



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Linee guida per la valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni

Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro”



MANUALI E LINEE GUIDA

Informazioni legali

ISPRA ed il sistema delle Agenzie ambientali ARPA-APPA 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.

ISPRA
**Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale**
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 Roma
Tel. (+39) 06 50071
Fax (+39) 06 5007 2916

**Elaborazioni software
e collaborazione esterna**
Ing. Antonino PANEPINTO

**Elaborazione software rischio
agenti cancerogeni e mutageni**
Ing. Giovanni MOTTA (ARPA Basilicata)

© ISPRA

ISBN: 978-88-448-0504-3

Riproduzione autorizzata
citando la fonte

Elaborazione grafica
ISPRA

Grafica di copertina
Franco IOZZOLI

Impaginazione
PIERRESTAMPA

Stampa
SERISTAMPA
Palermo

2ª edizione
Gennaio 2011

Un doveroso ringraziamento alla prof.ssa Lory Santarelli, responsabile della medicina del lavoro dell'Università Politecnica delle Marche, per il confronto sul calcolo degli indici di rischio.

Una citazione particolare per i colleghi rappresentanti della Environment Agency (England) e della Scottish Environmental Protection Agency (SEPA), dipartimento di Edimburgo (Riccarton), che ci ha ospitato per un meeting sul tema.

Un meritato riconoscimento a Luigi Archetti che ci ha guidati nella stesura della prima versione della linea guida (2005) e a Gilberto Cioci di ARPA Marche che ha collaborato alla prima stesura.

La strumentazione d'epoca riportata nella immagini è custodita presso la Struttura Territoriale ARPA Sicilia di Palermo.

Introduzione

Questo volume, frutto della collaborazione tra l'Università Politecnica delle Marche, la Environment Agency (England), la Scottish Environmental Protection Agency (SEPA), l'ARPA Basilicata, l'ARPA Emilia Romagna, l'ARPA Liguria, l'ARPA Piemonte, l'ARPA Campania, l'ARPA Marche, l'ARPA Sicilia con il ruolo di Agenzia capofila ed il coordinamento del Centro Interagenziale "Igiene e Sicurezza del Lavoro" di ISPRA, rappresenta un prodotto particolarmente atteso dal mondo delle Agenzie Ambientali italiane che, pur non pretendendo di fornire soluzioni preconfezionate, persegue l'obiettivo di costituire un insieme di buone pratiche e tecniche per affrontare casi concreti che potrebbero effettivamente prospettarsi nell'ambito della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori operanti nelle Agenzie Ambientali medesime.

Queste "Linee guida" contengono l'aggiornamento alle nuove disposizioni discendenti dall'entrata in vigore del D.Lgs. 81/2008 della precedente Linea guida del 2005-2006 e presentano uno strumento predisposto per il calcolo dell'indice di rischio, attraverso l'utilizzo di semplici strumenti informatici, permettendo così di effettuare la valutazione del rischio chimico a partire dall'identificazione delle diverse sostanze, dalle loro caratteristiche di pericolosità, dalle quantità e del tempo in uso nonché dalle modalità d'uso.

Si tratta di un contributo importante in materia di tutela della salute e della sicurezza degli operatori delle Agenzie di Protezione Ambientale che rappresenta la concreta attuazione di un lavoro comune volontariamente intrapreso dalle Agenzie Ambientali per adempiere nel miglior modo possibile ai compiti istituzionali di tutela dei lavoratori e che si connota come strumento originale di attuazione delle strategie del Progetto Salute e Sicurezza nel Sistema delle Agenzie Ambientali secondo un profilo di eccellenze tecniche e procedurali organizzate in un modello interdisciplinare innovativo a rete, che non ha analogie nella P.A.

*Il Commissario Straordinario
di ARPA Sicilia
ing. Salvatore Cocina*

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

Vincenzo INFANTINO (ARPA Sicilia)

Coordinamento

Vincenzo INFANTINO (ARPA Sicilia)

Domenico PULEO (ARPA Sicilia)

Tavolo di Lavoro

ISPRA

Maurizio MICCINILLI

ARPA Basilicata

Donato LAPADULA

Sante MURO

ARPA Campania

Sebastiano SODANO

ARPA Emilia Romagna

Maria Grazia MARCHESIELLO

ARPA Liguria

Daniela VIGLIONE

Massimiliano ALBERTAZZI

Elio ZUNINO

ARPA Piemonte

Giuseppe ACQUAFRESCA

ARPA Sicilia - Agenzia leader

Vincenzo INFANTINO

Domenico PULEO

Prefazione

Il progetto “*Linea Guida per la Valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni*” rappresenta uno dei punti più alti dell’impegno del Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro” in materia di tutela della salute e della sicurezza degli operatori delle Agenzie di Protezione Ambientale.

Il Centro Interagenziale rappresenta la concreta attuazione di un percorso comune volontariamente intrapreso dalle Agenzie Ambientali, per adempiere nel miglior modo possibile ai compiti istituzionali di tutela dei lavoratori, e si connota come strumento originale di attuazione delle strategie del Progetto Salute e Sicurezza nel Sistema delle Agenzie Ambientali secondo un profilo di eccellenze tecniche e procedurali organizzate in un modello interdisciplinare innovativo a rete, che non ha analogie nella P.A.

La presente Linea guida riguarda la “Revisione delle linee guida 2006 sul rischio chimico, cancerogeno e mutageno nei laboratori nelle AA” e si inserisce nella già particolarmente nutrita produzione editoriale del Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro” che, nel dicembre 2004, il Consiglio Federale di Aosta ha riconosciuto quale polo di servizi specialistici a favore del Sistema Agenziale, in cui APAT prima, ISPRA ora, svolge la funzione di soggetto coordinatore di un tavolo tecnico costituito da tutto il Sistema Agenziale, rappresentato dai Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione di ogni Agenzia Regionale.

La conoscenza della pericolosità della sostanze in uso come standards o reagenti, e nelle matrici oggetto di analisi e la loro quantificazione rappresenta l’elemento fondamentale per garantire la massima tutela della salute degli operatori che operano nelle strutture delle Agenzie di Protezione Ambientale.

Eseguire la valutazione del rischio chimico nelle attività delle Agenzie di Protezione ambientale, in ottemperanza delle disposizioni contenute nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i., è da sempre un argomento tecnico complesso considerate le diverse e specifiche tipologie di attività che si eseguono (attività sia di laboratorio che di controllo) nonché l’elevato numero di sostanze e delle più svariate tipologie di pericolosità (tossici, cancerogeni, infiammabili, irritanti, sensibilizzanti, ecc.) presenti nei cicli lavorativi utilizzati in piccole e talvolta modeste quantità.

Il personale dei Servizi di Prevenzione e Protezione delle Agenzie dopo aver analizzato e valutato le diverse modalità operative che, la comunità scientifica ha elaborato e messo a punto nella materia in oggetto, non avendo trovato la/le modalità/e in grado di consentire una accurata e corretta valutazione del rischio chimico nelle proprie attività ha elaborato un proprio modello tecnico e le relative modalità operative per adempiere agli obblighi normativi.

Il modello/sistema definito che, deve essere inteso come un metodo specifico e congruo per il sistema Agenziale e comunque per tutte quelle attività similari (laboratori diagnostici, clinici, ecc.) consente di classificare l’esposizione dei lavoratori che usano o manipolano gli agenti chimici pericolosi in rischio irrilevante per la salute o non irrilevante per la salute ai sensi del Titolo IX, Capo I, D.Lgs. 81/08, per quanto riguarda il rischio chimico per la salute dei lavoratori.

Lo strumento predisposto deve essere considerato come una modalità di analisi che attraverso l’utilizzo di semplici strumenti informatici permette di effettuare la valutazione del rischio chimico a partire dall’identificazione delle diverse sostanze, dalle loro caratteristiche di pericolosità, dalle quantità e del tempo in uso nonché dalle modalità d’uso.

Si tratta, quindi, di un prodotto particolarmente atteso per il quale è stato necessario superare anche situazioni di significativa criticità ma ciò ha contribuito a renderlo, a nostro parere, maggiormente efficace ed aderente alla realtà che si propone di affrontare.

Essa non pretende di fornire soluzioni preconfezionate che non potrebbero soddisfare ogni possibile esigenza ed adattarsi ad ogni contesto, né di costituire una innovazione metodologica, ma persegue l'obiettivo, forse meno ambizioso ma senza dubbio più concreto, di costituire un insieme di buone pratiche e tecniche per affrontare casi concreti che potrebbero effettivamente prospettarsi nell'ambito della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori operanti nelle Agenzie Ambientali.

È cura dell'utilizzatore l'onere di valutare le diverse possibilità, le indicazioni o i suggerimenti più convenienti e concretamente applicabili offerti dalla Linea Guida, in relazione al proprio contesto operativo e sulla base dei propri fabbisogni.

Agli autori e a tutti coloro che hanno collaborato a qualsiasi titolo ed in qualsiasi misura alla redazione della Linea Guida, va il mio personale e sentito ringraziamento.

Centro Interagenziale
“Igiene e Sicurezza del Lavoro”
Maurizio Miccinilli

Il Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro” ha pubblicato le seguenti linee guida:

1. **“Valutazione del rischio nelle attività territoriali delle Agenzie Ambientali”**- ARPA Toscana (Leader) e ARPA Calabria, ARPA Lazio, ARPA Puglia e ISPRA (Partecipanti) - *Pubblicata*;
2. **“Valutazione del rischio chimico nei laboratori delle AA”**- ARPA Sicilia Agenzia (Leader) e ARPA Basilicata, ARPA Emilia-Romagna, ARPA Liguria, ARPA Marche e ISPRA (Partecipanti) - *Pubblicata*;
3. **“Rischio di genere nelle AA”** - ARPA Veneto (Leader), ARPA Toscana (co-leader) e ARPA Basilicata, ARPA Campania, ARPA Lazio, e ISPRA (Partecipanti) - *Pubblicata*;

Sono in corso di stesura definitiva e pubblicazione le seguenti linee guida:

1. **“Comportamenti degli operatori delle AA nelle emergenze naturali e/o antropiche”** - ARPA Toscana (Leader) e ARPA Calabria, ARPA Friuli-Venezia Giulia, ARPA Lazio, ARPA Liguria, ARPA Piemonte e ISPRA (Partecipanti);
2. **“Valutazione del rischio biologico nelle AA”**- ARPA Friuli-Venezia Giulia (Leader) e ARPA Marche, ARPA Liguria, ARPA Piemonte e ISPRA (Partecipanti);
3. **“Opuscoli informativi sui rischi per il personale delle Agenzie Ambientali”** - ARPA Piemonte (Leader), ARPA Basilicata, ARPA Campania, ARPA Liguria, ARPA Toscana, ARPA Sicilia, ARPA Veneto e ISPRA (Partecipanti);
4. **“Implementazione di SGS delle AA”** - ARPA Liguria (Leader) e ARPA Lombardia, ARPA Piemonte, ARPA Sicilia, ARPA Toscana e ISPRA (Partecipanti);

Sono in fase di esecuzione le seguenti linee guida:

1. **“Valutazione del rischio incendio nelle AA”** - ARPA Marche (Leader), ARPA Piemonte, ARPA Veneto, ISPRA (Partecipanti);
2. **“Valutazione del rischio nelle attività subacquee di ISPRA e delle AA”** – ISPRA (Leader) con la partecipazione del Comando della Guardia Costiera;

Sono di prossima attivazione le attività legate alla definizione di:

1. **“Rischi emergenti e organizzativi nelle AA”** - ARPA Lazio (Leader) e ARPA Toscana, ARPA Veneto e ISPRA (Partecipanti);
2. **“Ristrutturazione/costruzione dei laboratori nelle AA”** - ARPA Sicilia (Leader);
3. **“Valutazione del rischio amianto nelle AA”** - ARPA Piemonte (Leader);
4. **“Valutazione del rischio di atmosfere esplosive (ATEX) nelle AA”** – ISPRA (Leader), ARPA Campania (Partecipante)

Indice

1. PREMESSA	14
2. IL RISCHIO CONNESSO ALL'USO DI SOSTANZE PERICOLOSE	17
2.1 Il concetto di "rischio"	17
2.2 Gli indici di rischio	18
2.3 Il rischio chimico, cancerogeno e mutageno	19
3. DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA	21
4. SOSTANZE E PREPARATI/MISCELE PERICOLOSE	28
4.1 Saper leggere le etichette e le schede di sicurezza	28
4.2 Sistemi di classificazione	28
4.3 Sistema di classificazione europeo (DSP e DPP)	30
4.4 Sostanze e preparati/miscele pericolosi per la sicurezza	30
4.5 Sostanze e preparati pericolosi per la salute	31
4.6 Classificazione agenti chimici cancerogeni e mutageni	31
4.7 Classificazione della Comunità Europea (CE)	32
4.8 Classificazione dell'International Agency for Research on Cancer (IARC)	33
4.9 Classificazione della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale Italiana (CCTN) ...	34
4.10 Classificazione della Environmental Protection Agency (EPA)	34
4.11 Classificazione del National Toxicology Program (NTP)	35
4.12 Classificazione dell'American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH)	35
4.13 Valutazione della cancerogenicità dei preparati/miscele	36
4.14 Sostanze e preparati pericolosi per l'ambiente	37
4.15 I simboli associati ai rischi	37
4.16 Le frasi di rischio (R) e di prudenza (S)	37
4.17 Elenco delle frasi di rischio (R)	38
4.18 Elenco delle frasi di prudenza (S)	44
4.19 REACH e CLP - Caratteristiche di pericolosità delle sostanze	47
4.20 Classi e categorie di pericolo individuate dal CLP	48
4.21 Classi e categorie di pericolo fisici	48
4.22 Classi e categorie di pericolo per effetti sulla salute	52
4.23 Classi e categorie di pericolo per effetti sull'ambiente	57
4.24 Indicazioni di pericolo	57
4.25 Indicazioni di pericolo relative a pericoli fisici	58
4.26 Pericoli per la salute	59
4.27 Pericoli per l'ambiente	60

4.28	Informazioni supplementari sui pericoli	60
4.29	Elementi dell’etichetta e informazioni supplementari per talune sostanze o miscele	61
4.30	Consigli di prudenza	61
4.31	Consigli di prudenza di carattere generale	61
4.32	Consigli di prudenza – Prevenzione	62
4.33	Consigli di prudenza – Reazione	63
4.34	Consigli di prudenza – Conservazione	65
4.35	Consigli di prudenza – Smaltimento	65
4.36	CLP: Simboli di pericolo per la salute	66
4.37	CLP: Simboli fisici	68
4.38	Metodi e strumenti per riconoscere i pericoli	70
	4.38.1 <i>Etichettatura e imballaggio di sostanze e preparati pericolosi</i>	70
	4.38.2 <i>Schede di sicurezza (SDS)</i>	72
	4.38.3 <i>La segnaletica</i>	78
5.	L’EVOLUZIONE NORMATIVA IN TEMA DI SOSTANZE CHIMICHE	79
5.1	La normativa di riferimento in Europa	79
5.2	La normativa di riferimento in Italia	82
5.3	Agenti chimici pericolosi	82
	5.3.1 <i>Misure e principi generali per la prevenzione dei rischi</i>	82
	5.3.2 <i>Il rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute</i>	83
5.4	Protezione da agenti cancerogeni e mutageni	84
	5.4.1 <i>Misure tecniche, organizzative e procedurali</i>	84
6.	I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)	86
6.1	Generalità	86
6.2	Le categorie dei DPI	87
6.3	La marcatura del DPI	89
6.4	Protezione dalle sostanze pericolose – concetti generali	90
	6.4.1 <i>Protezione della cute</i>	90
	6.4.2 <i>Protezione delle vie respiratorie</i>	91
6.5	I Dispositivi di Protezione Individuale da sostanze pericolose nei laboratori	91
6.6	Indicazioni generali sulla scelta e l’utilizzazione dei guanti	92
6.7	Dotazione per il personale nei laboratori	95
6.8	Stoccaggio e manutenzione dei DPI	96
7.	PRINCIPI GENERALI PER OPERARE CON AGENTI CHIMICI PERICOLOSI .	97
7.1	Introduzione	97
7.2	Indicazioni generali	97
7.3	Consigli fondamentali per la protezione degli occhi	98
7.4	Consigli fondamentali per evitare l’ingestione di sostanze pericolose	98
7.5	Consigli fondamentali per evitare l’inalazione di sostanze chimiche pericolose	98
7.6	Consigli fondamentali su come evitare l’iniezione di sostanze chimiche pericolose	99
7.7	Consigli fondamentali per minimizzare il contatto con la cute di sostanze chimiche pericolose	99

7.8	Consigli fondamentali sull'abbigliamento e abiti protettivi da utilizzare in laboratorio	100
7.9	Consigli fondamentali sull'ordine, la pulizia e l'igiene in laboratorio	100
7.10	Consigli fondamentali sul trasporto di prodotti chimici	100
7.11	Consigli fondamentali sull'immagazzinamento, conservazione e gestione dei prodotti chimici	101
7.12	Consigli fondamentali per lo smaltimento di prodotti chimici	102
7.13	Comportamenti da tenere in caso di incidente che coinvolge l'utilizzo di agenti chimici pericolosi	102
7.14	Consigli fondamentali per la manipolazione di agenti cancerogeni/mutageni (ACM)	103
7.15	Contaminazioni con ACM e procedure di emergenza	104
	7.15.1 <i>Versamento di composti volatili</i>	104
	7.15.2 <i>Versamento di composti in polvere</i>	105
7.16	Consigli fondamentali per la manutenzione e uso di apparecchiature e vetreria	105
7.17	Consigli fondamentali per non compromettere l'efficienza di una cappa	106
7.18	Consigli fondamentali per la gestione di sostanze chimiche incompatibili	107
7.19	Consigli fondamentali per le verifiche ispettive in laboratorio	113
8.	IL RISCHIO DA ESPOSIZIONE A SOSTANZE PERICOLOSE	114
8.1	I laboratori chimici	114
8.2	I rischi connessi all'impiego di sostanze pericolose	114
8.3	I rischi connessi all'impiego di sostanze cancerogene	115
8.4	Gli effetti sulla salute	122
8.5	Le vie di introduzione degli agenti chimici nell'organismo	123
	8.5.1 <i>Assorbimento per inalazione</i>	123
	8.5.2 <i>Assorbimento per contatto cutaneo.</i>	123
	8.5.3 <i>Assorbimento per ingestione</i>	124
	8.5.4 <i>Iniezione</i>	124
8.6	La rilevanza delle tipologie di esposizione	125
8.7	Le principali forme di tossicità	126
8.8	Relazione dose-risposta	128
8.9	Durata e frequenza dell'esposizione	130
8.10	L'esposizione a più sostanze (miscele) ed effetti sulla salute dei lavoratori	131
8.11	Destino delle sostanze pericolose all'interno dell'organismo	133
9.	LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI PERICOLOSI	134
9.1	Un indirizzo metodologico per la valutazione	134
9.2	La figura del valutatore	135
9.3	Introduzione	136
9.4	Lo schema logico di valutazione del rischio chimico	137
9.5	Valutazione del rischio per la sicurezza	138
	9.5.1 <i>Rischio incendio</i>	138
9.6	Rischio atmosfere esplosive (ATEX)	139
9.7	Rischio derivante dall'incompatibilità di agenti chimici diversi	140
9.8	Il rischio per la salute	140

9.9	La valutazione del rischio per la salute	141
9.10	La procedura di valutazione	141
9.10.1	<i>Informazioni sugli agenti chimici</i>	142
9.10.2	<i>Analisi delle mansioni, attività e locali</i>	142
9.10.3	<i>Misure preventive e protettive (misure generali di tutela)</i>	142
9.11	La valutazione preliminare – L’algoritmo di calcolo dell’indice di rischio o livello di esposizione	143
9.11.1	<i>Caratterizzazione dei rischi</i>	143
9.11.2	<i>Fattore tempo</i>	154
9.11.3	<i>Caratterizzazione dei fattori di prevenzione</i>	155
9.11.4	<i>Le schede personali di rilevazione delle informazioni</i>	157
9.12	La valutazione dei rischi – Livelli di esposizione	160
9.13	La valutazione approfondita	161
9.13.1	<i>Analisi delle misure di riduzione del rischio (misure di prevenzione e protezione)</i> ...	161
9.13.2	<i>Disposizioni in caso di incidenti o di emergenza</i>	162
9.13.3	<i>Sorveglianza sanitaria e cartelle sanitarie e di rischio</i>	162
10.	MODELLO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE AD AGENTI CANCEROGENI E MUTAGENI	163
10.1	Premessa	163
10.2	La procedura di valutazione del rischio cancerogeno e mutageno	164
10.3	L’algoritmo di calcolo dell’indice di rischio o livello di esposizione	164
10.4	La scheda personale di rilevazione delle informazioni	166
10.5	La valutazione e rischio per la salute	169
11.	VERIFICA DELLA SIGNIFICATIVITÀ DEI METODI	170
11.1	Definizione e analisi dei fattori di incertezza	170
11.2	Validazione del metodo	171
12.	LA SORVEGLIANZA SANITARIA	172
13.	IL MONITORAGGIO AMBIENTALE E BIOLOGICO	174
13.1	La misurazione degli effetti sull’organismo	174
13.2	Misurazione dell’agente chimico pericoloso nell’ambiente di lavoro	176
14.	CONCLUSIONI	178
	APPENDICE A – RIFERIMENTI NORMATIVI	180
	APPENDICE B – NORME TECNICHE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PER I LABORATORI DI ANALISI	189
	BIBLIOGRAFIA	190

Legge di Gumperson

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

(da: “Le Leggi di Murphy” - A.Bloch)

1. Premessa

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è un Ente pubblico di ricerca, dotato di personalità giuridica di diritto pubblico e di autonomia tecnico-scientifica, organizzativa, finanziaria, gestionale, patrimoniale e contabile.

L'ISPRA è l'istituto tecnico-scientifico di cui si avvale il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, e svolge attività di ricerca, consulenza strategica, assistenza tecnico-scientifica, sperimentazione e controllo, conoscitiva, di monitoraggio e valutazione, nonché di informazione e formazione, anche post-universitaria, in materia ambientale, con riferimento alla tutela delle acque, alla difesa dell'ambiente atmosferico, del suolo, del sottosuolo, della biodiversità marina e terrestre e delle rispettive colture, nonché alla tutela della natura e della fauna omeoterma, esercitando le funzioni già di competenza dell'APAT¹, dell'ICRAM² e dell'INFS³. Con riferimento a queste attività l'Istituto promuove lo sviluppo del sistema nazionale delle Agenzie (ARPA-APPA) e dei controlli in materia ambientale di cui cura il coordinamento, garantendo il rispetto degli obiettivi di qualità e di convalida dei dati anche con l'adozione di linee guida come questa.

