio di Prevenzione e Protezione di Ateneo, “*Sicurezza nei laboratori chimici*”, Carriero V., Cambi S., Salvatori A., Martini L., Firenze, Maggio 2001.
- Università degli studi di Milano, Centro Interdipartimentale di Ricerca per la Caratterizzazione del Rischio Tossicologico, “*La Valutazione del Rischio Tossicologico*”, Milano, 15 Novembre 2005.
- Università degli studi di Palermo, “*Sicurezza e Salute nell’Ateneo, Manuale Informativo sui Rischi Lavorativi ai sensi del D.Lgs.n. 626/94 e successive modifiche*”, Palermo, Giugno 2004
- Università degli studi di Padova, Servizio di Prevenzione e Protezione dell’Azienda Ospedaliera, “*Manuale della sicurezza nei laboratori di ricerca*”, Maria Letizia Gabriele, Raffaele Polato.
- Valente T., “*Il Decreto Legislativo 2 febbraio 2002 n° 25*”;