Il Centro Interagenziale "Igiene e Sicurezza del Lavoro" (CI) invece, è stato istituito nel 2004 e 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 Agenziale in tema di igiene e sicurezza sul lavoro.

Nell'ambito delle attività del Centro Interagenziale è stato avviato nel marzo del 2005 un tavolo di lavoro denominato "Rischio Chimico" con la finalità di affrontare il problema legato ad uno dei rischi considerato preponderante all'interno dei laboratori di analisi Sistema Agenziale: il Rischio Chimico, ossia il rischio legato alla detenzione e manipolazione di prodotti chimici e relativo all'esposizione di un lavoratore ad una sostanza o ad una miscela pericolosa.

Il rischio dovuto all'esposizione sostanze chimiche pericolose nei laboratori, costituisce un elemento di forte criticità nell'ambito del processo più generale della valutazione dei rischi lavorativi a cui il datore di lavoro deve adempiere.

I laboratori chimici rappresentano realtà lavorative nelle quali si utilizza un elevato numero di sostanze chimiche pericolose per la salute e per la sicurezza, in quantità generalmente ridotte, dalle caratteristiche tossicologiche più disparate, in quantità molto piccole e per tempi d'esposizione molto brevi. Potrebbero costituire un'eccezione i solventi organici che sono presenti, a volte, in quantità significative.

La presenza di sostanze chimiche pericolose è intrinseca al tipo di attività, nella maggior parte dei casi non è possibile eliminarle o sostituirle con sostanze meno pericolose e non sempre sono completamente noti gli effetti sulla salute delle sostanze pericolose utilizzate. Alcune di esse possono anche formarsi come prodotti secondari dalle più diverse reazioni impiegate nei metodi analitici utilizzati e seppur non rientrando nei reagenti chimici utilizzati, devono essere comunque essere valutate.

Sebbene l'indirizzo sia quello dell'utilizzo di metodiche analitiche standardizzate in conformità alle prescrizioni della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura", la modifica in tempo reale delle tecniche e delle metodiche analitiche utilizzate, costituisce una peculiarità di que-

1. APAT: Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici.

2. ICRAM: Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica applicata al Mare.

3. INFS: Istituto nazionale per la fauna selvatica.

sta attività lavorativa, per cui le modifiche possono intervenire anche nel corso dell'analisi stessa. L'autonomia del personale di laboratorio nel gestire il metodo analitico, spesso non si associa a scelte di prevenzione e protezione dei rischi chimici, che necessitano di un tempo precedente di valutazione e programmazione.

Inoltre, in questi ultimi anni, nel settore, si è diffusa la presenza di forme di lavoro differenti da quelle a tempo indeterminato quali: borse di studio, volontariato, contratti di collaborazione saltuaria, coordinata e continuativa, che determinano un elevato turnover di personale con estrema difficoltà di gestire e pianificare, per le attività di laboratorio, la prevenzione e la protezione all'interno del metodo analitico. Dove queste forme di lavoro sono presenti in misura rilevante, sebbene il personale di laboratorio sia, nella maggior parte dei casi, esperto e altamente qualificato, con un curriculum di studi adeguato per l'attività da svolgere, esiste talvolta una oggettiva difficoltà per lo sviluppo di una corretta organizzazione del lavoro in tema di sicurezza. Dei modelli organizzativi e di gestione tratta anche il decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81 sulla Sicurezza sul Lavoro, che in materia di rischio chimico, al Titolo IX, richiama gli stessi principi già espressi al Titolo VII e Titolo VII bis del precedente D.Lgs. 626/1994 e definisce i criteri per una corretta valutazione del rischio chimico che devono essere adottati. Essi valgono per qualunque strumento utilizzato per la valutazione del rischio chimico siano esse misure (ambientali o personali di inquinanti), stime predittive del rischio o modelli di calcolo matematici (algoritmi).

Però la normativa non fornisce ancora indicazioni sulla metodologia da utilizzare, e nelle attività dei laboratori di analisi delle Agenzie Ambientali, 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. Queste modalità operative finiscono col rendere critica la misurazione ambientale dei contaminanti potenzialmente presenti in quanto il campionamento potrebbe non rispondere ai criteri di rappresentatività e significatività richiesti. Per questo l'utilizzo di metodi matematici per la stima del rischio, se ben calibrati sull'attività da valutare, possono risultare più adeguati per la valutazione del rischio richiesta dalla normativa.

L'idea di questa "**Linea Guida**" nasce da tutte queste cose e dal desiderio di offrire il "*nostro*" supporto qualificato (fatto di cento anni di storia dei nostri laboratori) a chi cerca di trovare le risposte a tutti questi quesiti e dalla sentita esigenza di fornire un utile e pratico strumento di lavoro, una guida di riferimento agli operatori di settore, ai tecnici della sicurezza, ai professionisti, e in generale a tutti coloro i quali si occupano di prevenzione ed educazione alla sicurezza con particolare riguardo alle attività di laboratorio dove sono utilizzati agenti chimici.

Abbiamo, per questo, voluto fornire due modelli matematici di valutazione del rischio (livello di esposizione); uno riferito agli **agenti chimici pericolosi** e l'altro agli **agenti cancerogeni e mutageni**. I modelli matematici proposti si basano sul confronto degli elementi che determinano il rischio con tutti gli aspetti utilizzati per contenerlo, rispondendo ai requisiti delle leggi vigenti in materia e risultando alternativi ma anche complementari alle misure ambientali e biologiche.

Questa "**Linea Guida per la Valutazione del Rischio Chimico, Cancerogeno e Mutageno 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 ha coordinato le attività), ARPA Basilicata, ARPA Liguria, ARPA Emilia Romagna, ARPA Piemonte, ARPA Campania, ISPRA e in precedenza anche di ARPA Marche.

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 per rendere coerente ed efficace la valutazione del rischio chimico.

È stato organizzato anche un workstage con i rappresentanti della Scottish Environmental Protection Agency (SEPA) ad Edimburgo (UK). L'incontro è stato organizzato con l'obiettivo di confrontarsi sulla metodologia di valutazione del rischio chimico e sulla gestione del rischio residuo. "Health and Safety Management" approcci a volte differenti per gli stessi obiettivi.

Il presente documento rappresenta un ampliamento ed un approfondimento della linea guida prodotta negli anni passati nella prima edizione, e ha subito l'aggiornamento necessario per adeguarla alle modifiche normative fin qui introdotte e all'evoluzione delle conoscenze scientifiche e tecniche in materia.

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 sostanze pericolose non riferiti esclusivamente all'agente chimico ma tenendo conto anche degli effetti del rischio sull'individuo esposto.

Ma poiché siamo convinti che l'informazione e la formazione siano l'elemento fondamentale per la prevenzione in materia di sicurezza, si è ritenuto utile raccogliere in questa linea guida anche quelle notizie riguardanti i tanti temi in questione ancora aperti e quei principi di buona pratica utili per le attività che normalmente vengono svolte nei laboratori chimici e microbiologici del sistema delle Agenzie Ambientali italiane.

Un altro obiettivo che ci piacerebbe raggiungere è fare sì che tali indicazioni, ordinate per argomento, diventino un primo strumento di attuazione delle norme di sicurezza a disposizione di tutti gli operatori che svolgono la propria attività all'interno di un laboratorio chimico.

La linea guida raccoglie infatti alcune fra le più comuni situazioni di rischio cui possono essere esposti gli operatori di un laboratorio chimico, le relative misure di prevenzione e protezione e le norme di comportamento da adottare, nella intenzione di riuscire a coniugare il "*comportamento sicuro*" da tenere all'interno dei laboratori, con la pratica, l'esperienza e la professionalità del singolo operatore.

L'attività degli operatori dei laboratori è un'attività impegnativa, che richiede una attenzione ed una concentrazione costante. Proporre in maniera schematica, quasi al limite della banalità, quelle essenziali regole pratiche dalle quali non si può prescindere se si vuole lavorare in sicurezza, può servire per richiamare l'attenzione anche su quegli aspetti che, a causa della dimestichezza e della confidenza del proprio lavoro, spesso si tende a sottovalutare o a dare per scontati.

È nostra convinzione infatti che soltanto un comportamento idoneo del personale possa ridurre in maniera sensibile il rischio di eventi infortunistici all'interno dei laboratori, ed è idoneo quel comportamento che, rispettando le più elementari norme di sicurezza, permette di lavorare con la massima tranquillità senza sottovalutare qualsiasi potenziale fonte di rischio.

2. Il rischio connesso all'uso di sostanze pericolose

2.1 Il concetto di "rischio"

Il concetto di rischio non ha mai avuto una definizione univoca.

Facendo un rapido *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"⁴, 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 auspicate 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 sfruttabile per conquistare benefici più elevati. Abbracciando 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*:

$$R = P \times M$$

4. Cfr: *EASB Original Pronouncements*, CON7 PAR62-71 "*Risk and Uncertainty*" - dello stesso orientamento sono anche gli ordinamenti Norvegese e Canadese.

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 una fase molto critica. Infatti potrebbe verificarsi una situazione di un incidente all'anno che comporti cento morti e un'altra situazione in cui si abbiano cento incidenti all'anno, ciascuno con un morto e nonostante l'indice di rischio corrispondente sia lo stesso non è corretto attribuire alle due situazioni lo stesso peso.

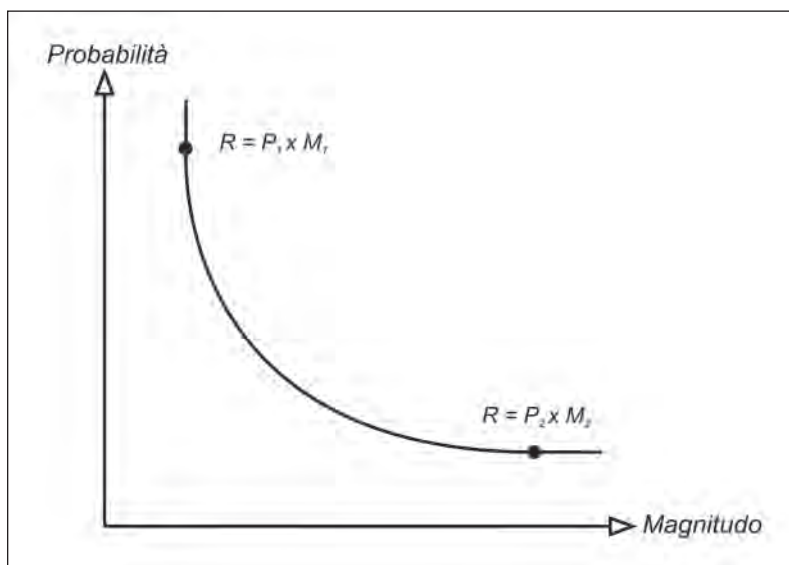


Fig. 2.1 Rappresentazione grafica dell'indice di rischio R in funzione di danno (magnitudo) e probabilità: la curva rappresenta tutte le condizioni a indice di rischio R costante

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

2.2 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:

- a) fornire un metodo razionale per il confronto tra le situazioni di rischio in relazione alle scelte effettuate e alle situazioni analizzate;
- b) consentire a specialisti e non, un raffronto tra i livelli di rischio che le diverse scelte e situazioni analizzate comportano;
- c) 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, purché i dati disponibili siano parimenti 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.

2.3 Il rischio chimico, cancerogeno e mutageno

“Il rischio connesso all'uso di agenti chimici pericolosi, da qui in poi denominato per semplicità *rischio chimico*, e all'uso di agenti cancerogeni e mutageni, denominato per semplicità *rischio cancerogeno*, è funzione della probabilità che si verifichi un potenziale danno alla salute alle condizioni di uso ed esposizione, e del livello di danno prodotto”⁵.

Nella realtà delle Agenzie Ambientali, esistono diverse attività lavorative, come quelle che si effettuano nei laboratori di prova, che possono esporre i lavoratori 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) dei lavoratori. Si tratta tipicamente di laboratori che effettuano analisi su svariate matrici ambientali e alimentari in cui è presente una vasta gamma di agenti chimici. Va rilevato inoltre che i campioni conferiti al laboratorio sono costituiti da materiali di composizione ignota (ad esempio rifiuti abbandonati) e ciò rappresenta una fonte di rischio aggiuntivo e richiede sempre la massima attenzione da parte dell'operatore.

5. “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.

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 nelle attività dei laboratori, ha connotazioni peculiari rispetto alle valutazioni di attività in cui si fa uso di agenti chimici in cicli produttivi (industriali), nei quali si è in presenza di livelli d'emissione relativamente alti e sufficientemente costanti nel tempo. Attività per le quali può avere significato fare indagini ambientali al fine di confrontare i risultati con i valori limite di riferimento.

Nelle attività di laboratorio delle Agenzie per l'Ambiente 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 possono rendere critica la misurazione ambientale dei contaminanti potenzialmente presenti in quanto il campionamento potrebbe non rispondere ai criteri di rappresentatività e significatività richiesti.



3. Definizioni e terminologia

Nel settore dei rischi relativi alle sostanze chimiche, il “*linguaggio*” è così importante che sarà fornita una breve rassegna dei termini e delle definizioni più significative per la presente linea guida, previste dalla normativa vigente e dalla documentazione tecnica correlata.

Agenti chimici⁶

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

Agenti chimici pericolosi⁷

- 1) *Agenti chimici classificati come sostanze pericolose* ai sensi del D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52 e s.m.i., 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. 14 marzo 2003, n. 65 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 chimici⁸

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 professionale⁹

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 nel D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., negli allegati XXXVIII per gli agenti chimici e XLIII per i cancerogeni.

Valore limite biologico¹⁰

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 XXXIX al D.Lgs. 81/08.

6. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera a).

7. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera b).

8. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera c).

9. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera d).

10. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera e).

Agente cancerogeno¹¹

- 1) Una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.Lgs. n. 52/1997 e s.m.;
- 2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al numero 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai D.Lgs. n. 52/1997, n. 65/2003 e s.m.;
- 3) una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato XLII, nonché una sostanza od un preparato emessi durante un processo previsto dall'allegato XLII.

Agente cancerogeno

Composto che, per azione protratta nell'organismo umano, può determinare neoplasie, nei soggetti esposti, anche a distanza di anni dal momento della cessazione dell'esposizione stessa.

Agente mutageno¹²

- 1) Una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione nelle categorie mutagene 1 o 2, stabiliti dal D.Lgs. n. 52/1997 e s.m., e successive modificazioni;
- 2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie mutagene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai D.Lgs. n. 52/1997, D.Lgs. n. 65/2003 e s.m.i.

Agente mutageno

Sostanza che può indurre mutazioni nelle cellule viventi, dove con il termine mutazione si intende che una cellula non ha più la stessa composizione genetica delle altre cellule dell'organismo.

Lavoratore esposto ad agenti cancerogeni e mutageni (ACM): lavoratore esposto a valore di ACM *superiore a quello della popolazione generale*; per le sostanze per le quali non è stato stabilito un valore di riferimento si può affermare che si ha esposizione quando esse siano rintracciabili nell'ambiente in presenza di una lavorazione che specificamente le utilizza/produce e in concentrazioni plausibilmente ad essa riconducibili.

Lavoratore potenzialmente esposto ad ACM: lavoratore esposto a valori di ACM *superiori a quello della popolazione generale, solo per eventi imprevedibili e non sistematici.*

Sorveglianza sanitaria¹³

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

Pericolo¹⁴

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

Rischio¹⁵

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

11. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo II, art. 222, lettera a).

12. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo II, art. 234, lettera b).

13. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera f).

14. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera g).

15. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 222, lettera h).

Rischio residuo

Si intende un potenziale rischio, impossibile da eliminare o parzialmente eliminato, che può provocare danni all'operatore se interviene con metodi e pratiche di lavoro non corretto.

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.

Prevenzione¹⁶

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.

DPI (Dispositivo di Protezione Individuale)¹⁷

Per Dispositivo di Protezione Individuale (DPI) si intende 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.

TLV¹⁸

(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). Il TLV non rappresenta 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.

16. D.Lgs. 81/2008, Titolo I, Capo I, art. 2, lettera n).

17. D.Lgs. 81/2008, Titolo III, Capo II, art. 74, punto 1.

18. AIDII, Associazione Italiana degli Igienisti Industriali per l'igiene industriale e per l'ambiente.

TLV-TWA

(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 i lavoratori possono essere esposti ripetutamente, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi.

TLV-STEL

(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 possono essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo senza che insorgano: 1) irritazione, 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 ridurre 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

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.

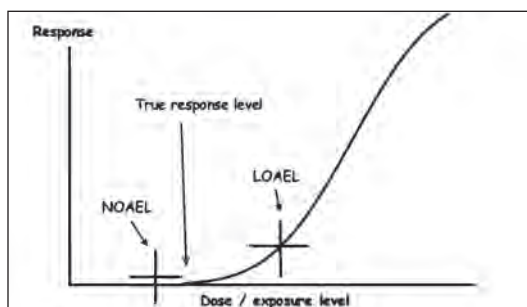
BEI

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.

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 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".



DNEL

Il Derived No Effect Level è il livello di esposizione alla sostanza sopra il quale l'uomo non dovrebbe essere esposto.

DML

Derived Minimal Effect Level rappresentano i livelli di esposizione dove la probabilità che l'effetto identificato come avverso capiti in una popolazione sia sufficientemente basso da essere non preoccupante.

OEL

Limiti di Esposizione Occupazionale (OEL) definiti dal Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL).

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".

PEL

Valori limite PEL (Permissible Exposure Limit) stabiliti dall'**OSHA** (Occupational Safety and Health Administration) che è l'Ente normatore degli Stati Uniti, per gli ambienti di lavoro.

REL

Valori limite REL (Recommended Exposure Limits) pubblicati dal **N.I.O.S.H.** (National Institute of Safety and Occupational Health).

MAK

La Germania ha due tipi di limiti d'esposizione professionale: i Maximum Concentration of a Chemical Substance in the Workplace (MAK deriva da Maximale Arbeitsplatz Konzentration) ed i Technical Occupational Exposure Values (TRK). I valori MAK sono le "concentrazioni massime ammissibili per le sostanze chimiche nell'aria nel luogo di lavoro (nello stato di gas, vapore e aerosol) che, nello stato delle conoscenze attuali, non alterano la salute dei lavoratori, né provocano un fastidio indebito". Per stabilire i valori MAK vengono prese in considerazione, quando possibile, le diverse sensibilità individuali (dovute a sesso, età, costituzione, clima, nutrizione). Come regola generale, il MAK è un valore medio ponderato su una giornata di lavoro di otto ore, per una settimana lavorativa di 40 ore. L'elaborazione della lista tiene conto di criteri scientifici, procedure, profili di esposizione e fattibilità tecnico-economica. La MAK Commission (Commissione per lo studio delle sostanze pericolose per la salute nei luoghi di lavoro), pubblica annualmente la lista dei valori MAK.

ECETOC – TRA

European centre for ecotoxicology and toxicology of chemicals - Targeted Risk Assessment.

DSP

Direttiva sostanze pericolose 67/584/CEE (in vigore fino al 2015).

DPP

Direttiva preparati pericolosi 1999/45/CE (in vigore fino al 2015).

REACH

Acronimo di Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances; è il regolamento Europeo n. 1907/2006 per la Registrazione, la Valutazione, l'Autorizzazione e la Restrizione delle sostanze chimiche.

CLP

Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006. Il regolamento è denominato CLP dall'acronimo inglese di **C**lassification, **L**abelling and **P**ackaging, nel medio termine, andrà a sostituire il sistema attualmente in vigore. Il regolamento CLP segue la terminologia GHS.

GHS

Acronimo di Globally Harmonized System cioè Sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche che è costituito da una serie di raccomandazioni internazionali, la cui applicazione è facoltativa; l'UE ha voluto rendere obbligatorie tali raccomandazioni integrandole nel diritto comunitario; dal 2009 i criteri del sistema GHS sono quindi inclusi nella normativa che disciplina i trasporti nell'Unione Europea.

Sostanza¹⁹

Un elemento chimico e i suoi composti, allo stato naturale od ottenuti per mezzo di un procedimento di fabbricazione, compresi gli additivi necessari a mantenerne la stabilità e le impurezze derivanti dal procedimento utilizzato, ma esclusi i solventi che possono essere separati senza compromettere la stabilità della sostanza o modificarne la composizione.

Miscela

Una miscela o una soluzione composta di due o più sostanze (ndr. Il termine miscela sostituisce la parola "preparato").

Classe di pericolo

La natura del pericolo fisico, per la salute o per l'ambiente (ndr. sostituisce il termine "categoria di pericolo").

Categoria di pericolo

La suddivisione dei criteri entro ciascuna classe di pericolo, che specifica la gravità del pericolo.

19. Definizioni ricavate dall'art. 2 del Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 (CLP).

Pittogramma di pericolo

Una composizione grafica comprendente un simbolo e altri elementi grafici, ad esempio un bordo, motivo o colore di fondo, destinata a comunicare informazioni specifiche sul pericolo in questione.

Avvertenza

Una parola che indica il grado relativo di gravità del pericolo per segnalare al lettore un potenziale pericolo; si distinguono due gradi di pericolo:

- a) **pericolo**: avvertenza per le categorie di pericolo più gravi;
- b) **attenzione**: avvertenza per le categorie di pericolo meno gravi.

Indicazione di pericolo

Frase attribuita a una classe e categoria di pericolo che descrive la natura del pericolo di una sostanza o miscela pericolosa e, se del caso, il grado di pericolo.

Consiglio di prudenza

Una frase che descrive la misura o le misure raccomandate per ridurre al minimo o prevenire gli effetti nocivi dell'esposizione a una sostanza o miscela pericolosa conseguente al suo impiego o smaltimento.

Articolo

Un oggetto a cui durante la produzione sono dati una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica.

Valore soglia

Soglia di ogni impurezza, additivo o singolo costituente classificati presenti in una sostanza o in una miscela al di sopra della quale la loro presenza è presa in considerazione per determinare se la sostanza o la miscela debba essere classificata.

Limite di concentrazione

Valore limite di ogni impurezza, additivo o singolo costituente classificati presenti in una sostanza o in una miscela che può comportare la classificazione della sostanza o della miscela.



4. Sostanze e preparati/miscele pericolose

4.1 Saper leggere le etichette e le schede di sicurezza

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 e salute dei lavoratori, della "*pianificazione del metodo analitico (prova)*". Per i laboratori del sistema delle Agenzie ambientali, tale pianificazione risulta favorita dal fatto che i metodi di prova sono divenuti, attraverso la specifica formazione, procedure operative standard.

Il processo di pianificazione si compie anche attraverso una attenta conoscenza delle sostanze chimiche manipolate. Ecco perché è necessario saper *leggere le etichette e le schede di sicurezza*.

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni in tal senso.

4.2 Sistemi di classificazione

La conoscenza delle caratteristiche di pericolosità delle sostanze è un elemento indispensabile affinché possano essere impiegate limitando il rischio per gli addetti al più basso livello possibile. Infatti le statistiche indicano fra le principali cause di incidente nei luoghi di lavoro con presenza di agenti chimici, la mancata conoscenza, da parte degli operatori, di ciò che si manipola.

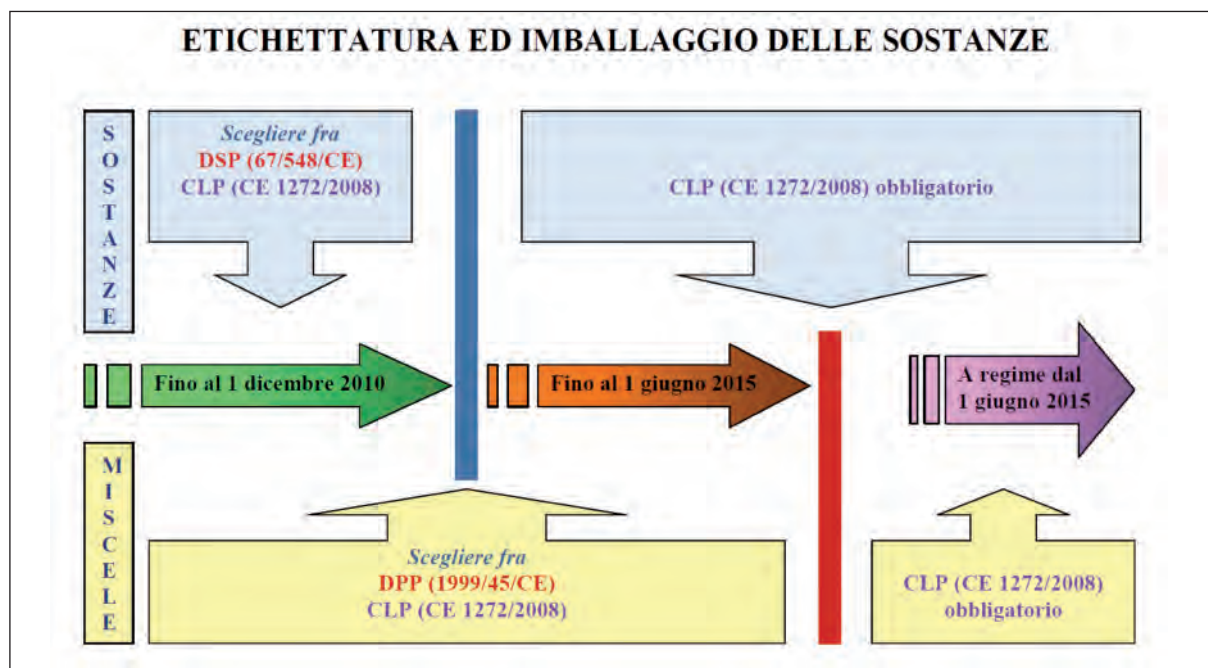
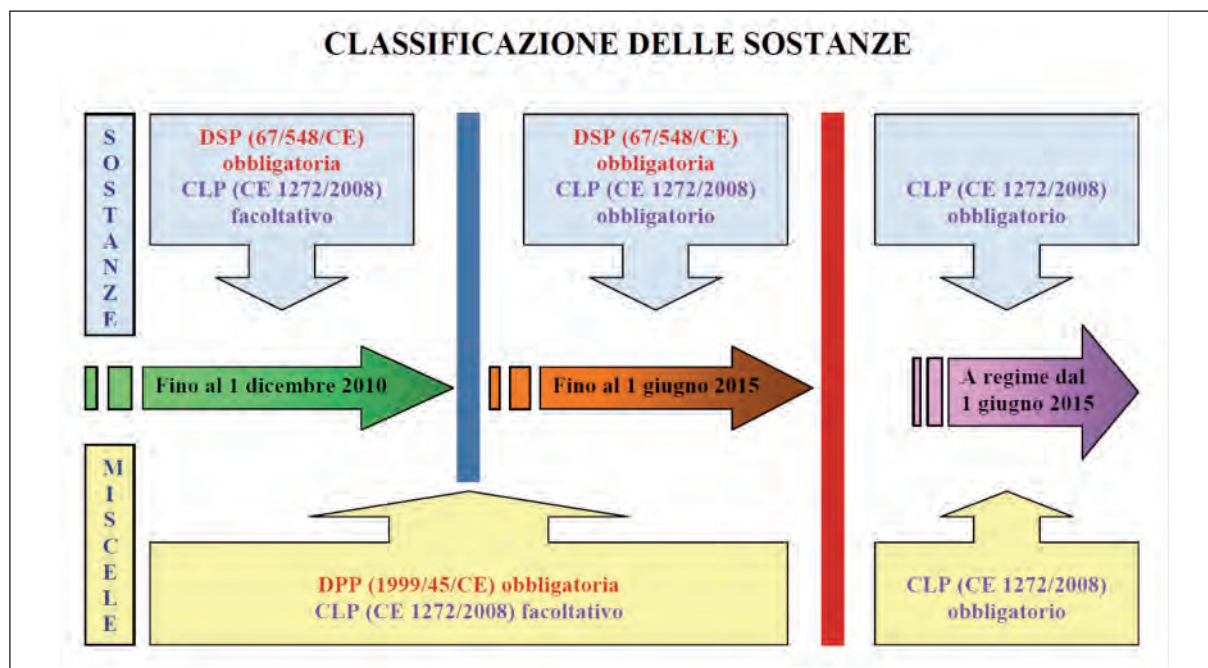
Per tale motivo è nata la necessità di classificare gli agenti chimici, in funzione dei possibili *rischi per la salute* (ad esempio agenti chimici molto tossici, tossici, nocivi, irritanti, sensibilizzanti, tossici per il ciclo produttivo, cancerogeni, mutageni) e/o *rischi per la sicurezza* (ad esempio agenti chimici esplosivi, infiammabili, facilmente infiammabili, estremamente infiammabili, comburenti, corrosivi).

Per identificare in modo chiaro ed univoco gli agenti chimici in base alla loro pericolosità esistono, attualmente, diversi sistemi di classificazione ed etichettatura a livello mondiale. La differenza tra i vari sistemi è tale per cui può capitare che una stessa sostanza possa essere classificata come "tossica" "nociva" "non pericolosa" a seconda del sistema utilizzato.

Al fine di eliminare queste differenze e migliorare la protezione della salute umana e dell'ambiente in tutti i paesi, è stato sviluppato un Sistema Globale Armonizzato (GHS) per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici, sotto l'egida delle Nazioni Unite, il quale è stato adottato dall'Unione Europea attraverso il Regolamento "CLP" (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento CE n. 1907/2006 (REACH) il quale andrà a sostituire il sistema di classificazione attualmente vigente a livello europeo.

Nelle figure che seguono sono rappresentate le tempistiche e le disposizioni transitorie per l'entrata in vigore del CLP e l'abrogazione delle DPP (direttiva preparati pericolosi) e DSP (direttiva sostanze pericolose) tenuto

conto che per le sostanze immesse sul mercato prima del 1.12.2010 e per le miscele immesse sul mercato prima del 1.12.2015 sarà possibile non rietichettare e rimballare con le nuove disposizioni rispettivamente fino al 1.12.2012 e fino al 1.6.2017.



Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi del sistema di classificazione Europeo (DSP e DPP) e della classificazione introdotta dal Regolamento CLP.

4.3 Sistema di classificazione europeo (DSP e DPP)

La classificazione, l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose nell'Unione Europea sono regolate dalla direttiva 93/21/CEE e prevede una suddivisione delle classi di pericolo per le sostanze ed i preparati individuando tre diversi raggruppamenti di seguito riportati:

- sostanze e preparati pericolosi per la sicurezza;
- sostanze e preparati pericolosi per la salute;
- sostanze e preparati pericolosi per l'ambiente.

4.4 Sostanze e preparati/miscele pericolosi per la sicurezza

Le sostanze ed i preparati/miscele pericolose si dividono, a seconda delle proprietà chimico fisiche, in:

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;

Infiammabili: le sostanze e i preparati liquidi con un basso punto d'infiammabilità tra i 21 °C e 55 °C.

4.5 Sostanze e preparati pericolosi per la salute

Per quanto riguarda gli effetti sulla salute degli esposti ad agenti chimici già cinquecento anni fa, lo scienziato Teofrasto von Hohenheim, detto Paracelso (1493-1541), ha elegantemente articolato il concetto di pericolosità / tossicità facendo notare come “*Omnia venenum sunt: nec sine venunem quicquam existit. Dosis sola facit, ut venenum non sit*” e cioè “*qualsiasi cosa è velenosa e nessuna è priva di capacità venefica; è solamente la dose che fa in modo che una sostanza non sia velenosa*”. Infatti il più importante fattore che determina la tossicità di una sostanza è la relazione fra quantità (oppure concentrazione) dell’agente chimico ed effetto tossico che produce; la cosiddetta *relazione dose/risposta*.

Questo concetto di base, elaborato secondo specifici criteri scientifici, stabiliti secondo norme aggiornate periodicamente a livello comunitario, ha originato una classificazione ed una assegnazione alle svariate categorie sintetiche, di seguito riportate, per gli agenti chimici pericolosi per la salute:

Molto tossici: le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, anche 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, anche 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 più o meno gravi in relazione alla quantità;

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 (nel paragrafo successivo sono riportati i principali sistemi di classificazione);

Mutageni: le sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza (nel paragrafo successivo sono riportati i principali sistemi di classificazione);

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.

4.6 Classificazione agenti chimici cancerogeni e mutageni

Per quanto concerne la classificazione agenti chimici cancerogeni e mutageni, attualmente esistono cinque diverse classificazioni (IARC - EPA - CE - ACGIH - CCTN) di seguito riassunte; una stessa sostanza può rientrare in classi diverse a seconda dell’Ente.

4.7 Classificazione della Comunità Europea (CE)

Secondo la classificazione della CE (direttiva 93/72/CEE) le **sostanze cancerogene** sono suddivise in 3 categorie.

Categoria 1: sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e lo sviluppo dei tumori.

Categoria 2: sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di:

- adeguati studi a lungo termine effettuati su animali;
- altre informazioni specifiche.

Categoria 3: sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni, sulle quali però non sono disponibili informazioni sufficienti per procedere ad una valutazione completa. Alcune prove sono state ottenute da opportuni studi su animali, non bastano però per classificare la sostanza nella categoria 2.

Le sostanze appartenenti alle categorie 1 e 2 devono essere contraddistinte con la sigla R45 "può provocare il cancro", o R49 "può provocare il cancro per inalazione", mentre quelle della categoria 3 devono essere contraddistinte con la sigla R40 "possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti". Inoltre le sostanze delle categorie 1 e 2 sono classificate ai fini della etichettatura almeno con il simbolo T (tossico) e quelle della categoria 3 con il simbolo Xn (nocivo).

Secondo la classificazione della CE (direttiva 93/72/CEE) le **sostanze mutagene** che hanno rilevanza ai fini della legislazione attuale sono divise in due categorie.

Categoria 1: sostanze di cui si conoscono gli effetti mutagenici sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e le alterazioni genetiche ereditarie.

Categoria 2: sostanze che dovrebbero considerarsi mutageniche per l'uomo. Esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie, in generale sulla base di:

- adeguati studi su animali;
- altre informazioni rilevanti.

Inoltre il D.Lgs. n. 285/1998 precisa che:

- sono considerati cancerogeni, e contrassegnati almeno dal simbolo di pericolo e dall'indicazione di pericolo "tossico", i preparati/miscele che contengono una sostanza che produca tali effetti e cui viene attribuita la frase R45 o R49, che caratterizza le sostanze cancerogene delle categorie 1 e 2, la cui concentrazione supera quella fissata nell'allegato I del decreto del Ministro della sanità 28 aprile 1997 per le sostanze considerate, oppure a quella fissata al punto 6 dell'allegato I allo stesso decreto qualora le sostanze considerate non figurino nell'allegato I del citato decreto 28 aprile 1997 oppure vi figurino senza i limiti di concentrazione;
- sono considerati mutageni e contrassegnati almeno dal simbolo di pericolo e dall'indicazione di pericolo "tossico", i preparati/miscele che contengono una sostanza che produca tali effetti cui viene attribuita la frase R46, che caratterizza le sostanze mutagene della categoria 1, la cui concentrazione supera quella fissata nell'allegato I del decreto del Ministro della sanità 28 aprile 1997 per le sostanze considerate, oppure a quella fissata al punto 6 dell'allegato I a tale decreto qualora le sostanze considerate non figurino nell'allegato I del citato decreto 28 aprile 1997 oppure vi figurino senza i limiti di concentrazione;

- sono considerati tali da dover essere trattati come mutageni e contrassegnati almeno dal simbolo di pericolo e dall'indicazione di pericolo "nocivo", i preparati/miscele che contengono una sostanza che produca tali effetti cui viene attribuita la frase R46, che caratterizza le sostanze mutagene della categoria 2, la cui concentrazione supera quella fissata nell'allegato I del decreto del Ministro della sanità 28 aprile 1997 per le sostanze considerate, oppure a quella fissata al punto 6 dell'allegato I al presente decreto qualora le sostanze considerate non figurino nell'allegato I del citato decreto 28 aprile 1997 oppure vi figurino senza i limiti di concentrazione (All. A, D.Lgs. n. 285/1998).

4.8 Classificazione dell'International Agency for Research on Cancer (IARC)

La IARC individua 5 categorie di cancerogenesi così suddivise:

Gruppo 1: "Cancerogeni umani": categoria riservata alle sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo;

Gruppo 2: è diviso in due sottogruppi, denominati A e B.

Sottogruppo 2A - "Probabili cancerogeni umani": categoria è riservata alle sostanze con limitata evidenza di cancerogenicità per l'uomo e sufficiente evidenza per gli animali. In via eccezionale anche sostanze per le quali sussiste o solo limitata evidenza per l'uomo o solo sufficiente evidenza per gli animali purché supportata da altri dati di rilievo.

Sottogruppo 2B - "Sospetti cancerogeni umani": usato per le sostanze con limitata evidenza per l'uomo in assenza di sufficiente evidenza per gli animali o per quelle con sufficiente evidenza per gli animali ed inadeguata evidenza o mancanza di dati per l'uomo. In alcuni casi possono essere inserite in questo gruppo anche le sostanze con solo limitata evidenza per gli animali purché questa sia saldamente supportata da altri dati rilevanti.

Gruppo 3: "Sostanze non classificabili per la cancerogenicità per l'uomo": in questo gruppo sono inserite le sostanze che non rientrano in nessun'altra categoria prevista.

Gruppo 4: "Non cancerogeni per l'uomo": sostanze con evidenza di non cancerogenicità sia per l'uomo che per gli animali. In alcuni casi, possono essere inserite in questa categoria le sostanze con inadeguata evidenza o assenza di dati per l'uomo ma con provata mancanza di cancerogenicità per gli animali, saldamente supportata da altri dati di rilievo.



4.9 Classificazione della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale Italiana (CCTN)

La CCTN classifica le sostanze cancerogene in 5 categorie:

Categoria 1: sostanze per le quali esiste una sufficiente evidenza di effetti cancerogeni sull'uomo, tali da stabilire un nesso causale tra l'esposizione e lo sviluppo di tumori.

Categoria 2: sostanze per le quali, sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali e/o altre informazioni specifiche, esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad esse possa provocare lo sviluppo di tumori.

Categoria 3: sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni nell'uomo sulla base di osservazioni in adeguati studi a lungo termine effettuati su animali e/o di altre informazioni specifiche. Appartengono a questa categoria le sostanze che hanno prodotto nell'animale tumori di incerto significato e le sostanze per le quali il meccanismo d'azione e il risultato di studi sul metabolismo e sulla tossicocinetica sollevano fondati dubbi sull'analogia fra effetti osservati nell'animale da esperimento e quelli prevedibili nell'uomo. Possono rientrare in questa categoria anche le sostanze per le quali sono stati eseguiti studi sperimentali ed epidemiologici insufficienti o limitati che hanno suggerito effetti cancerogeni.

Categoria 4: sostanze non valutabili per l'assenza di studi o in quanto sono state oggetto di studi inadeguati, o di studi limitati che comunque non hanno segnalato effetti cancerogeni.

Categoria 5: sostanze da ritenere probabilmente prive di cancerogenicità per l'uomo, sulla base di studi sperimentali adeguati e/o di studi epidemiologici adeguati insieme ad altre informazioni specifiche.

4.10 Classificazione della Environmental Protection Agency (EPA)

La classificazione dell'EPA prevede sette gruppi di sostanze contraddistinti ciascuno da lettere:

Gruppo A: "Cancerogeni umani": sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità in studi epidemiologici.

Gruppo B: "Probabili cancerogeni umani": diviso in due sottogruppi, denominati B1 e B2.

Sottogruppo B1: comprende sostanze con limitata evidenza di cancerogenicità in studi epidemiologici.

Sottogruppo B2: comprende sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità in studi su animali e inadeguata evidenza o assenza di dati in studi sull'uomo.

Gruppo C: "Sospetti cancerogeni umani": raccoglie sostanze con limitata evidenza di cancerogenicità per gli animali e assenza di dati o dati negativi o dati inadeguati sull'uomo.

Gruppo D: "Sostanze non classificabili": riservato alle sostanze con inadeguata evidenza di cancerogenicità sia nell'uomo che negli animali o sostanze per cui non sono disponibili dati.

Gruppo E: "Non cancerogeni": sostanze che non hanno dimostrato potenzialità cancerogene in almeno due studi su animali, condotti in modo adeguato su specie diverse, o sia in studi animali che epidemiologici.

4.11 *Classificazione del National Toxicology Program (NTP)*

Il NTP degli Stati Uniti ha elaborato una classificazione dei composti cancerogeni in base a valutazioni sperimentali effettuate sul ratto e sul topo ottenendo delle “classi di evidenza”:

- **chiara evidenza di cancerogenicità (clear evidence):** quando gli studi rilevano un aumento dell’incidenza di tumori maligni o un sostanziale incremento di tumori benigni o una combinazione di entrambi, dose correlato;
- **limitata evidenza di cancerogenicità (some evidence):** quando gli studi dimostrano un aumento dell’incidenza di tumori benigni o un aumento solo marginale dell’incidenza di tumori maligni in diversi organi o tessuti o, ancora, un modico aumento di tumori benigni o maligni;
- **equivoca evidenza di cancerogenicità (equivocal evidence):** comprende le sostanze che rivelano un aumento marginale di tumori maligni;
- **nessuna evidenza di cancerogenicità (no evidence):** utilizzata quando gli studi non mettono in evidenza alcun aumento significativo dell’incidenza né di tumori maligni, né benigni;
- **studio inadeguato di cancerogenicità (inadequate study):** quando gli studi, per gravi limiti qualitativi e/o quantitativi, non possono essere interpretati né in senso positivo, né negativo.

4.12 *Classificazione dell’American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH)*

La classificazione dell’ACGIH prevede cinque gruppi di sostanze.

- A1. Carcinogeno riconosciuto per l’uomo:** l’agente è risultato carcinogeno per l’uomo sulla base dei risultati di studi epidemiologici o di evidenza clinica convincente in esposti umani.
- A2. Carcinogeno sospetto per l’uomo:** l’agente è risultato carcinogeno in animali da esperimento: a livelli di dose, per vie di somministrazione, in siti di tipo istologico, o per meccanismi che non sono considerati rilevanti per l’esposizione dei lavoratori. Gli studi epidemiologici disponibili sono contrastanti, controversi o insufficienti per confermare un incremento del rischio di cancro per l’uomo esposto.
- A3. Carcinogeno per l’animale:** l’agente è risultato carcinogeno in animali da esperimento ad una dose relativamente elevata o per vie di somministrazione, in siti di tipo istologico o per meccanismi che non vengono considerati rilevanti per i lavoratori esposti. Gli studi epidemiologici disponibili non confermano un incremento del rischio del cancro per l’uomo esposto. Le conoscenze disponibili suggeriscono come improbabile che l’agente causi il cancro nell’uomo, se non in improbabili e non comuni situazioni espositive.
- A4. Non classificabile come carcinogeno per l’uomo:** attualmente non esistono dati o quelli esistenti sono inadeguati per classificare l’agente per quanto riguarda la cancerogenicità per l’uomo e/o gli animali.
- A5. Non sospetto come carcinogeno per l’uomo:** l’agente non è ritenuto essere carcinogeno per l’uomo sulla base di studi epidemiologici appropriatamente condotti sull’uomo. Questi studi hanno un follow-up sufficientemente prolungato, storie espositive affidabili, dosi sufficientemente elevate e evidenza statistica adeguata per concludere che l’esposizione all’agente non comporta un rischio significativo di cancro per l’uomo. L’evidenza di scarsa cancerogenicità nelle prove su animali viene considerata se è supportata da altri dati pertinenti.

Per le sostanze per le quali non si dispone di dati di carcinogenicità sull'uomo e su animali da esperimento, non viene data alcuna designazione relativa alla cancerogenicità.

Di seguito vengono riassunte in una tabella le classificazioni viste e le relative classi da queste individuate:

Classi di cancerogeni per l'uomo	Categorie di cancerogenesi				
	UE	CCTN	EPA	IARC	ACGIH
Cancerogeno riconosciuto	1	1	A	1	A1
Cancerogeno probabile	2	2	B1/B2	2A	A2
Cancerogeno sospetto	3	3	C	2B	A3
Non classificabile come cancerogeno	-	4	D	3	A4
Non cancerogeno	-	5	E	4	A5

4.13 Valutazione della cancerogenicità dei preparati/miscela

Un preparato/miscela, come previsto dal D.Lgs. 285/98 (sostituito dal D.Lgs. n. 65 del 14/03/03), è considerato cancerogeno e/o mutageno quando contiene almeno una sostanza cancerogena e/o mutagena in percentuale maggiore o uguale allo 0,1%, salvo limiti diversi e specifici di cancerogenicità riportati nella scheda delle singole sostanze nell'Allegato I alla Direttiva 67/548 CEE e s.m.i.

Di seguito di riporta una tabella riassuntiva.

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE	CLASSIFICAZIONE DEL PREPARATO	
	Concentrazione	Fraresi di Rischio
Sostanze cancerogene di categoria 1 e 2	Conc. \geq 0,1 % cancerogeno	R45 o R49 obbligatoria
Sostanze cancerogene di categoria 3	Conc. \geq 1 % cancerogeno	R40 obbligatoria

4.14 Sostanze e preparati pericolosi per l'ambiente

Le sostanze che risultano appartenere esclusivamente a tale classe di pericoli non sono oggetto di valutazione ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

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.

4.15 I simboli associati ai rischi

I simboli convenzionali adottati dalla classificazione della Unione Europea, specificati nell'allegato II della direttiva 93/21/CEE, associati alle diverse tipologie di rischio sopraccitati sono riportati al paragrafo §.4.36 nella tabella di correlazione con quanto previsto dal regolamento CLP.

In molti casi possono essere compresenti più rischi per la stessa sostanza.

4.16 Le frasi di rischio (R) e di prudenza (S)

Le frasi di rischio, identificabili dalla 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.

Le frasi o consigli di prudenza invece, identificati dalla 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.

4.17 *Elenco delle frasi di rischio (R)*

Le frasi di rischio richiamano i rischi insiti nei preparati pericolosi relativamente alla loro reattività, nocività, tossicità e irritabilità per tutte le vie di penetrazione dell'organismo, al pericolo di produrre effetti irreversibili, sensibilizzanti e gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata o dopo una singola esposizione.

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
R33	Pericolo di effetti cumulativi
R34	Provoca ustioni

FRASI DI RISCHIO R	
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

CLASSIFICAZIONE (R) PER CATEGORIE	
PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE	
ESPLOSIVI (E)	
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
COMBURENTI (O)	
R7	Può provocare un incendio
R8	Può provocare l'accensione di materiali combustibili
R9	Esplosivo in miscela con materie combustibili
ESTREMAMENTE INFIAMMABILI (F+)	
R12	Liquidi con punto di 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
FACILMENTE INFIAMMABILE (F)	
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
INFIAMMABILI	
R10	Sostanza con punto di infiammabilità compreso fra 21 °C e 25 °C
ALTRE	
R14	Sostanza che reagisce violentemente con l'acqua
PROPRIETÀ TOSSICOLOGICHE	
MOLTO TOSSICO (T+)	
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
TOSSICO (T)	
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
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

PROPRIETÀ TOSSICOLOGICHE	
NOCIVO (X_n)	
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 (X_n)	
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 (X_n)	
R40	Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti
MUTAGENO (T)	
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie
MUTAGENO (X_n)	
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 (X_n)	
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
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

Le combinazioni delle frasi R sono da considerare frasi uniche ed in genere vengono impiegate quando un preparato appartiene simultaneamente a più categorie di pericolo. Queste combinazioni vengono formulate a partire dalle frasi semplici.

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

COMBINAZIONI DELLE FRASI DI RISCHIO R	
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
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

4.18 *Elenco delle frasi di prudenza (S)*

Le frasi di prudenza, come in precedenza richiamato, indicano le cautele che bisogna adottare nei confronti dei preparati pericolosi relativamente alle modalità di conservazione, ai modi corretti di impiego e di manipolazione e all'uso corretto dei mezzi personali di protezione.

FRASI DI PRUDENZA S	
S1	Conservare sotto chiave
S2	Conservare fuori della portata dei 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/aerosol/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

FRASI DI PRUDENZA S

S37	Usare guanti adatti
S38	In caso di ventilazione insufficiente, usare un apparecchio respiratorio adatto
S39	Proteggersi 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")
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 della zona contaminata e mantenerlo a riposo
S64	In caso di ingestione sciacquare la bocca con acqua (solamente se l'infortunato è cosciente)

Le combinazioni delle frasi S sono da considerare frasi uniche ed in genere vengono impiegate quando un preparato deve essere manipolato con particolare cautela. Queste combinazioni vengono formulate a partire dalle frasi semplici.

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)

4.19 REACH e CLP - Caratteristiche di pericolosità delle sostanze

REACH (acronimo di Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances) è il regolamento Europeo n. 1907/2006 per la Registrazione, la Valutazione, l'Autorizzazione e la Restrizione delle sostanze chimiche. È entrato in vigore il 1 giugno 2007 per rendere più efficace e migliorare il quadro legislativo precedente sulle sostanze chimiche nell'Unione Europea (UE). REACH attribuisce all'industria una maggiore responsabilità sulla gestione dei rischi che le sostanze chimiche possono presentare per la salute e l'ambiente.

In linea di massima, tale regolamento si applica a tutte le sostanze chimiche, non soltanto agli agenti chimici impiegati nei processi industriali, ma anche a quelli usati nella vita quotidiana (per esempio nei prodotti di pulizia, nelle vernici e in articoli quali capi di abbigliamento, mobili e apparecchi elettrici); esso si applica alla fabbricazione, all'immissione sul mercato o all'uso di **sostanze in quanto tali o in quanto componenti di preparati** o articoli, e all'immissione sul mercato di preparati. Gli obblighi descritti da REACH non si applicano direttamente a preparati e articoli (ad eccezione delle prescrizioni per le **schede dati di sicurezza** e gli **scenari d'esposizione**, che si applicano anche ai preparati) bensì alle sostanze in essi contenute.

REACH non si applica invece: alle sostanze radioattive, assoggettate a controllo doganale, intermedie non isolate oltre che ai rifiuti e al trasporto. Inoltre una serie di sostanze è esente da alcune parti delle disposizioni REACH, nei casi in cui si applica un'altra normativa equivalente (per esempio per le sostanze usate nei prodotti medicinali). Per ora, i **polimeri** sono esenti dalla registrazione.

Norme speciali si applicano agli agenti usati per la ricerca e lo sviluppo e alla registrazione di sostanze intermedie isolate.

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere con REACH sono:

- migliorare la protezione della salute umana e dell'ambiente contro i possibili rischi presentati dalle sostanze chimiche;
- aumentare la competitività dell'industria chimica dell'UE;
- promuovere metodi alternativi per la valutazione dei pericoli delle sostanze chimiche;
- garantire la libera circolazione di sostanze nel mercato interno dell'UE.

Integrato a REACH è stato approvato il regolamento CLP (CE) n. 1272/2008 (acronimo inglese di Classification, Labelling and Packaging) sulla classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele pericolose che, dal 2010 al 2015 vige in sovrapposizione al DPP e DSP e dal 2015 abroga le direttive sopra citate (67/548/CEE e 1999/45/CE). Inoltre modifica il regolamento (CE) n. 1907/2006.

Il regolamento CLP attua quanto previsto dal sistema GHS (acronimo di Globally Harmonized System, in italiano: Sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche) il quale è costituito da una serie di raccomandazioni internazionali, la cui applicazione è facoltativa; l'UE ha voluto rendere obbligatorie tali raccomandazioni integrandole nel diritto comunitario; dal 2009 i criteri del sistema GHS sono quindi inclusi nella normativa che disciplina i trasporti nell'Unione Europea.

Il regolamento CLP completa alcune classi o categorie di pericolo non presenti nell'attuale normativa UE relativa alla fornitura e all'utilizzo, ma che già sono parte del sistema di trasporto nell'ambito della UE; esso, si integra pienamente con il REACH e da questo ha acquisito alcune disposizioni fra cui:

- obbligo per le aziende di classificare le proprie sostanze e miscele e notificarne le classificazioni;
- elaborazione di un elenco armonizzato di sostanze classificate a livello comunitario;
- definizione di un inventario di classificazione ed etichettatura costituito da tutte le notifiche e classificazioni armonizzate di cui sopra.

4.20 Classi e categorie di pericolo individuate dal CLP

Il regolamento CLP definisce 28 classi di pericolo: 16 classi di pericolo fisico, 10 classi di pericolo per la salute umana, una classe di pericolo per l'ambiente e una classe supplementare per le sostanze pericolose per lo strato di ozono. In generale alcune classi di pericolo possono comprendere differenziazioni, altre possono comprendere categorie di pericolo.

Le classi basate sulle proprietà fisico-chimiche sono diverse dalle attuali categorie di pericolo. Esse tengono conto anche delle classi definite nella legislazione internazionale riguardante il trasporto di merci pericolose. È inoltre probabile che le modifiche ai valori soglia e ai metodi di calcolo delle miscele portino alla classificazione di un maggior numero di sostanze chimiche.

Gli strumenti per comunicare il pericolo che deriva dall'uso o dall'esposizione ad una determinata sostanza o miscela restano l'**etichetta** e la **scheda di sicurezza** oltre che gli **scenari di esposizione** (previsti da REACH per certe classi di sostanze).

4.21 Classi e categorie di pericolo fisici

Relativamente alla classe di pericolo fisici le 16 categorie individuate sono di seguito elencate ed esplicitate:

Classi	Categorie / divisioni / tipo
Esplosivi	(esplosivi instabili, divisioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, e 1,6)
Gas infiammabili	(categorie 1 e 2)
Aerosol infiammabili	(categorie 1 e 2)
Gas comburenti	(categoria 1)
Gas sotto pressione (gas compressi, liquefatti, liquefatti refrigerati, disciolti)	
Liquidi infiammabili	(categorie 1, 2 e 3)
Solidi infiammabili	(categorie 1 e 2)
Sostanze e miscele autoreattive	(tipo A, B, C, D, E, F, e G) (tipi A e B)
Liquidi piroforici	(categoria 1)
Solidi piroforici	(categoria 1)
Sostanze autoriscaldanti	(categoria 1 e 2)
Sostanze che, a contatto con l'acqua, emettono gas infiammabili	(categoria 1, 2 e 3)
Liquidi comburenti	(categoria 1, 2 e 3)
Solidi comburenti	(categoria 1, 2 e 3)
Perossidi organici	(tipo A, B, C, D, E, F e G) (tipi da A a F)
Corrosivi per i metalli	(categoria 1)

Esplosivi

Sostanza o miscela esplosiva, una sostanza solida o liquida (o una miscela di sostanze) che può, per reazione chimica, sviluppare gas a una temperatura, una pressione e una velocità tali da causare danni nell'area circostante. Le sostanze pirotecniche sono comprese in questa definizione anche se non sviluppano gas.

Sostanza o miscela pirotecnica, una sostanza o miscela di sostanze destinata a produrre un effetto calorifico, luminoso, sonoro, gassoso o fumogeno o una combinazione di tali effetti, a seguito di reazioni chimiche esotermiche automantenute non detonanti:

- esplosivo instabile, una sostanza o miscela esplosiva termicamente instabile e/o troppo sensibile per essere manipolata, trasportata e utilizzata in condizioni normali;
- articolo esplosivo, un oggetto contenente una o più sostanze o miscele esplosive;
- articolo pirotecnico, un oggetto contenente una o più sostanze o miscele pirotecniche;
- esplosivo intenzionale, una sostanza, una miscela o un articolo fabbricati con lo scopo di produrre un effetto pratico, esplosivo o pirotecnico.

Gas infiammabili

Gas o miscela di gas con un campo di infiammabilità con l'aria a 20 °C e a una pressione normale di 101,3 kPa.

Un gas infiammabile è classificato nelle due seguenti categorie:

Categoria	Criteri
1	Gas che, a una temperatura di 20 °C e alla pressione normale di 101,3 kPa: a) sono infiammabili quando sono in miscela al 13% o meno (in volume) con l'aria; b) hanno un campo di infiammabilità con l'aria di almeno 12 punti percentuali, qualunque sia il loro limite inferiore di infiammabilità
2	Gas diversi da quelli della categoria 1 che, a una temperatura di 20 °C e alla pressione normale di 101,3 kPa, hanno un campo di infiammabilità se mescolati con l'aria

Gas comburente

Gas o miscela di gas capace, in genere per apporto di ossigeno, di provocare o favorire più dell'aria la combustione di altre materie.

Gas sotto pressione

I gas contenuti in un recipiente a una pressione relativa pari o superiore a 200 kPa o sotto forma di gas liquefatti o di gas liquefatti e refrigerati.

Comprendono i gas compressi, i gas liquefatti, i gas disciolti e i gas liquefatti refrigerati.

Liquidi infiammabili

Un liquido avente un punto di infiammabilità non superiore a 60 °C.

Un liquido infiammabile è classificato in una delle tre categorie di questa classe, secondo quanto di seguito

Categoria	Punto di infiammabilità	Punto di ebollizione
1	< 23 °C	≤ 35 °C
2	< 23 °C	> 35 °C
3	≥ 23 °C e ≤ 60 °C	

I gasoli, i carburanti diesel e gli oli da riscaldamento leggeri il cui punto di infiammabilità è compreso tra ≥55 °C e ≤75 °C possono essere considerati come appartenenti alla categoria 3.

Solidi infiammabili

Un solido facilmente infiammabile o che può provocare o favorire un incendio per sfregamento. I solidi facilmente infiammabili sono sostanze o miscele in polvere, granulari o pastose, che sono pericolose se possono prendere fuoco facilmente per breve contatto con una sorgente d'accensione, come un fiammifero che brucia, e se la fiamma si propaga rapidamente.

Sostanze e miscele autoreattive

Sono sostanze o miscele liquide o solide termicamente instabili, che possono subire una decomposizione fortemente esotermica, anche in assenza di ossigeno (aria). Questa definizione esclude le sostanze e miscele classificate come esplosivi, perossidi organici o comburenti.

Si considera che una sostanza o miscela autoreattiva possiede proprietà esplosive se, durante le prove di laboratorio, si rivela in grado di detonare, deflagrare rapidamente o reagire violentemente al riscaldamento sotto confinamento.

Liquidi piroforici

Una sostanza o miscela liquida che, anche in piccole quantità, può infiammarsi in meno di cinque minuti quando entra in contatto con l'aria.

Solidi piroforici

Una sostanza o miscela solida che, anche in piccole quantità, può accendersi in meno di cinque minuti quando entra in contatto con l'aria.

Sostanze e miscele autoriscaldanti

Sostanza o miscela liquida o solida diversa da un liquido o solido piroforico che, per reazione con l'aria e senza apporto di energia, può autoriscaldarsi. Una tale sostanza o miscela differisce da un liquido o solido piroforico per il fatto che si accende solo se in grande quantità (chilogrammi) e dopo un lungo lasso di tempo (ore o giorni).

Sostanze e miscele che, a contatto con l'acqua, sviluppano gas infiammabili

Sostanze o miscele solide o liquide che, per interazione con l'acqua, possono diventare spontaneamente infiammabili o sviluppare gas infiammabili in quantità pericolose.

Liquidi comburenti

Una sostanza o miscela liquida che, pur non essendo di per sé necessariamente combustibile, può – generalmente cedendo ossigeno – causare o favorire la combustione di altre materie.

Solidi comburenti

Una sostanza o miscela solida che, pur non essendo di per sé necessariamente combustibile, può, generalmente cedendo ossigeno, causare o favorire la combustione di altre materie.

Perossidi organici

Sostanze organiche liquide o solide che contengono la struttura bivalente -O-O- e possono quindi essere considerate come derivati del perossido d'idrogeno, nei quali uno o due atomi di idrogeno sono sostituiti da radicali organici. Sotto questa denominazione sono comprese anche le miscele (formulazioni) di perossidi organici contenenti almeno un perossido organico. I perossidi organici sono sostanze o miscele termicamente instabili che possono subire una decomposizione esotermica autoaccelerata. Inoltre, possono avere una o più delle seguenti proprietà:

- i) sono soggetti a decomposizione esplosiva;
- ii) bruciano rapidamente;
- iii) sono sensibili agli urti e agli sfregamenti;
- iv) reagiscono pericolosamente al contatto con altre sostanze.

Sostanze o miscele corrosive per i metalli

Sostanza o miscela che, per azione chimica, può attaccare o distruggere i metalli.

4.22 Classi e categorie di pericolo per effetti sulla salute

Per quanto riguarda la classe di pericolo per effetti sulla salute le 10 categorie individuate elencate sono le seguenti:

Classi	Categorie / divisioni / tipo
Tossicità acuta	(categorie 1, 2, 3 e 4)
Corrosione / irritazione pelle	(categorie 1A, 1B, 1C e 2)
Gravi danni agli occhi / irritazione occhi	(categorie 1 e 2)
Sensibilizzazione respiratoria o cutanea	(categoria 1)
Mutagenesi	(categoria 1A, 1B e 2)
Cancerogenesi	(categoria 1A, 1B e 2)
Tossicità per il ciclo riproduttivo	(categoria 1A, 1B e 2) più n. 1 categoria addizionale per effetti sull'allattamento
Tossicità specifica di organo bersaglio (STOT) – esposizione singola	((categorie 1, 2) e categoria 3 solo per effetti narcotici e irritazione respiratoria)
Tossicità specifica di organo bersaglio (STOT) – esposizione ripetuta	(categorie 1, 2)
Pericolo di aspirazione	(categoria 1)

Tossicità acuta

Per tossicità acuta s'intende la proprietà di una sostanza o miscela di produrre effetti nocivi che si manifestano in seguito alla somministrazione per via orale o cutanea di una dose unica o di più dosi ripartite nell'arco di 24 ore, o in seguito ad una esposizione per inalazione di 4 ore.

La classe di pericolo «Tossicità acuta» è differenziata in:

- tossicità acuta per via orale;
- tossicità acuta per via cutanea;
- tossicità acuta per inalazione.

Le sostanze possono essere classificate in una delle quattro categorie di tossicità acuta per via orale, via cutanea o inalazione in base ai valori indicati nella tabella seguente. I valori di tossicità acuta sono espressi in valori (approssimati) di DL50 (orale, cutanea) o CL50 (inalazione) o in stime della tossicità acuta (STA).

Categorie di pericolo di tossicità acuta e corrispondenti stime della tossicità acuta (STA)

Via di esposizione	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
DL50 orale	STA ≤5	5 < STA ≤50	50 < STA ≤300	300 < STA ≤2000
DL50 cutanea	STA ≤50	5 < STA ≤200	200 < STA ≤1000	1000 < STA ≤2000
Gas (ppm volume)	STA ≤100	100 < STA ≤500	500 < STA ≤2500	2500 < STA ≤20000
Vapori (mg/l)	STA ≤0.5	0.5 < STA ≤2	2 < STA ≤10	10 < STA ≤20
Polveri e nebbie (mg/l)	STA ≤0.05	0.05 < STA ≤0.5	0.5 < STA ≤1	1 < STA ≤5

I termini «polvere», «nebbia» e «vapore» sono così definiti:

- **polvere:** particelle solide di una sostanza o miscela in sospensione in un gas (generalmente l'aria);
- **nebbia:** goccioline liquide di una sostanza o miscela in sospensione in un gas (generalmente l'aria);
- **vapore:** forma gassosa di una sostanza o di una miscela liberata a partire dal suo stato liquido o solido.

Corrosione/irritazione della pelle

Per corrosione della pelle s'intende la produzione di lesioni irreversibili della pelle, quali una necrosi visibile attraverso l'epidermide e nel derma, a seguito dell'applicazione di una sostanza di prova per una durata massima di quattro ore. Gli effetti tipici della corrosione sono ulcere, sanguinamento, croste sanguinolente e, al termine di un periodo di osservazione di 14 giorni, depigmentazione cutanea dovuta all'effetto sbiancante, chiazze di alopecia e cicatrici. Per valutare le lesioni dubbie può essere necessario ricorrere a un esame istopatologico.

Per irritazione della pelle s'intende la produzione di lesioni reversibili della pelle a seguito dell'applicazione di una sostanza di prova per una durata massima di 4 ore.

Gravi lesioni oculari/irritazione oculare

Per gravi lesioni oculari s'intendono lesioni dei tessuti oculari o un grave deterioramento della vista conseguenti all'applicazione di una sostanza di prova sulla superficie anteriore dell'occhio, non totalmente reversibili entro 21 giorni dall'applicazione.

Per irritazione oculare s'intende un'alterazione dell'occhio conseguente all'applicazione di sostanze di prova sulla superficie anteriore dell'occhio, totalmente reversibile entro 21 giorni dall'applicazione.

Sensibilizzazione delle vie respiratorie o della pelle

Per sostanza sensibilizzante delle vie respiratorie s'intende una sostanza che, se inalata, provoca un'ipersensibilità delle vie respiratorie.

Per sostanza sensibilizzante della pelle s'intende una sostanza che, a contatto con la pelle, provoca una reazione allergica.

Mutagenicità sulle cellule germinali

Per mutazione s'intende una variazione permanente della quantità o della struttura del materiale genetico di una cellula. Il termine «mutazione» designa sia i mutamenti genetici ereditari che possono manifestarsi a livello fenotipico, sia le modificazioni sottostanti del DNA, se note (comprese le modificazioni di specifiche coppie di basi e le traslocazioni cromosomiche). Il termine «mutageno» designa gli agenti che aumentano la frequenza delle mutazioni in popolazioni di cellule e/o di organismi.

I termini più generali «genotossico» e «genotossicità» si riferiscono ad agenti o processi che modificano la struttura, il contenuto di informazioni o la segregazione del DNA, compresi quelli che danneggiano il DNA interferendo con i normali processi di replicazione o che alterano la replicazione del DNA in maniera non fisiologica (temporanea). I risultati dei test di genotossicità servono in generale come indicatori per gli effetti mutageni.

Categorie di pericolo per le sostanze mutagene delle cellule germinali

Categoria	Descrizione
Categoria 1	Sostanze di cui è accertata la capacità di causare mutazioni ereditarie o da considerare come capaci di causare mutazioni ereditarie nelle cellule germinali umane. Sostanze di cui è accertata la capacità di causare mutazioni ereditarie nelle cellule germinali umane.
Categoria 1 A	La classificazione nella categoria 1A si basa su risultati positivi di studi epidemiologici sull'uomo. Sostanze da considerare come capaci di causare mutazioni ereditarie nelle cellule germinali umane.
Categoria 1 B	La classificazione nella categoria 1B si basa su: risultati positivi di test in vivo di mutagenicità su cellule germinali di mammiferi, o risultati positivi di test in vivo di mutagenicità su cellule somatiche di mammiferi, associati a dati che dimostrano che la sostanza può causare mutazioni nelle cellule germinali. Questi dati supplementari possono provenire da test in vivo di mutagenicità/genotossicità su cellule germinali o dimostrare la capacità della sostanza o dei suoi metaboliti di interagire con il materiale genetico delle cellule germinali, o risultati positivi di test che dimostrano effetti mutageni in cellule germinali umane, ma non la trasmissione delle mutazioni alla progenie; per esempio, un aumento della frequenza dell'aneuploidia negli spermatozoi dei soggetti esposti.
Categoria 2	Sostanze che destano preoccupazione per il fatto che potrebbero causare mutazioni ereditarie nelle cellule germinali umane

Valutazione della mutagenicità dei preparati/miscele

Quando esistono dati per tutti i componenti del preparato/miscela o per alcuni di essi, la miscela stessa è classificata come mutagena se contiene almeno un componente classificato come mutageno di categoria 1A, 1B o 2 in concentrazione pari o superiore al limite di concentrazione generico appropriato riportato nella tabella seguente, salvo limiti diversi e specifici di mutagenicità delle singole sostanze.

Componente classificato come:	Limiti di concentrazione che determinano la classificazione della miscela come:		
	Mutageno di categoria 1A	Mutageno di categoria 1B	Mutageno di categoria 2
Mutageno di categoria 1A	≥ 0,1 %	-	-
Mutageno di categoria 1B	-	≥ 0,1 %	-
Mutageno di categoria 2	-	-	≥ 1 %

I limiti di concentrazione riportati nella tabella si riferiscono sia ai solidi e ai liquidi (unità peso/peso) sia ai gas (unità volume/volume).

Cancerogenicità

È cancerogena una sostanza o una miscela di sostanze che causa il cancro o ne aumenta l'incidenza. Le sostanze che hanno causato l'insorgenza di tumori benigni o maligni nel corso di studi sperimentali correttamente eseguiti su animali sono anche considerate cancerogene presunte o sospette per l'uomo, a meno che non sia chiaramente dimostrato che il meccanismo della formazione del tumore non è rilevante per l'uomo.

Categorie di pericolo per le sostanze cancerogene

Categoria	
Categoria 1	Sostanze cancerogene per l'uomo accertate o presunte
Categoria 1 A	La classificazione nella categoria 1A può avvenire ove ne siano noti effetti cancerogeni per l'uomo sulla base di studi sull'uomo
Categoria 1 B	La classificazione nella categoria 1B si ha le sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali
Categoria 2	Sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo

Valutazione della cancerogenicità dei preparati/miscele

Quando esistono dati per tutti i componenti della miscela o per alcuni di essi, la miscela stessa è classificata come mutagena se contiene almeno un componente classificato come cancerogeno di categoria 1A, 1B o 2 in concentrazione pari o superiore al limite di concentrazione generico appropriato riportato nella tabella seguente, salvo limiti diversi e specifici di cancerogenicità delle singole sostanze.

Componente classificato come:	Limiti di concentrazione che determinano la classificazione della miscela come:		
	Cancerogeno di categoria 1A	Cancerogeno di categoria 1B	Cancerogeno di categoria 2
Cancerogeno di categoria 1A	≥ 0,1 %	-	-
Cancerogeno di categoria 1B	-	≥ 0,1 %	-
Cancerogeno di categoria 2	-	-	≥ 1 %

I limiti di concentrazione riportati nella tabella si riferiscono sia ai solidi e ai liquidi (unità peso/peso) sia ai gas (unità volume/volume).

Tossicità per la riproduzione

Sono sostanze tossiche per la riproduzione le sostanze che hanno effetti nocivi sulla funzione sessuale e sulla fertilità degli uomini e delle donne adulti, nonché sullo sviluppo della progenie. La tossicità per la riproduzione è suddivisa in due grandi categorie di effetti:

- effetti nocivi sulla funzione sessuale e la fertilità o sullo sviluppo;
- effetti nocivi sullo sviluppo della progenie.

Tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione singola)

Tossicità specifica e non letale per organi bersaglio, risultante da un'unica esposizione a una sostanza o miscela. Sono compresi tutti gli effetti significativi per la salute che possono alterare la funzione, reversibili o irreversibili, immediati e/o ritardati.

In questa classe sono comprese le sostanze e le miscele che presentano una tossicità specifica per organi bersaglio e che, di conseguenza, possono nuocere alla salute delle persone che vi sono esposte. Tale classe di pericolo è suddivisa in:

- Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione singola, categorie 1 e 2;
- Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione singola, categoria 3.

Tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione ripetuta)

S'intende una tossicità specifica per organi bersaglio risultante da un'esposizione ripetuta a una sostanza o miscela. Sono compresi tutti gli effetti significativi per la salute che possono alterare la funzione, reversibili o irreversibili, immediati e/o ritardati. In questa classe sono comprese le sostanze considerate che presentano una tossicità specifica per organi bersaglio in seguito a un'esposizione ripetuta e che, di conseguenza, possono nuocere alla salute delle persone che vi sono esposte.

Pericolo in caso di aspirazione

S'intende la penetrazione di una sostanza o di una miscela solida o liquida, direttamente attraverso la cavità orale o nasale, o indirettamente per rigurgitazione, nella trachea e nelle vie respiratorie inferiori. La tossicità per aspirazione può avere effetti acuti gravi, quali polmonite chimica, lesioni polmonari di vario grado e il decesso.

4.23 *Classi e categorie di pericolo per effetti sull'ambiente*

Infine per ciò che riguarda la classe di pericolo per effetti sull'ambiente sono definite 2 categorie:

Pericoloso per l'ambiente acquatico	tossicità acuta categoria 1, tossicità cronica categorie 1, 2, 3, e 4
Pericoloso per lo strato di ozono	

Pericoloso per l'ambiente acquatico

Per tossicità acuta per l'ambiente acquatico s'intende la capacità propria di una sostanza di causare danni a un organismo sottoposto a un'esposizione di breve durata.

Pericoloso per lo strato di ozono

Per sostanza pericolosa per lo strato di ozono s'intende una sostanza che, in base ai dati disponibili relativi alle sue proprietà e al suo destino e comportamento ambientali previsti o osservati, può presentare un pericolo per la struttura e/o il funzionamento dello strato di ozono della stratosfera. Rientrano in questa definizione le sostanze elencate nell'allegato I del regolamento (CE) n. 2037/2000 e s.m.i. del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 giugno 2000, sulle sostanze che riducono lo strato di ozono.

4.24 *Indicazioni di pericolo*

Le indicazioni di pericolo sono suddivise in base al tipo di pericolo trattato, esse sono individuate dalla lettera **H** secondo la seguente classificazione:

H2.. Pericoli fisici;

H3.. Pericoli per la salute;

H4.. Pericoli per l'ambiente.

4.25 Indicazioni di pericolo relative a pericoli fisici

H200	Esplosivo instabile
H201	Esplosivo; pericolo di esplosione di massa
H202	Esplosivo; grave pericolo di proiezione
H203	Esplosivo; pericolo di incendio, di spostamento d'aria o di proiezione
H204	Pericolo di incendio o di proiezione
H205	Pericolo di esplosione di massa in caso d'incendio
H220	Gas altamente infiammabile
H221	Gas infiammabile
H222	Aerosol altamente infiammabile
H223	Aerosol infiammabile
H224	Liquido e vapori altamente infiammabili
H225	Liquido e vapori facilmente infiammabili
H226	Liquido e vapori infiammabili
H228	Solido infiammabile
H240	Rischio di esplosione per riscaldamento
H241	Rischio d'incendio o di esplosione per riscaldamento
H242	Rischio d'incendio per riscaldamento
H250	Spontaneamente infiammabile all'aria
H251	Autoriscaldante; può infiammarsi
H252	Autoriscaldante in grandi quantità; può infiammarsi
H260	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili che possono infiammarsi spontaneamente
H261	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili
H270	Può provocare o aggravare un incendio; comburente
H271	Può provocare un incendio o un'esplosione; molto comburente
H272	Può aggravare un incendio; comburente
H280	Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato
H281	Può provocare ustioni o lesioni criogeniche
H290	Può essere corrosivo per i metalli

4.26 Pericoli per la salute

H300	Letale se ingerito
H301	Tossico se ingerito
H302	Nocivo se ingerito
H304	Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie
H310	Letale per contatto con la pelle
H311	Tossico per contatto con la pelle
H312	Nocivo per contatto con la pelle
H314	Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari
H315	Provoca irritazione cutanea
H317	Può provocare una reazione allergica cutanea
H318	Provoca gravi lesioni oculari
H319	Provoca grave irritazione oculare
H330	Letale se inalato
H331	Tossico se inalato
H332	Nocivo se inalato
H334	Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato
H335	Può irritare le vie respiratorie
H336	Può provocare sonnolenza o vertigini
H340	Può provocare alterazioni genetiche <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H341	Sospettato di provocare alterazioni genetiche <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H350	Può provocare il cancro <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H351	Sospettato di provocare il cancro <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H360	Può nuocere alla fertilità o al feto <indicare l'effetto specifico, se noto> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H361	Sospettato di nuocere alla fertilità o al feto <indicare l'effetto specifico, se noto> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H362	Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno
H370	Provoca danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H371	Può provocare danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H372	Provoca danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> in caso di esposizione prolungata o ripetuta <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>
H373	Può provocare danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> in caso di esposizione prolungata o ripetuta <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>

4.27 *Pericoli per l'ambiente*

H400	Molto tossico per gli organismi acquatici
H410	Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H411	Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H412	Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H413	Può essere nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

4.28 *Informazioni supplementari sui pericoli*

Proprietà fisiche

EUH 001	Esplosivo allo stato secco
EUH 006	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria
EUH 014	Reagisce violentemente con l'acqua
EUH 018	Durante l'uso può formarsi una miscela vapore aria esplosiva/infiammabile
EUH 019	Può formare perossidi esplosivi
EUH 044	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato

Proprietà pericolose per la salute

EUH 029	A contatto con l'acqua libera un gas tossico
EUH 031	A contatto con acidi libera gas tossici
EUH 032	A contatto con acidi libera gas molto tossici
EUH 066	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle
EUH 070	Tossico per contatto oculare
EUH 071	Corrosivo per le vie respiratorie

Proprietà pericolose per l'ambiente

EUH 059	Pericoloso per lo strato di ozono
---------	-----------------------------------

4.29 Elementi dell'etichetta e informazioni supplementari per talune sostanze o miscele

EUH 201/201	Contiene piombo. Non utilizzare su oggetti che possono essere masticati o succhiati dai bambini Attenzione! Contiene piombo
EUH 202	Cianoacrilato. Pericolo. Incolla la pelle e gli occhi in pochi secondi Tenere fuori dalla portata dei bambini
EUH 203	Contiene cromo (VI). Può provocare una reazione allergica
EUH 204	Contiene isocianati. Può provocare una reazione allergica
EUH 205	Contiene componenti epossidici. Può provocare una reazione allergica
EUH 206	Attenzione! Non utilizzare in combinazione con altri prodotti Possono liberarsi gas pericolosi (cloro)
EUH 207	Attenzione! Contiene cadmio. Durante l'uso si sviluppano fumi pericolosi Leggere le informazioni fornite dal fabbricante. Rispettare le disposizioni di sicurezza
EUH 208	Contiene <denominazione della sostanza sensibilizzante>. Può provocare una reazione allergica
EUH 209/209A	Può diventare facilmente infiammabile durante l'uso. Può diventare infiammabile durante l'uso
EUH 210	Scheda dati di sicurezza disponibile su richiesta
EUH 401	Per evitare rischi per la salute umana e per l'ambiente, seguire le istruzioni per l'uso

4.30 Consigli di prudenza

I consigli di prudenza sono suddivisi in base al tipo di pericolo trattato, esse sono individuate dalla lettera **P** secondo la seguente classificazione:

- P1.. Carattere generale;
- P2.. Prevenzione;
- P3.. Reazione;
- P4.. Conservazione;
- P5.. Smaltimento.

4.31 Consigli di prudenza di carattere generale

P101	In caso di consultazione di un medico, tenere a disposizione il contenitore o l'etichetta del prodotto
P102	Tenere fuori dalla portata dei bambini
P103	Leggere l'etichetta prima dell'uso

4.32 Consigli di prudenza – Prevenzione

P201	Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso
P202	Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze
P210	Tenere lontano da fonti di calore/scintille/fiamme libere/superfici riscaldate - Non fumare
P211	Non vaporizzare su una fiamma libera o altra fonte di accensione
P220	Tenere/conservare lontano da indumenti/.../materiali combustibili
P221	Prendere ogni precauzione per evitare di miscelare con sostanze combustibili ...
P222	Evitare il contatto con l'aria
P223	Evitare qualsiasi contatto con l'acqua: pericolo di reazione violenta e di infiammazione spontanea
P230	Mantenere umido con ...
P231	Manipolare in atmosfera di gas inerte
P232	Proteggere dall'umidità
P233	Tenere il recipiente ben chiuso
P234	Conservare soltanto nel contenitore originale
P235	Conservare in luogo fresco
P240	Mettere a terra/massa il contenitore e il dispositivo ricevente
P241	Utilizzare impianti elettrici/di ventilazione/d'illuminazione/.../a prova di esplosione
P242	Utilizzare solo utensili antiscintillamento
P243	Prendere precauzioni contro le scariche elettrostatiche
P244	Mantenere le valvole di riduzione libere da grasso e olio
P250	Evitare le abrasioni/gli urti/.../gli attriti
P251	Recipiente sotto pressione: non perforare né bruciare, neppure dopo l'uso
P260	Non respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol
P261	Evitare di respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol
P262	Evitare il contatto con gli occhi, la pelle o gli indumenti
P263	Evitare il contatto durante la gravidanza/l'allattamento
P264	Lavare accuratamente ... dopo l'uso
P270	Non mangiare, né bere, né fumare durante l'uso
P271	Utilizzare soltanto all'aperto o in luogo ben ventilato
P272	Gli indumenti da lavoro contaminati non devono essere portati fuori dal luogo di lavoro
P273	Non disperdere nell'ambiente
P280	Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso
P281	Utilizzare il dispositivo di protezione individuale richiesto
P282	Utilizzare guanti termici/schermo facciale/Proteggere gli occhi
P283	Indossare indumenti completamente ignifughi o in tessuti ritardanti di fiamma
P284	Utilizzare un apparecchio respiratorio
P285	In caso di ventilazione insufficiente utilizzare un apparecchio respiratorio
P231 + P232	Manipolare in atmosfera di gas inerte Tenere al riparo dall'umidità
P235 + P410	Tenere in luogo fresco Proteggere dai raggi solari

4.33 Consigli di prudenza – Reazione

P301	In caso di ingestione
P302	In caso di contatto con la pelle
P303	In caso di contatto con la pelle (o con i capelli)
P304	In caso di inalazione
P305	In caso di contatto con gli occhi
P306	In caso di contatto con gli indumenti
P307	In caso di esposizione
P308	In caso di esposizione o di possibile esposizione
P309	In caso di esposizione o di malessere
P310	Contattare immediatamente un centro antiveleni o un medico
P311	Contattare un centro antiveleni o un medico
P312	In caso di malessere, contattare un centro antiveleni o un medico
P313	Consultare un medico
P314	In caso di malessere, consultare un medico
P315	Consultare immediatamente un medico
P320	Trattamento specifico urgente (vedere ... su questa etichetta)
P321	Trattamento specifico (vedere ... su questa etichetta)
P322	Misure specifiche (vedere ... su questa etichetta)
P330	Sciacquare la bocca
P331	Non provocare il vomito
P332	In caso di irritazione della pelle
P333	In caso di irritazione o eruzione della pelle
P334	Immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P335	Rimuovere le particelle depositate sulla pelle
P336	Sgelare le parti congelate usando acqua tiepida. Non sfregare la parte interessata
P337	Se l'irritazione degli occhi persiste
P338	Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare
P340	Trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P341	Se la respirazione è difficile, trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P342	In caso di sintomi respiratori
P350	Lavare delicatamente e abbondantemente con acqua e sapone
P351	Sciacquare accuratamente per parecchi minuti
P352	Lavare abbondantemente con acqua e sapone
P353	Sciacquare la pelle/fare una doccia
P360	Sciacquare immediatamente e abbondantemente gli indumenti contaminati e la pelle prima di togliersi gli indumenti
P361	Togliersi di dosso immediatamente tutti gli indumenti contaminati
P362	Togliersi di dosso gli indumenti contaminati e lavarli prima di indossarli nuovamente
P363	Lavare gli indumenti contaminati prima di indossarli nuovamente
P370	In caso di incendio
P371	In caso di incendio grave e di quantità rilevanti
P372	Rischio di esplosione in caso di incendio
P373	Non utilizzare mezzi estinguenti se l'incendio raggiunge materiali esplosivi

segue 4.33 Consigli di prudenza – Reazione

P374	Utilizzare i mezzi estinguenti con le precauzioni abituali a distanza ragionevole
P375	Rischio di esplosione. Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza
P376	Bloccare la perdita se non c'è pericolo
P377	In caso d'incendio dovuto a perdita di gas, non estinguere a meno che non sia possibile bloccare la perdita senza pericolo
P378	Estinguere con ...
P380	Evacuare la zona
P381	Eliminare ogni fonte di accensione se non c'è pericolo
P390	Assorbire la fuoriuscita per evitare danni materiali
P391	Raccogliere il materiale fuoriuscito
P301 + P310	In caso di ingestione: contattare immediatamente un centro antiveleni o un medico
P301 + P312	In caso di ingestione accompagnata da malessere: contattare un centro antiveleni o un medico
P301 + P330 + P331	In caso di ingestione: sciacquare la bocca. Non provocare il vomito
P302 + P334	In caso di contatto con la pelle: immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P302 + P350	In caso di contatto con la pelle: lavare delicatamente e abbondantemente con acqua e sapone
P302 + P352	In caso di contatto con la pelle: lavare abbondantemente con acqua e sapone
P303 + P361 + P353	In caso di contatto con la pelle (o con i capelli): togliersi di dosso immediatamente tutti gli indumenti
P304 + P340	In caso di inalazione: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P304 + P341	In caso di inalazione: se la respirazione è difficile, trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P305 + P351 + P338	In caso di contatto con gli occhi: sciacquare accuratamente per parecchi minuti Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare
P306 + P360	In caso di contatto con gli indumenti: sciacquare immediatamente e abbondantemente gli indumenti contaminati e la pelle prima di togliersi gli indumenti
P307 + P311	In caso di esposizione, contattare un centro antiveleni o un medico
P308 + P313	In caso di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico
P309 + P311	In caso di esposizione o di malessere, contattare un centro antiveleni o un medico
P332 + P313	In caso di irritazione della pelle: consultare un medico
P333 + P313	In caso di irritazione o eruzione della pelle: consultare un medico
P335 + P334	Rimuovere le particelle depositate sulla pelle Immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P337 + P313	Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico
P342 + P311	In caso di sintomi respiratori: contattare un centro antiveleni o un medico
P370 + P376	In caso di incendio: bloccare la perdita se non c'è pericolo
P370 + P378	In caso di incendio: estinguere con ...
P370 + P380	Evacuare la zona in caso di incendio
P370 + P380 + P375	In caso di incendio: evacuare la zona. Rischio di esplosione Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza
P371 + P380 + P375	In caso di incendio grave e di grandi quantità: evacuare la zona. Rischio di esplosione Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza









4.34 Consigli di prudenza – Conservazione









P401	Conservare ...
P402	Conservare in luogo asciutto
P403	Conservare in luogo ben ventilato
P404	Conservare in un recipiente chiuso
P405	Conservare sotto chiave
P406	Conservare in recipiente resistente alla corrosione/... provvisto di rivestimento interno resistente
P407	Mantenere uno spazio libero tra gli scaffali/i pallet
P410	Proteggere dai raggi solari
P411	Conservare a temperature non superiori a ... °C/... °F
P412	Non esporre a temperature superiori a 50 °C/122 °F
P413	Conservare le rinfuse di peso superiore a ... kg/... lb a temperature non superiori a ... °C/ ... °F
P420	Conservare lontano da altri materiali
P422	Conservare sotto ...
P402 + P404	Conservare in luogo asciutto e in recipiente chiuso
P403 + P233	Tenere il recipiente ben chiuso e in luogo ben ventilato
P403 + P235	Conservare in luogo fresco e ben ventilato
P410 + P403	Proteggere dai raggi solari. Conservare in luogo ben ventilato
P410 + P412	Proteggere dai raggi solari. Non esporre a temperature superiori a 50 °C/122 °F
P411 + P235	Conservare in luogo fresco a temperature non superiori a °C/... °F

4.35 Consigli di prudenza – Smaltimento







P501	Smaltire il prodotto/recipiente in ...
------	--










4.36 CLP: Simboli di pericolo per la salute

Classi e Categorie	Classificazione CLP			Classificazione DPP - DSP		
Tossicità acuta, Cat 1 e 2 Per via orale Per via cutanea Per inalazione		H300 H310 H330	Pericolo		R28 R27 R26	Altamente Tossico
Tossicità acuta, Cat 3 Per via orale Per via cutanea Per inalazione		H301 H311 H331			R25 R24 R23	
Mutagenicità, Cat 1A, 1B		H340	Pericolo		R46 R45, R49 R60, R61 R39 R48	Tossico
Cancerogenicità, Cat 1A e 1B		H350				
Tossicità riproduzione, Cat 1A e 1B		H360				
Tossicità organi bersaglio, Cat 1		H370				
Tossicità organi bersaglio, Cat 1		H372				
Sensibilizzazione delle vie respiratorie, Cat 1		H334				
Tossicità in caso di aspirazione, Cat 1		H304				
Mutagenicità, Cat 2		H341	Attenzione		R68 R40 R62, R63 R68 R48	Nocivo
Cancerogenicità, Cat 2		H351				
Tossicità per la riproduzione, Cat 2		H361				
Tossicità organi bersaglio, Cat 2		H371, H373				
Tossicità acuta, Cat 4 Per via orale Per via cutanea Per inalazione		H302 H312 H332	Attenzione		R22 R21 R20	

Classi e Categorie	Classificazione CLP			Classificazione DPP - DSP		
Corrosione della pelle, Cat 1A, 1B, 1C		H314	Pericolo		R34, R35	Corrosivo
Gravi lesioni oculari, Cat 1		H318			R41	Irritante
Irritazione della pelle, Cat 2		H315	Attenzione		R38 R36 R43	Irritante
Irritazione oculare, Cat 2		H319		Nessun simbolo	R67	
Sensibilizzazione della pelle, Cat 2		H317				
Tossicità per organi bersaglio a seguito di esposizione singola, Cat 3 Irritazione delle vie respiratorie Narcosi		H335 H336				
Pericoloso per l'ambiente acquatico, acuto, Cat 1		H400	Attenzione		R50	Pericoloso per l'ambiente
Pericoloso per l'ambiente acquatico, cronico, Cat 1		H410		R50/R53		
Pericoloso per l'ambiente acquatico, cronico, Cat 2		H411		R51/R53		

4.37 CLP: Simboli fisici

Classi e Categorie	Classificazione CLP			Classificazione DPP - DSP		
Esplosivi		H200, H201, H202, H203,	Pericolo		(R2, R3)	Esplosivo
Sostanze e miscele autoreattive Perossidi Organici		H240, H241				
Esplosivi		H204	Attenzione	Nessuna classificazione		
Gas altamente infiammabili		H220	Pericolo		(R12) R12	Estremamente Infiammabile
Aerosol altamente infiammabili		H222				
Liquidi e vapori altamente/facilmente infiammabili		H224, H225	Attenzione		R11 (R11)	Facilmente Infiammabile

Classi e Categorie	Classificazione CLP			Classificazione DPP - DSP			
Aerosol infiammabili		H223	Attenzione	Nessun Simbolo	(R10) R10	Infiammabile	
Liquidi e vapori infiammabili		H226		Non è indicato il punto di infiammabilità 56 – 60 °C			
Solidi infiammabili		H228					
Liquidi Piroforici		H250	Attenzione/Pericolo		R17 (R15)	Facilmente Infiammabile	
Solidi Piroforici		H260					
Sostanze e miscele che a contatto con l'acqua emettono gas infiammabili		H261					
Sostanze e miscele autoreattive		H241, H242			R12		
Sostanze e miscele autoriscaldanti		H251, H252					
Perossidi Organici		H241, H242			R7 R7		Comburenti
Gas comburenti Liquidi Comburenti Solidi Comburenti				H270, H271, H272	Pericolo Attenzione		
Gas sotto pressione Gas compressi Gas liquefatti Gas disciolti		H280 H281	Attenzione	Nessuna classificazione			
Sostanze e miscele corrosive per i metalli Cat 1		H290	Attenzione	Nessuna classificazione			

4.38 Metodi e strumenti per riconoscere i pericoli

4.38.1 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 e 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.

Il contenuto dell'etichetta deve essere tradotto nella lingua del Paese di utilizzo del prodotto.

Secondo il D.Lgs. 81/08 Titolo V, 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.

Nell'attuale classificazione prevista dalla UE, l'etichetta consente quindi di individuare sinteticamente i principali rischi chimico-fisici e tossicologici (rischi per la sicurezza e per la salute) connessi con la normale manipolazione ed utilizzazione, fornisce informazioni: sui pericoli più gravi con simboli, tramite le frasi di rischio (frasi R) si hanno informazioni sulla natura dei rischi, tramite i consigli di prudenza (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.

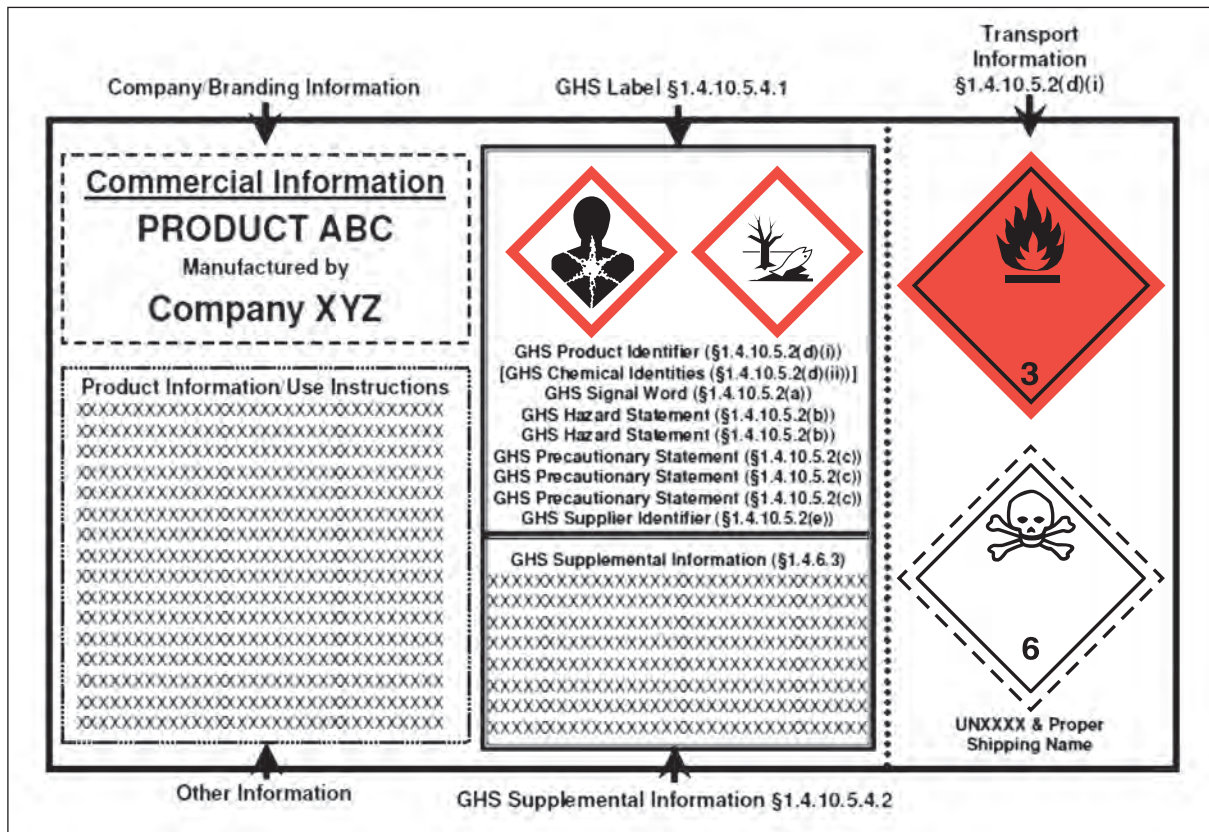
ETICHETTA TIPO CLASSIFICAZIONE UE (direttive DSP - DPP)		
Simbolo di rischio più grave	Frasi R	Fabbricante o Responsabile Immissione
2° simbolo di rischio più grave	Frasi S	Nome Commerciale
	Indicazioni speciali	Massa o Volume
	Nome chimico	

Nel caso invece della etichettatura secondo il Regolamento CLP, questa comprende elementi che, per la maggior parte, sono diversi da quelli attualmente utilizzati nei luoghi di lavoro in Europa. Le informazioni richieste sono gli **identificatori del prodotto**, l'**identità del fornitore**, i **simboli di pericolo**, le **parole di segnalazione**, le **frasi di rischio** e i **messaggi di attenzione**.

Per quanto riguarda l'etichetta di una sostanza o di una miscela le principali novità riguardano:

- le frasi di rischio sono sostituite dagli **hazard statement** (*indicazioni di pericolo*) per esempio la frase di rischio **R28 – molto tossico se ingerito**, è sostituita dall'hazard statement **H300 – fatale se ingerito**;
- i consigli di prudenza sono sostituiti dai **precautionary statement** (*consigli di prudenza*);
- l'introduzione dell'avvertenza costituita da una singola parola che può essere “**pericolo**” oppure “**attenzione**”, secondo la classificazione della sostanza o miscela pericolosa;
- sono introdotti i **pittogrammi di pericolo**: una composizione grafica comprendente un simbolo e altri elementi grafici, ad esempio un bordo, motivo o colore di fondo, destinata a comunicare informazioni specifiche sul pericolo in questione.

Di seguito, si riporta una etichetta “tipo” prevista dal regolamento CLP.



4.38.2 Schede di sicurezza (SDS)

Le SDS sono i principali vettori di informazione per gli utilizzatori oltre che lo strumento fondamentale per la valutazione del rischio chimico, in quanto forniscono una panoramica completa delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche e delle indicazioni per la corretta manipolazione.

Le informazioni contenute nelle SDS possono costituire il punto di partenza per individuare i pericoli a cui i lavoratori sono esposti e le misure di controllo necessarie.

Tuttavia fino a quando il regolamento REACH non sarà a regime e comunque per quelle tipologie di sostanze da questo non gestite, non tutte le potenziali condizioni di utilizzo possono vengono dal produttore; in questo caso quindi, le misure di protezione raccomandate nelle SDS devono essere adattate alle condizioni specifiche di ogni luogo di lavoro.

Le schede 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 una revisione periodica delle SDS da parte del produttore.

Le voci delle SDS stabilite dal D.M. 4/4/97 e confermate dal Regolamento REACH, sono:

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
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 funzione 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 sviluppino 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 a:

- 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;
- 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;
- metodi di pulizia;
- uso di materiale assorbente (ad es. sabbia, farina fossile, legante acido, legante universale, segatura, ecc.), riduzione di gas/fumi sviluppati 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 fuoco 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

PROPRIETÀ 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, ecc.

[10] Stabilità e reattività

Questa voce riguarda la stabilità della sostanza o del preparato chimico e la possibilità che si verifichino 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

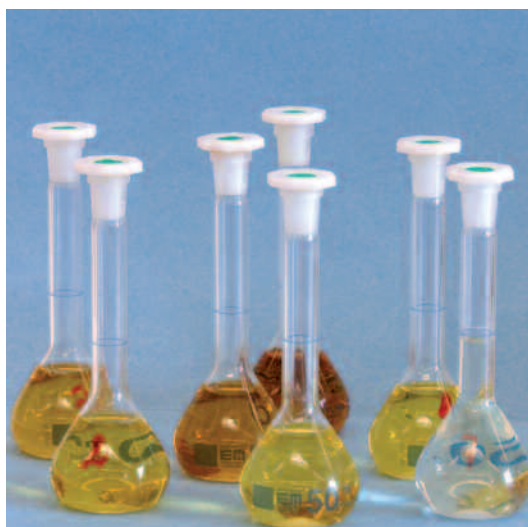
ECOTOSSICITÀ

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, ecc.).

[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.

4.38.3 La segnaletica

Un ulteriore strumento previsto dal D.Lgs. 81/08, Titolo V, utile per rispettare gli standard di sicurezza nei luoghi di lavoro sono i segnali di avvertimento e di sicurezza, che completano le misure di prevenzione e protezione previste. Sono definite diverse categorie di segnali caratterizzate da forme e colori standardizzati fra cui, ad esempio:

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

Inoltre sempre il D.Lgs. 81/08, Titolo V, prevede che i recipienti, i serbatoi, le tubazioni e le canalizzazioni contenenti liquidi o gas nocivi o pericolosi devono essere chiaramente identificati nel contenuto e contrassegnati con i relativi simboli di pericolo; inoltre, 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 il cui contenuto cambia con frequenza (ad es. beker, provette, beute), purché gli addetti vengano informati o formati per garantire comunque un livello identico di protezione. La segnaletica di sicurezza fa parte di quelle fasi di informazione, formazione e addestramento degli addetti che costituiscono un passaggio obbligato per ottenere condizioni di lavoro ottimali per la sicurezza e la salute.



Apparato per la determinazione della tensione superficiale

5. L'evoluzione normativa in tema di sostanze chimiche

5.1 La normativa di riferimento in Europa

In Appendice A sono riportati i riferimenti normativi europei ed italiani relativi agli argomenti di questa guida. La direttiva quadro europea sulla sicurezza e salute dei lavoratori è la *Direttiva 89/391/CEE* del Consiglio, del 12 giugno 1989, relativa all'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori.

Tale Direttiva ha prodotto, nel tempo, numerose direttive figlie. Due delle quali riguardano i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro:

- 1) Direttiva 90/394/CEE (agenti cancerogeni) *sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni durante il lavoro* (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, della direttiva 89/391/CEE). In Italia ha prodotto il D.Lgs. n. 66 del 02.02.2000 successivamente abrogato e sostituito dal D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, "sostanze pericolose", Capo II, *Protezione da agenti cancerogeni e mutageni*;
- 2) Direttiva 98/24/CE del Consiglio del 7 aprile 1998 (agenti chimici pericolosi), quattordicesima direttiva particolare a norma dell'articolo 16 della direttiva 89/391/CEE, *sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro*. In Italia ha prodotto il D.Lgs. n. 25 del 02.02.2002 successivamente abrogato e sostituito dal D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, "sostanze pericolose", Capo I, *Protezione da Agenti Chimici*.

Per le definizioni di agenti chimici pericolosi, agenti cancerogeni e mutageni, sostanze e preparati, il riferimento non poteva che essere la *Direttiva 67/548/CEE* relativa alla classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose e la *Direttiva 1999/45/CE* relativa alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi.

Tali direttive si sono evolute 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

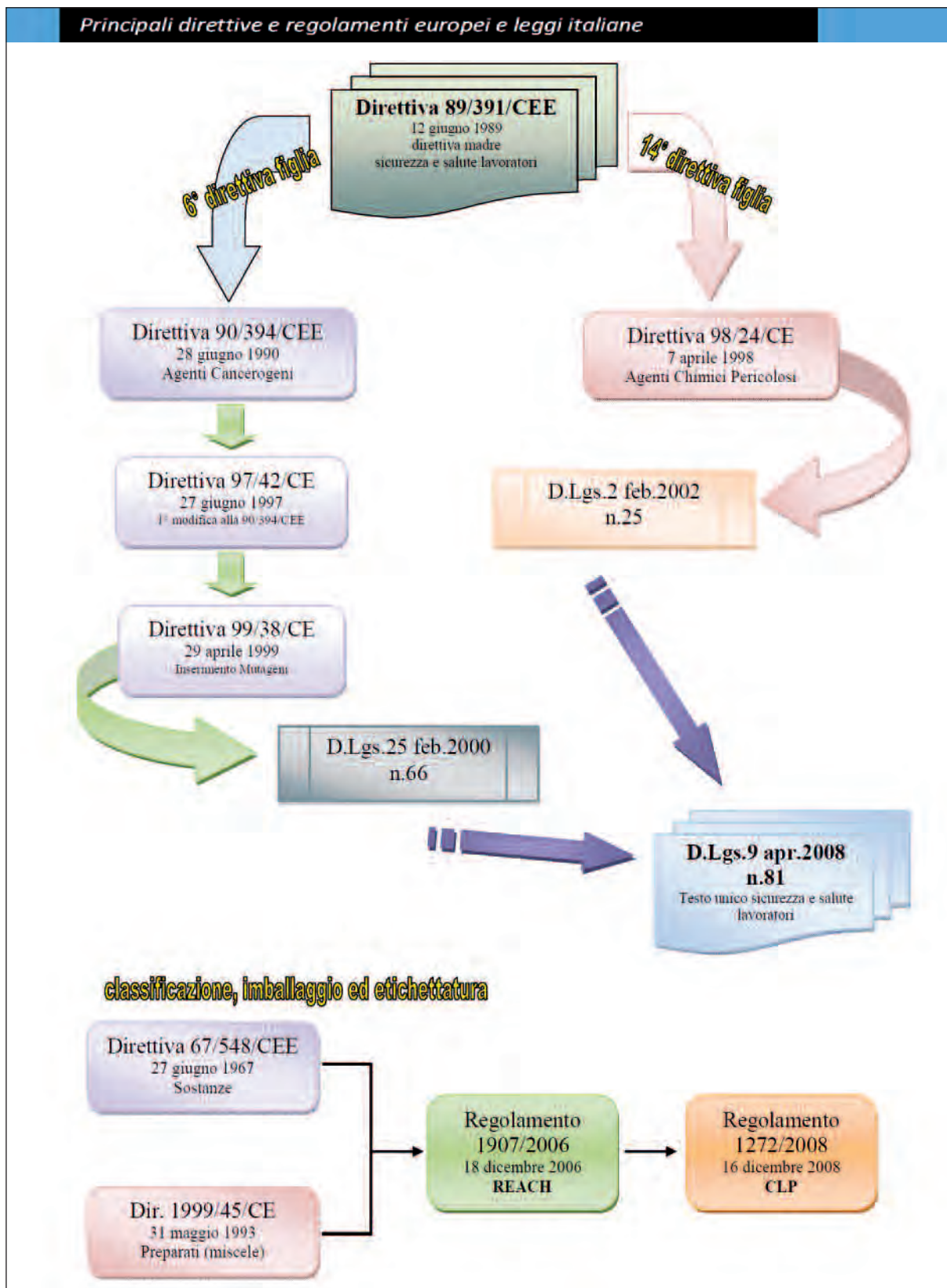
dall'EINECS e CAS) e delle indicazioni di sicurezza per la manipolazione e lo stoccaggio (frasi di rischio, consigli di prudenza, simboli di pericolo).

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 procedura 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 approvato un nuovo quadro normativo europeo per le sostanze chimiche costituito dal regolamento 1907/2006 (REACH) e al regolamento 1272/2008 (CLP), già ampiamente trattati al paragrafo §.4.19.



5.2 La normativa di riferimento in Italia

In applicazione delle numerose direttive europee in materia, la normativa di riferimento in Italia è il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modifiche ed integrazioni, ed in particolare il Titolo IX (sostanze pericolose), Capo I (protezione da agenti chimici pericolosi) e il Capo II (protezione da agenti cancerogeni e mutageni). Tale D.Lgs. 81/2008 definisce 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 decreto legislativo in questione, ha introdotto un'innovazione sostanziale alle modalità di tutela della salute dei lavoratori, sostituendo la presunzione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni, con la sua valutazione.

La trattazione degli agenti chimici all'interno del D.Lgs. 81/2008 è quindi inserita all'interno del Titolo IX (sostanze pericolose), seppure il legislatore abbia voluto differenziare i seguenti due gruppi:

- Capo I (protezione da agenti chimici pericolosi);
- Capo II (protezione da agenti cancerogeni e mutageni).

Infatti gli agenti cancerogeni e mutageni sono anch'essi agenti chimici, ma la loro trattazione separata 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.

Anche all'interno di questa linea guida gli agenti chimici pericolosi e gli agenti cancerogeni e mutageni hanno avuto una trattazione necessariamente separata anche se presentano elementi di affinità metodologica.

5.3 Agenti chimici pericolosi

Come fare per individuare gli agenti chimici pericolosi?

La definizione degli agenti chimici pericolosi (D.Lgs. 81/2008, art.222); riportata più avanti al paragrafo *definizioni e terminologia*, non risulta certo di immediata comprensione.

Lo strumento principale per individuare gli agenti chimici pericolosi è la classificazione, etichettatura ed imballaggio degli agenti chimici e quindi il Regolamento CE n. 1272/2008 (CLP), e le schede di sicurezza. Argomenti affrontati entrambi al capitolo precedente.

Sostanzialmente sono classificati *agenti chimici pericolosi* tutte quelle sostanze o miscele *pericolose per la salute* che hanno un'etichettatura corrispondente ai simboli (DSP e DPP): Molto Tossici, Tossici, Corrosivi, Irritanti, Sensibilizzanti (cfr. §.4.5) e ai simboli (CLP): Tossicità acuta, Corrosione/irritazione pelle, Gravi danni agli occhi/irritazione occhi, Sensibilizzazione respiratoria o cutanea, Pericolo di aspirazione (Cfr. §.4.22).

5.3.1 Misure e principi generali per la prevenzione dei rischi

La legge stabilisce che i rischi derivanti da agenti chimici pericolosi devono essere eliminati o ridotti al minimo attraverso la adozione di misure e principi generali di tutela quali:

- a) *progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro*. Per i laboratori significa lo sviluppo di una nuova “cultura della sicurezza” che passa attraverso una valutazione più attenta e profonda, sotto il profilo della sicurezza, della “*pianificazione del metodo analitico (prova)*”. Tale pianificazione risulta favorita dal fatto che i metodi analitici sono divenuti procedure operative standard. Inoltre hanno una influenza rilevante nell’*organizzazione* e nel *ritmo* del lavoro l’esistenza di *condizioni personali speciali* come persone molto giovani o anziane, donne in stato di gestazione o di allattamento, persone sensibilizzate o in precarie condizioni di salute e la mancanza di informazione dei lavoratori sui prodotti che manipolano;
- 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* attraverso una idonea organizzazione del lavoro e delle aree dove tale lavoro è effettuato;
- d) *riduzione al minimo della durata e dell’intensità dell’esposizione* accorpendo, ad esempio se possibile, i campioni da sottoporre ad analisi;
- e) *misure igieniche adeguate* quali, ad esempio, l’utilizzo del corretto abbigliamento di lavoro come il camice, l’obbligo dell’utilizzo di occhiali protettivi durante tutte le attività di laboratorio, l’utilizzo dei guanti quando serve e la periodica pulizia delle mani;
- f) *riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione* evitando di detenere troppi reagenti sui banchi di laboratorio conservandone opportunamente le quantità non necessarie negli appositi depositi e/o armadi di sicurezza;
- g) *metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell’immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici*. L’attività di analisi produce quantitativi non indifferenti di residui e prodotti esausti che a volte subiscono ulteriori processi chimici quali recuperi di solventi, separazioni e/o precipitazioni, prima di entrare a far parte dei rifiuti ai sensi della vigente normativa. La gestione di questi processi critici deve essere necessariamente ben codificata all’interno del metodo analitico.

Se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione al tipo e alle quantità di un agente chimico pericoloso e alle modalità e frequenza di esposizione a tale agente presente sul luogo di lavoro, vi è solo un **rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute dei lavoratori** e che le misure sopra riportate sono sufficienti a ridurre il rischio, non si applicano le *misure specifiche di protezione e di prevenzione, le disposizioni in caso di incidenti o di emergenze, la sorveglianza sanitaria e le cartelle sanitarie e di rischio* cioè le disposizioni contenute negli art. 225, 226, 229 e 230 del D.Lgs. 81/2008.

5.3.2 Il rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute

Con il D.Lgs. 81/2008 il precedente, già complesso, concetto di “*rischio moderato per la sicurezza e la salute dei lavoratori*” viene sostituito da una nuova definizione di entità del rischio derivante da agenti chimici pericolosi: “*rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute*”; contestualmente si rimanda ad ulteriori decreti attuativi la definizione dei criteri per la determinazione del rischio.

Non essendo ancora stata definita questa soglia di *rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute*, permangono ampi margini di soggettività nella effettuazione di una “*corretta*” valutazione del rischio che salvaguardi la salute e la sicurezza dei lavoratori e tuteli legalmente le aziende senza penalizzarle con misure di prevenzione sovradimensionate.

Il metodo quantitativo proposto in questa linea guida è strutturato per la definizione di questa soglia.

Quando il processo valutativo indica il superamento della soglia di rischio definito *basso per la sicurezza ed irri-*

levante per la salute, il datore di lavoro deve applicare le misure e i principi generali di prevenzione costituiti da:

- 1) sorveglianza sanitaria;
- 2) cartelle sanitarie e di rischio;
- 3) misure specifiche di prevenzione e protezione;
- 4) disposizioni in caso di incidenti o di emergenze.

È importante ancora ricordare che il concetto di rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute non può essere applicato in caso di sostanze cancerogene e/o mutagene dove si applica quanto previsto dal capo II del D.Lgs. 81/2008.

5.4 Protezione da agenti cancerogeni e mutageni

Come fare per individuare gli agenti chimici cancerogeni e mutageni?

Come per gli agenti chimici pericolosi, le definizioni degli agenti cancerogeni e mutageni riportate nel D.Lgs. 81/2008, art.234, punti a) e b), e nel paragrafo *definizioni e terminologia*, non risultano di facile comprensione. Anche in questo caso, lo strumento principale per individuare gli agenti cancerogeni e mutageni è la classificazione, etichettatura ed imballaggio degli agenti chimici e quindi il Regolamento CE n. 1272/2008 (CLP), il regolamento CE n. 1907/2006 (REACH) ed in particolare quanto già riportato nei paragrafi §.4.6 e §.4.22. Sostanzialmente sono classificate cancerogene e mutagene le sostanze che hanno un'etichettatura riportanti le notazioni (DSP e DPP) R45, R49 e R46 nonché le notazioni (CLP) H340 e H350.

5.4.1 Misure tecniche, organizzative e procedurali

Il legislatore, in relazione alla maggiore pericolosità delle sostanze in questione, prescrive, rispetto agli agenti chimici pericolosi, l'utilizzo di una più vasta gamma di misure tecniche, organizzative e procedurali per minimizzare i rischi.

Infatti, il datore di lavoro deve evitare o ridurre l'utilizzazione di un agente cancerogeno o mutageno sul luogo di lavoro in particolare sostituendolo, se tecnicamente possibile, con una sostanza o un preparato o un procedimento che nelle condizioni in cui viene utilizzato non risulta nocivo o risulta meno nocivo per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Per i laboratori chimici come quelli delle Agenzie Ambientali, questa è una misura che poco si addice in quanto l'obbligo di utilizzo di metodi standardizzati non consente facilmente la sostituzione degli eventuali agenti cancerogeni e mutageni.

Se non è tecnicamente possibile sostituire l'agente cancerogeno o mutageno il datore di lavoro provvede affinché la produzione o l'utilizzazione dell'agente cancerogeno o mutageno avvenga in un sistema chiuso purché tecnicamente possibile. Se il ricorso ad un sistema chiuso non è tecnicamente possibile il datore di lavoro provvede affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. L'utilizzo di standard analitici in soluzioni diluite anziché standard concentrati in polvere è per esempio uno delle misure tecniche adottabili per ridurre il rischio.

Il datore di lavoro deve inoltre:

- assicurare, applicando metodi e procedure di lavoro adeguati, che nelle varie operazioni lavorative sono impiegati quantitativi di agenti cancerogeni o mutageni non superiori alle necessità delle attività analitiche e che gli agenti

cancerogeni o mutageni in attesa di utilizzo, in forma fisica tale da causare rischio di introduzione, non sono accumulati sul luogo di lavoro e sui banchi di laboratorio in quantitativi superiori alle necessità predette;

- limitare al minimo possibile il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, anche isolando le zone di impiego in aree predeterminate provviste di adeguati segnali di avvertimento e di sicurezza, ed accessibili soltanto ai lavoratori che debbono recarvisi per motivi connessi con la loro mansione o con la loro funzione;
- dotare l'ambiente di lavoro di un adeguato sistema di ventilazione generale e ricambi d'aria;
- provvedere alla regolare e sistematica pulitura dei locali, delle superfici delle apparecchiature e degli impianti;
- elaborare procedure specifiche per i casi di emergenza che possono comportare esposizioni elevate;
- assicurare che gli agenti cancerogeni o mutageni sono conservati, manipolati, trasportati in condizioni di sicurezza;
- assicurare che la raccolta e l'immagazzinamento, ai fini dello smaltimento degli scarti e dei residui delle lavorazioni contenenti agenti cancerogeni, avvengano in condizioni di sicurezza, in particolare utilizzando contenitori ermetici etichettati in modo chiaro, netto, visibile;
- disporre, su conforme parere del medico competente, misure protettive particolari con quelle categorie di lavoratori per i quali l'esposizione a taluni agenti cancerogeni o mutageni presenta rischi particolarmente elevati;
- assicurare che i lavoratori dispongano di servizi igienici appropriati ed adeguati;
- disporre che i lavoratori abbiano in dotazione idonei indumenti protettivi da riporre in posti separati dagli abiti civili;
- provvedere affinché i dispositivi di protezione individuale siano custoditi in luoghi determinati, controllati e puliti dopo ogni utilizzazione, provvedendo altresì a far riparare o sostituire quelli difettosi o deteriorati, prima di ogni nuova utilizzazione.

I lavoratori per i quali la valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni ha evidenziato un rischio per la salute sono:

- a) sottoposti a sorveglianza sanitaria;
- b) iscritti in un registro nel quale è riportata, per ciascuno di essi, l'attività svolta, l'agente cancerogeno o mutageno utilizzato e, ove noto, il valore dell'esposizione a tale agente.

Il medico competente cura la tenuta del registro e per gli stessi lavoratori istituisce e aggiorna la cartella sanitaria e di rischio.

Analogamente a quanto fatto per gli agenti chimici pericolosi, più avanti viene proposto un metodo di valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni.



Valigetta per attività territoriali di analisi in situ (1960)

6. I Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

6.1 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 sistemi di protezione collettiva o con una differente organizzazione del lavoro²⁰.

Per DPI si intende (Titolo III capo II art. 74 D.Lgs. 81/08): 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 fine.

La scelta di un DPI comporta una serie di valutazioni e di verifiche fra cui l'efficacia, l'efficienza e gli aspetti ergonomici. 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 (in lingua italiana o comunque in lingua comprensibile dal lavoratore) sui rischi dai quali proteggono e della formazione e addestramento sul loro corretto impiego. Devono essere tali da non creare disagi ed essere ergonomicamente adatti.

Oltre ai requisiti essenziali di protezione, nella scelta dei DPI è necessario tenere conto anche delle caratteristiche specifiche del luogo di lavoro e del lavoratore.

Inoltre in caso di rischi multipli che richiedono l'uso simultaneo di più DPI, questi devono essere tra di loro compatibili e tali da mantenere inalterata la propria efficacia nei confronti dei rischi corrispondenti.

Sono oltre tutto da considerare tutti quegli elementi che rendono il DPI ergonomico per l'operatore che sarà di conseguenza più invogliato ad utilizzarlo e cioè:

- non creare impedimenti particolari o eccessivi all'operatività;
- essere adattabile al lavoratore, comodo e ben tollerato;
- essere facile da indossare e da togliere in caso di emergenza;
- le parti a contatto con l'epidermide devono essere compatibili con la stessa.

Inoltre la manutenzione deve essere semplice e non compromettere l'efficienza del dispositivo.

Schematicamente, i DPI devono rispettare i seguenti requisiti:

20. D.Lgs. 81/2008, art. 75.

REQUISITI DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE	
REQUISITI INFORMATIVI	Notizie sulle protezioni fornite Limiti d'uso (livelli di protezione) Tempo utile prima del decadimento dell'efficacia Istruzioni per l'uso, manutenzione, pulizia
REQUISITI DI SICUREZZA	Efficienza protettiva Durata della protezione certa Data di scadenza definita Assenza di rischi causati dallo stesso DPI Solidità
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 ergonomico

Quando, in generale, si fa riferimento alla protezione da agenti chimici si deve concentrare l'attenzione principalmente su:

- protezione delle vie respiratorie;
- protezione del corpo (indumenti di protezione);
- protezione degli arti superiori (guanti);
- protezione del viso (visiere e occhiali);
- protezione degli arti inferiori (scarpe).

6.2 Le categorie dei DPI

I DPI sono classificati, secondo il D.Lgs. 475/92, in tre diverse categorie, è il tipo e la gravità del rischio che determina la categoria di appartenenza:

Prima categoria

DPI di progettazione semplice destinati a salvaguardare la persona da rischi di danni fisici di lieve entità.

Nel progetto deve presupporre che la persona che usa il DPI abbia la possibilità di valutarne l'efficacia e di percepire, prima di riceverne pregiudizio, la progressiva verificazione di effetti lesivi. Rientrano esclusivamente nella prima categoria i DPI che hanno la funzione di salvaguardare da:

- azioni lesive con effetti superficiali prodotte da strumenti meccanici;
- azioni lesive di lieve entità e facilmente reversibili causate da prodotti per la pulizia;
- rischi derivanti dal contatto o da urti con oggetti caldi, che non espongano 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

DPI che non rientrano nelle altre due categorie (fanno ad esempio parte di questa categoria gli otoprotettori);

Terza categoria

DPI di progettazione complessa destinati a salvaguardare da *rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente*.

Nel progetto deve presupporre che la persona che usa il DPI non abbia la possibilità di percepire tempestivamente la verifica istantanea di effetti lesivi. Rientrano **esclusivamente** nella terza categoria:

- gli apparecchi di protezione respiratoria filtranti contro gli aerosol solidi, liquidi o contro i gas irritanti, pericolosi, tossici o radiotossici;
- gli apparecchi di protezione isolanti, ivi compresi quelli destinati all'immersione subacquea;
- i DPI che assicurano una protezione limitata nel tempo contro le aggressioni chimiche e contro le radiazioni ionizzanti;
- i DPI per attività in ambienti con condizioni equivalenti ad una temperatura d'aria non inferiore a 100 °C, con o senza radiazioni infrarosse, fiamme o materiali in fusione;
- i DPI per attività in ambienti con condizioni equivalenti ad una temperatura d'aria non superiore a -50 °C;
- i DPI destinati a salvaguardare dalle cadute dall'alto;
- i DPI destinati a salvaguardare dai rischi connessi ad attività che espongono a tensioni elettriche pericolose o utilizzati come isolanti per alte tensioni elettriche.

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

I DPI sono classificati anche in base alle parti del corpo che devono proteggere:

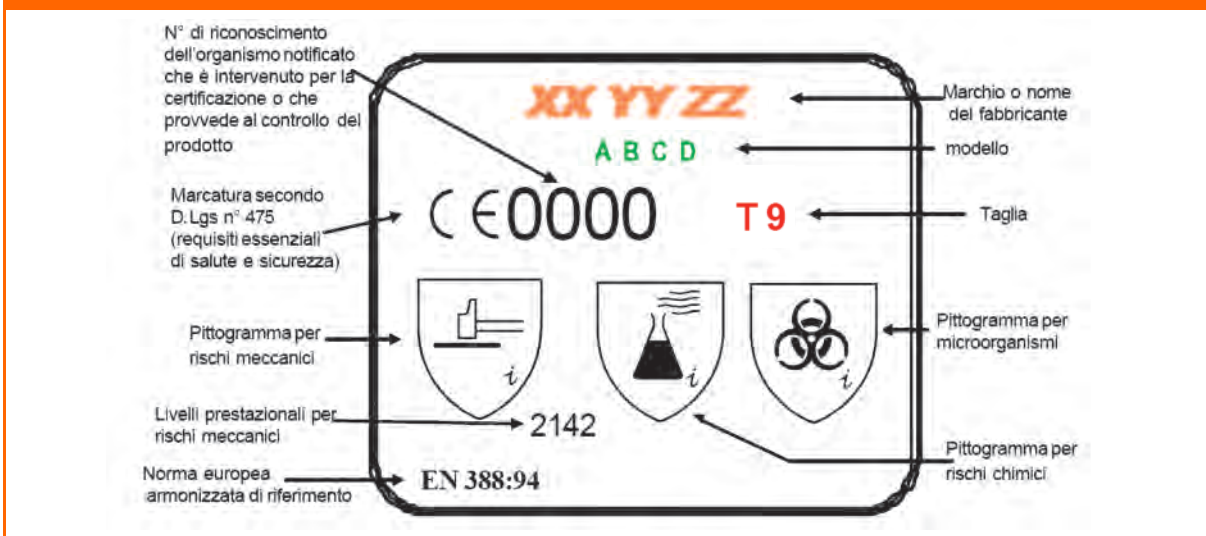
- dispositivi di protezione della testa;
- dispositivi di protezione degli occhi e del viso;
- dispositivi di protezione delle vie respiratorie;
- dispositivi di protezione delle mani e delle braccia;
- dispositivi di protezione dei piedi e delle gambe;
- dispositivi di protezione della pelle;
- dispositivi di protezione del tronco e dell'addome;
- dispositivi di protezione dell'intero corpo;
- indumenti di protezione.



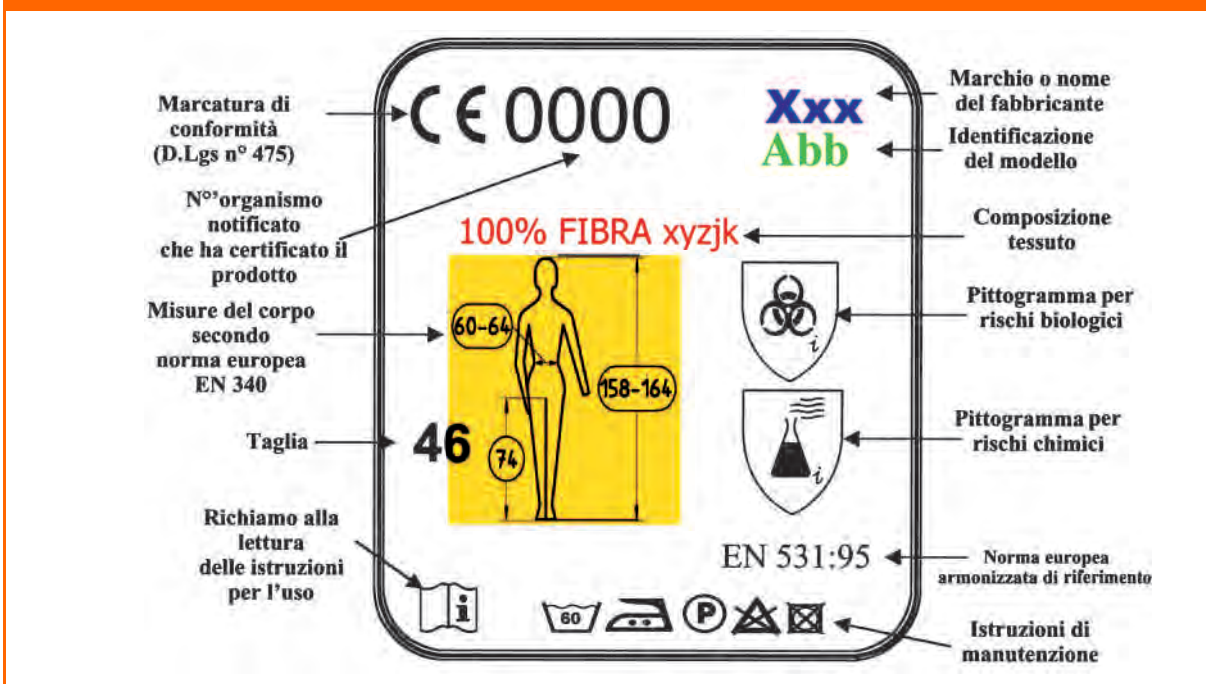
6.3 La marcatura del DPI

In base alle normative vigenti tutti i DPI devono avere, a seconda della classe di appartenenza e della zona del corpo protetta, una specifica marcatura; di seguito sono riportati alcuni esempi.

ESEMPIO DI MARCATURA DI GUANTO DI PROTEZIONE



ESEMPIO DI MARCATURA DI INDUMENTO DI PROTEZIONE



6.4 Protezione dalle sostanze pericolose – concetti generali

In presenza di sostanze pericolose si può focalizzare l'attenzione su due tipologie di DPI:

- *protezione della cute* nel caso di agenti chimici allo stato solido, liquido o gassoso che, per contatto, possono determinare un pericolo per la cute dell'utilizzatore o essere assorbiti tramite essa (si può parlare di protezione del corpo, del viso, degli occhi, delle mani ecc.);
- *protezione delle vie respiratorie* quando gli agenti chimici, respirabili, 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 ulteriori 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.

Di seguito sono analizzate le principali tipologie di protettori prima citati.

6.4.1 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 quali: *guanti, tute protettive, scarpe, stivali, visiere, grembiuli, ecc.*

Per i dispositivi di protezione della cute, la caratteristica principale consiste nella capacità degli stessi di resistere adeguatamente all'azione dello specifico agente chimico il quale deve essere valutato nelle condizioni d'uso (concentrazione, temperatura, condizioni di operatività, ecc.).

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

traspiranti: destinati alla protezione da agenti chimici non particolarmente pericolosi (tal DPI non sono di norma classificati oltre la 2^a categoria); questi devono avere una buona resistenza all'azione delle sostanze chimiche ed avere caratteristiche di idrorepellenza ed essere confortevoli per un impiego durante tutto il turno di lavoro;

impermeabili: destinati a proteggere da agenti chimici particolarmente pericolosi; data la loro natura possono essere indossati per tempi relativamente brevi (sono di norma classificati in 3^a categoria).

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

penetrazione: passaggio attraverso le porosità del tessuto o le aperture dell'indumento;

permeazione: diffusione a livello molecolare attraverso il materiale.

Nella scelta del dispositivo adeguato i tempi di penetrazione e/o di permeazione sono da tenere in considerazione nell'individuazione dei limiti d'uso del dispositivo stesso.

6.4.2 Protezione delle vie respiratorie

L'uso di DPI 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 (APVR) è necessario conoscere:

- le caratteristiche dell'atmosfera dell'ambiente in cui si opera;
- le caratteristiche del luogo di lavoro e dell'eventuale spazio di azione;
- la gravosità e tipo di lavoro da svolgere;
- eventuali problemi di adattabilità lavoratore;
- 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 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.

6.5 I Dispositivi di Protezione Individuale da sostanze pericolose nei laboratori

Ricordando che i DPI devono essere impiegati quando non è possibile evitare, ridurre o fronteggiare adeguatamente i rischi con misure tecniche di prevenzione, con sistemi di protezione collettiva o con una differente organizzazione del lavoro, l'utilizzo di specifici DPI appare comunque indispensabile in alcune fasi delle operazioni che vengono effettuate nei laboratori.

Infatti, i guanti, gli occhiali, i camici, sono utilizzati come buona prassi di lavoro quale misura generale di tutela per la prevenzione dei rischi come voluto anche dal legislatore all'art. 224 del D.Lgs. 81/2008 e non come misura specifica di protezione e prevenzione di cui all'art. 225 dello stesso D.Lgs. 81/2008 quale risultato della valutazione.

6.6 Indicazioni generali sulla scelta e l'utilizzazione dei guanti

Nella scelta dei guanti per la protezione dagli agenti chimici pericolosi, è di primaria importanza la resistenza che il materiale di cui sono costituiti offre al passaggio degli stessi. Questa resistenza è descritta dal tempo di permeazione, cioè il tempo che trascorre tra il contatto iniziale dell'inquinante con la superficie esterna del guanto ed il momento in cui tale inquinante può essere individuato sulla sua superficie interna.


Il fattore che influenza principalmente il tempo di permeazione è ovviamente la natura chimica del materiale che costituisce il guanto in relazione all'agente chimico considerato. Hanno però importanza anche i seguenti fattori:

- spessore del materiale costituente il guanto²¹;
- concentrazione dell'agente chimico con cui il guanto viene a contatto;
- quantità dell'agente chimico con cui il guanto viene a contatto;
- tempo in cui il guanto è a contatto con l'agente chimico;
- frequenza dei contatti;
- tipo di contatto (immersione, schizzi, contatto con superficie contaminata, nebbiolina ecc.);
- temperatura.

La fonte principale di informazioni per quanto riguarda la scelta dei materiali costituenti il guanto dovrebbe essere la scheda di sicurezza dell'agente chimico impiegato. In realtà, le informazioni riportate su tali schede sono spesso insufficienti, generiche ed in rari casi addirittura fuorvianti.

In alternativa alle schede di sicurezza, informazioni utili alla scelta dei materiali e sui tempi di permeazione possono essere ricavate per molte sostanze dai siti internet del National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) o dei produttori di guanti.

In ogni caso, i guanti per la protezione dagli agenti chimici pericolosi devono riportare, oltre al marchio CE con il numero dell'organismo di controllo, anche il pittogramma che attesti l'esecuzione del test di permeazione previsto dalla norma UNI EN 374-3:2004; in base a tale norma, per l'agente chimico di prova testato dal produttore, viene assegnato al guanto un livello prestazionale di permeazione da 1 a 6.

EN 374	
	
A D F	
Requisiti prestazionali di permeazione	
Tempo di passaggio misurato (min)	Livello prestazionale di permeazione
>10	1
>30	2
>60	3
>120	4
>240	5
>480	6

Pittogramma previsto dalla norma UNI EN 374-3 e tabella degli indici dei requisiti prestazionali di permeazione

21. Raddoppiando lo spessore dei guanti, il tempo di permeazione pressappoco quadruplica.

Nella scelta dei guanti, oltre al tempo di permeazione, hanno rilevanza anche i seguenti fattori:

- *resistenza meccanica* (all'abrasione, al taglio, alla perforazione, ecc.): in molti casi, le caratteristiche di resistenza fisica hanno maggior peso di quelle di resistenza chimica (in quanto se il guanto è perforato in qualche punto, il tempo di permeazione non è più applicabile). I guanti per cui siano state verificate le caratteristiche di resistenza meccanica, riportano anche i pittogrammi e le indicazioni relativi alla norma UNI EN 420:2010;
- *requisiti di manualità dell'operatore*: per certe attività di laboratorio, l'utilizzo di guanti troppo spessi rende difficoltosa l'esecuzione del lavoro per tale motivo è opportuno individuare il corretto livello di destrezza in accordo alla norma UNI EN 420:2010;
- *colore*: se l'inquinante ha un colore particolare, il guanto di un adatto colore di contrasto lo mette immediatamente in evidenza;
- *protezione termica* richiesta: nel caso si debbano maneggiare contenitori a temperature molto diverse da quella ambiente.

Per ottenere una efficace protezione, non bisogna inoltre trascurare le corrette procedure di utilizzazione di tali dispositivi e che sono state riportate al paragrafo §.7.7.

Nelle tabelle che seguono sono riportate alcune indicazioni generali per la scelta e l'utilizzazione dei guanti.

	Materie Prime			
	LATTICE NATURALE	NEOPRENE	NITRILE	PVC
Punti forti	Eccellente flessibilità e resistenza allo strappo	Resistenza chimica polivalente: acidi, solventi alifatici. Buona resistenza alla luce solare e all'ozono	Ottima resistenza all'abrasione e alla perforazione ottima resistenza ai derivati da idrocarburi	Buona resistenza agli acidi e alle basi
Precauzioni d'uso	Evitare il contatto con oli grassi e derivati da idrocarburi	Evitare il contatto con oli grassi e derivati da idrocarburi	Evitare il contatto con solventi contenenti chetoni acidi ossidanti, prodotti organici azotati	Debole resistenza meccanica. Evitare il contatto con solventi contenenti chetoni e solventi aromatici

La resistenza della materia all'aggressione considerata è proporzionale al numero di +.

Tipi di aggressioni	LATTICE NATURALE	NEOPRENE	NITRILE	PVC
Abrasione	++++	++	+++++	+++++
Taglio	+++++	+++++	++++	++
Strappo	+++++	++++	++	++
Perforazione	++++	++++	+++++	++++
Olio e grassi	++	+++++	+++++	++++
Idrocarburi	++	+++++	+++++	++++
Acidi	+++++	+++++	++++	+++++
Solventi non chetonici	++	++++	++++	++++
Solventi chetonici	+++++	+++++	++	++
Detergenti, detersivi	+++++	+++++	++++	+++++

Le tabelle forniscono delle indicazioni generali.

TABELLA DI RESISTENZA CHIMICA

Acetato d'ammonio	++	++	++	++	Cloroacetone	++	++	-	-	Nitrato di calcio	++	++	++	++
Acetato di butile	-	=	+	-	Cloroformio	-	-	=	-	Nitrato di potassio	++	++	++	++
Acetato di etile	-	=	=	-	Cloruro di ammonio	++	++	++	++	Nitrato di sodio	++	++	++	++
Acetato di vinile	-	=	=	-	Cloruro di calcio	++	++	++	++	Nitrobenzene	=	=	-	-
Aceto e condimenti	++	++	++	+	Cloruro di metilene	-	=	=	-	Nitropropano	++	+	=	-
Acetone	+	+	-	-	Cloruro di potassio	++	++	++	++	Oli da lubrificazione	-	=	++	=
Acido acetico anidro 50%	+	++	++	=	Cloruro di sodio	++	++	++	++	Oli di paraffina	-	=	++	=
Acido acetico glaciale	++	++	++	++	Concime	++	++	++	++	Oli diesel	-	=	++	=
Acido citrico	++	++	++	++	Creosolo	+	++	++	+	Oli idraulici (petrolio)	-	=	++	=
Acido cloridrico al 30% e 5%	++	++	++	+	Creosoto	=	++	++	++	Oli per freni (lookheed)	=	++	++	=
Acido cromico	-	-	+	+	Decoloranti per capelli	++	++	++	++	Oli per turbine	-	=	++	=
Acido fenico	=	+	+	+	Detergenti domestici	++	++	+	++	Olio combustibile	-	=	++	+
Acido fluoridrico al 30%	+	++	++	+	Detersivi in polvere	++	++	++	++	Olio da taglio	-	++	++	++
Acido formico al 90%	-	+	=	=	Diacetone alcool	++	++	+	-	Olio di arachide	-	++	++	=
Acido fosforico al 75%	++	++	++	++	Dibutiletere	-	=	++	-	Olio di lardo	-	++	++	=
Acido lattico all'85%	+	++	++	++	Dibutilftalato	+	+	++	-	Olio di lino	-	++	++	=
Acido nitrico al 20%	++	++	+	+	Dicloroetano	-	-	=	-	Olio di navone	-	=	++	-
Acido oleico	+	++	++	+	Dietanolamina	++	++	++	++	Olio di oliva	-	++	++	=
Acido ossalico	++	++	++	++	Diottifalato	+	++	++	-	Olio di pino	-	=	++	=
Acido solforico concentrato	-	+	-	+	Diserbanti	++	++	++	++	Olio di ricino	-	++	++	=
Acido solforico diluito (batterie)	++	++	++	++	Esano	-	+	++	=	Olio di soia	-	++	++	=
Acqua ossigenata	=	++	++	-	Essenza di trementina	-	=	++	=	Percloroetilene	-	=	+	-
Acquaragia	-	+	=	=	Etere di petrolio	-	+	++	-	Permananganato di potassio	++	++	++	++
Alcool amilico	++	++	++	++	Etilamina	=	+	++	=	Pesci e crostacei	=	++	++	=
Alcool benzilico	=	+	+	+	Etilanina	=	=	++	=	Pittura ad acqua	++	++	++	++
Alcool butilico (o n-butanolo)	+	++	++	++	Etileneglicolo	++	++	++	++	Pittura gliceroftalica	-	=	++	=
Alcool etilico (o etanolo)	+	++	++	++	2-Etossietanolo	+	++	++	=	Pollame	=	++	++	-
Alcool isobutilico (o isobutanolo)	+	++	++	++	2-Etossietilacetato	=	++	+	-	Potassa in detersivo concentrato	++	++	+	++
Alcool metilico (o metanolo)	=	++	++	++	Fissatori	++	++	++	++	Potassa in scaglie	++	++	+	++
Alcool ottilico	+	++	++	++	Fluidi idraulici (esteri)	++	++	++	=	Prodotti per messa in piega	++	++	++	++
Aldeide acetica (o acetaldeide)	+	+	-	-	Floruri	++	++	++	++	Prodotti petroliferi	-	=	+	=
Aldeide benzoica	=	-	=	-	Formolo (o formaldeide)	++	++	++	++	Profumi ed essenze	++	++	++	++
Aldeide formica al 30%	+	+	+	+	Fosfati di calcio	++	++	++	++	Resine poliesteri	-	=	+	=
Ammoniaca concentrata	++	++	++	++	Fosfati di potassio	++	++	++	++	Shampoo	++	++	++	++
Anilina	+	++	-	=	Fosfati di sodio	++	++	++	++	Silicati	++	++	++	++
Asfalto	-	=	++	-	Furolo (o furturolo o furaldeide)	++	++	-	-	Soda in detersivo concentrato	++	++	=	=
Barbabietole	++	++	++	++	Gasolio	-	=	++	=	Soda in scaglie	++	++	=	=
Benzene	-	-	=	-	Glicerina	++	++	++	++	Solfato di potassio	++	++	++	++
Benzina	-	+	++	=	Glicoli	++	++	++	++	Solfato di sodio	++	++	++	++
Bevande alcooliche	++	++	++	++	Grassi animali	=	++	++	-	Solfato di zinco	++	++	++	++
Bevande analcoliche	++	++	++	++	Grassi minerali	-	=	++	=	Solfiti, bisolfiti, iposolfiti	++	++	++	++
Bicarbonato di potassio	++	++	++	++	Idrossido di calcio	++	++	++	++	Stireno	-	=	=	-
Bicarbonato di sodio	++	++	++	++	Ipcolorito di calcio	++	++	++	++	Tetracloruro di carbonio	-	=	+	=
Bicromato di potassio	=	++	++	++	Ipcolorito di sodio	++	++	++	++	THF = Tetraidrofuran	=	=	-	-
Bisolfito di sodio	++	++	++	++	Isobutilcetone Kerosene	++	++	-	-	Tinture (per capelli)	++	++	++	++
Borace	++	++	++	++	Latte e latticini	=	++	++	-	Toluene	-	=	+	=
Bromuri	++	++	++	-	Magnesio	++	++	++	++	Tributilsolfato	=	+	+	=
Burro	-	++	++	=	Mazut	-	=	++	=	Tricloroetilene	-	=	=	-
Butossietanolo	++	++	++	+	Metilamina	+	++	++	++	Trietanolamina all'85%	++	++	++	++
Calce spenta / calce viva	++	++	++	++	Metilanilina	=	=	++	++	Trifenilfosfato	=	++	++	=
Carbonato di ammonio	++	++	++	++	Metiletichetone	+	+	-	-	Trinitrobenzene	-	=	+	=
Carbonato di potassio	++	++	++	++	Metilisobutilcetone	=	=	-	-	Trinitrotoluene	-	=	+	=
Carbonato di sodio	++	++	++	++	2- Metossietanolo	+	++	++	=	Varechina	+	++	+	+
Cianuro di potassio	++	++	++	++	Monoclorobenzene	-	=	=	=	White spirit	-	++	++	=
Cicloesano	-	+	++	=	Monoetanolamina	++	++	++	++	Xilene	-	=	++	=
Cicloesanol	++	++	++	++	Nafta -	-	+	++	=	Xilofene	-	=	++	=
Cicloesanone	=	=	-	-	Naftalina	-	+	+	=					
Cloro	-	++	++	++	Nitrato di ammonio	++	++	++	++					

Questa tabella da solo indicazioni generali. Bisogna tenere conto del fatto che la resistenza di un guanto dipende da fattori quali la natura esatta del prodotto chimico, la temperatura, la concentrazione, lo spessore del guanto, il tempo di immersione, ecc.

Si consiglia di effettuare un test preliminare per determinare se il guanto è adatto alle condizioni di utilizzo effettive.

++ **Eccellente** Il guanto può essere utilizzato a **contatto prolungato** con il prodotto chimico (nel limite del tempo di passaggio)*

+ **Buono** Il guanto può essere utilizzato a **contatto intermittente** con il prodotto chimico (per una durata totale inferiore al tempo di passaggio)*

= **Medio** Il guanto può essere utilizzato contro gli **schizzi** del prodotto chimico.

- **Sconsigliato** L'uso di questo guanto **non è consigliato**.

6.7 Dotazione per il personale nei laboratori

La dotazione per il personale che opera con prodotti chimici all'interno dei laboratori di analisi, deve prevedere di norma:

- occhiali di sicurezza per sostanze chimiche a stanghetta e a mascherina;
- guanti compatibili con le sostanze manipolate e con le attività svolte:
 - per protezione da agenti chimici (anche monouso);
 - per alte temperature;
 - per liquidi criogenici;
- camici con maniche lunghe e chiusure ai polsi (mediante elastici, velcro ecc).

Attività specifiche o sostanze particolarmente pericolose possono richiedere ulteriori o diversi DPI maggiormente protettivi anche quando le operazioni siano svolte all'interno delle opportune cappe di protezione. Si citano ad esempio:

- visiera protettiva;
- dispositivi di protezione delle vie respiratorie: facciali filtranti, semimaschera o maschera pieno facciale con filtro adatto a seconda della tipologia delle sostanze.

Esistono poi alcune attività che possono esporre ad un elevato rischio per la sicurezza gli operatori addetti (per esempio la manipolazione o il travaso di azoto liquido, la movimentazione di elevate quantità di sostanza quali i rifiuti prodotti dalle attività di laboratorio) per cui si individuano DPI specifici quali:

- guanti per protezione da liquidi criogenici;
- grembiule per liquidi criogenici;
- stivali antiacido;
- grembiule antiacido.

Una ulteriore categoria di DPI previsti all'interno dei laboratori è quella individuata per la gestione delle situazioni di emergenza chimica (spandimenti, fuoriuscite ecc) per cui si possono indicare:

- tute protettive specifiche;
- maschere a pieno facciale;
- stivali.



6.8 Stoccaggio e manutenzione dei DPI

I DPI devono essere conservati con cura preservandoli da polvere, contaminanti e da tutti quegli agenti (fra cui luce, calore e umidità) che ne possano compromettere le caratteristiche di efficienza, e di igiene nell'uso. I DPI, in caso di utilizzo di agenti chimici pericolosi e/o ACM devono essere riposti separatamente dagli abiti civili.

I DPI devono essere utilizzati correttamente e tenuti sempre in buono stato di manutenzione.



Apparecchio di Hayduck per la determinazione del potere lievitante (1968)

7. Principi generali per operare con agenti chimici pericolosi

7.1 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) **Effettuare una 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 monouso, occhiali protettivi, apparati per la protezione delle vie respiratorie (APVR), calzature).
- 3) **Non sottostimare i rischi.** Assumere che tutte le sostanze o miscele chimiche siano 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.

7.2 Indicazioni generali

- Non consentire l'ingresso di visitatori non autorizzati.
- Nel caso di accesso in laboratorio a ragazzi o bambini (esempio attività di formazione), assicurarsi che essi siano sotto la diretta supervisione di personale interno qualificato.
- Il deposito di sostanze pericolose deve essere in un locale dedicato, preferibilmente chiuso a chiave, ben ventilato. L'accesso al deposito deve essere limitato alle persone autorizzate e adeguatamente formate per lavorare con questi composti.

7.3 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 perché 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, è necessario indossare gli adeguati occhiali di protezione.

7.4 Consigli fondamentali per evitare l'ingestione di sostanze pericolose

- In laboratorio è vietato preparare o consumare cibi, bere, fumare, masticare chewingum, applicare cosmetici, assumere farmaci, al fine di evitare che venga aumentata la probabilità di ingestione e/o contatto con agenti chimici.
- 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 e/o distillata non può essere utilizzata per il consumo umano.

7.5 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 o polveri, (svuotare pipette, scaldare, agitare, versare, sonicare, pesare sostanze o miscele cancerogene in polvere) devono essere condotte sotto cappa.
- È necessario definire e indicare opportunamente le (classi/ famiglie di) sostanze utilizzabili sotto ciascuna cappa, in relazione alle caratteristiche tecniche delle stesse.
- Le pesate di sostanze pericolose in polvere devono essere effettuate:
 - sotto appropriate cappe di aspirazione, ovvero;
 - preparando sotto cappa i materiali da pesare trasferendoli successivamente su una bilancia esterna, ovvero;
 - nel caso di locale adibito all'uso delle bilance in condizioni di calma d'aria, si deve opportunamente proteggere la zona operativa allo scopo di raccogliere eventuali residui da eliminare nei modi dovuti.
- Nel caso di composti molto tossici, cancerogeni o mutageni, sarebbe opportuno ricorrere all'acquisto di 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.

7.6 Consigli fondamentali su come evitare l'iniezione di sostanze chimiche pericolose

In alcuni reparti del laboratorio, il rischio di una inavvertita iniezione può essere possibile (laboratori dove si utilizzano ad esempio HPLC, gascromatografi). È necessario vigilare affinché questo non avvenga avendo cura di conservare adeguatamente le siringhe utilizzate per l'introduzione del campione.

7.7 Consigli fondamentali per minimizzare il contatto con la cute di sostanze chimiche pericolose

- Per manipolare sostanze chimiche pericolose usare i guanti protettivi di idoneo materiale 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 alla mano libera.
- Prima dell'uso, ispezionare i guanti per verificarne l'integrità (presenza di piccoli buchi, tagli, parti che si differenziano come intensità di colorazione sintomo di difformità nello spessore del guanto).
- 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.
- Non riutilizzare i guanti monouso.
- Nella manipolazione di sostanze molto tossiche, cancerogene e mutagene, per evitare la contaminazione secondaria quando si tolgono i guanti, è consigliabile lavarsi le mani con i guanti ancora infilati.



7.8 Consigli fondamentali sull'abbigliamento e abiti protettivi da utilizzare in laboratorio

- Durante le attività di laboratorio i capelli molto lunghi non devono essere tenuti sciolti, non si devono indossare gioielli, e deve essere indossato il camice sopra gli abiti personali, questo perché potrebbero venire a contatto con sostanze chimiche, o rimanere incastrati in apparecchi in funzione.
- Non possono essere indossate scarpe aperte in laboratorio.
- I camici di lavoro devono essere tolti per la pausa pranzo ed al termine dell'orario di lavoro.

7.9 Consigli fondamentali sull'ordine, la pulizia e l'igiene in 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, la pulizia e l'igiene in laboratorio:

- rispetto delle procedure che devono garantire l'igiene personale al termine dell'orario di lavoro e per la pausa pranzo/caffè;
- decontaminazione accurata di tutte le superfici al termine di operazioni in cui sono state utilizzate sostanze tossiche;
- 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 tutti prodotti chimici utilizzati;
- assicurarsi che tutti gas compressi in bombole siano ancorati alle pareti;
- non usare le scale e i sotto scala come area di stoccaggio per prodotti chimici.

7.10 Consigli fondamentali sul trasporto di prodotti chimici

Occorre prestare particolare attenzione al trasporto di sostanze chimiche pericolose fra i vari reparti o dagli armadi di stoccaggio ai laboratori, specie quando è necessario percorre lunghe distanze o ancora di più fra piani differenti del laboratorio.

- Il trasporto di sostanze chimiche pericolose, specie se contenute in recipienti di vetro, deve essere eseguito 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 deve avvenire ancorando le stesse agli appositi carrelli proteggendo la valvola d'erogazione con l'apposito cappellotto a vite.
- Per trasportare le bombole su piani differenti del laboratorio bisogna utilizzare ascensori o montacarichi areati, e comunque gli operatori non devono rimanervi 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).

7.11 Consigli fondamentali sull'immagazzinamento, conservazione e gestione dei prodotti chimici

- L'accumulo di grandi quantità di prodotti chimici deve essere evitato (ad esempio attraverso una corretta pianificazione degli acquisti dei prodotti chimici).
- Tutti i contenitori devono essere adeguatamente etichettati. È buona norma indicare anche la data di apertura del contenitore.
- Soluzioni ottenute in laboratorio e standard devono essere etichettati correttamente.
- Non devono essere consentiti contenitori senza alcuna etichetta e/o con indicazioni del solo contenuto della sostanza.
- Prima di utilizzare qualsiasi prodotto chimico occorrerebbe acquisire le informazioni sulle sue caratteristiche attraverso le schede di sicurezza ed attenersi alle indicazioni riportate per la manipolazione, stoccaggio e smaltimento. Anche per l'utilizzo di campioni potenzialmente contaminati è necessario acquisire quante più informazioni possibili.
- 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.
- Tenere un inventario aggiornato di tutte le sostanze chimiche.
- Le sostanze infiammabili devono essere conservate esclusivamente in armadi/ambienti idonei (eventualmente termostatati e ben aerati); non devono essere conservate in frigoriferi di tipo domestico e in ambienti in cui siano presenti possibili fonti d'innescio quali scintille o punti caldi.
- Gli armadi e i frigoriferi devono essere contrassegnati all'esterno con i simboli di pericolo propri dei prodotti contenuti.
- 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.
- Materiali esplosivi, per sensibilità agli urti o per particolari reattività, devono essere maneggiati delicatamente e utilizzati ricorrendo a schermature di adeguata resistenza.
- Usare la massima cautela nell'utilizzo e nella conservazione di prodotti perossidabili. Fra essi si ricordano come sostanze più comuni (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 dei perossidi presenti. Si raccomanda di verificare la presenza di perossidi utilizzando le apposite cartine amido-iodurate dotate di scala colorimetrica.
- I gas inerti, utilizzati in ambienti chiusi e mal aerati, possono in caso di fuoriuscita accidentale, provocare l'abbassamento della concentrazione dell'ossigeno nell'aria sotto il 17%, con rischi per la sopravvivenza.
- L'ossigeno può aumentare il rischio d'incendio se, in caso di fuoriuscita accidentale, si raggiunge una concentrazione, in aria, uguale o superiore al 25%.



7.12 Consigli fondamentali per lo smaltimento di prodotti chimici

Virtualmente ogni analisi di laboratorio genera rifiuti costituiti non solo da prodotti chimici di scarto, ma anche da prodotti di consumo quali filtri, materiali monouso ecc...

Una corretta pianificazione dei metodi analitici non può prescindere dalla valutazione sullo smaltimento dei rifiuti prodotti sulla base della normativa vigente.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per lo smaltimento dei rifiuti di laboratorio.

- Nessun prodotto chimico deve essere eliminato attraverso il sistema fognario.
- Rifiuti pericolosi 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, 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.

7.13 Comportamenti da tenere in caso di incidente che coinvolge l'utilizzo di agenti chimici pericolosi

In caso di incidente che coinvolga sostanze chimiche, attenersi alle norme contenute nel piano d'emergenza, del quale tutto il personale deve aver preso visione prima di accedere al laboratorio.

Come azione di primo intervento agire prontamente avendo cura di:

- togliere gli indumenti e gli eventuali DPI contaminati, usando le necessarie precauzioni;
- decontaminare la cute eventualmente interessata utilizzando le docce di emergenza predisposte; se sono stati interessati gli occhi, fare ricorso a fontanelle visoculari, liquidi lavaocchi o altri sistemi predisposti;
- 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;
- in caso di esposizione non prevedibile ad agenti chimici pericolosi, abbandonare immediatamente l'area interessata;
- 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.).

7.14 Consigli fondamentali per la manipolazione di agenti cancerogeni/mutageni (ACM)

Con riferimento specifico al Titolo IX Capo II del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., riguardante le attività lavorative in cui i lavoratori possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, è necessario attenersi a quanto segue. Il personale che lavora con ACM deve avere acquisito, attraverso i corsi di formazione e l'esperienza, le conoscenze e l'abilità per mettere in pratica le opportune misure di sicurezza.

- Le procedure d'uso di ACM devono essere adeguate alle proprietà fisico-chimiche dei composti. Possono prefigurarsi tre possibilità:
 - 1) Composti volatili (lavorare sotto cappa);
 - 2) Composti non volatili;
 - 3) Polveri elettrostatiche.

Il prelievo di aliquote di un cancerogeno volatile da contenitore principale deve essere sempre fatto sotto cappa. È molto importante assicurarsi che il piano di lavoro sotto cappa sia occupato solo dalle attrezzature strettamente indispensabili al prelievo (troppi strumenti potrebbero generare delle turbolenze che possono essere causa di un ritorno di vapori del cancerogeno ed esporre quindi l'operatore agli effetti nocivi di questi). L'operatore deve indossare occhiali protettivi e guanti adatti al tipo di composto utilizzato.

- Tutte le lavorazioni che comportano 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”, oppure “H340 Può provocare alterazioni genetiche”, “H341 Sospettato di provocare alterazioni genetiche”, “H350 può provocare il cancro”, “H351 sospettato di provocare il cancro”, devono essere svolte utilizzando la più piccola quantità di sostanza necessaria a condurre l'analisi.
- Le attività devono tassativamente essere effettuate in modo da non coinvolgere persone estranee alle attività analitiche in questione, attraverso l'utilizzo di sistemi chiusi, ovvero sotto cappa da laboratorio o sistemi equivalenti, usando i necessari DPI.
- Il numero dei lavoratori esposti dovrà essere limitato a quello strettamente necessario.
- L'operatore dovrà provvedere, dopo l'uso, alla sistematica pulizia di attrezzature, ambienti, ecc.
- 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.
- È vietato far uso di ACM nei laboratori in cui non siano installate cappe idonee, o sistemi equivalenti.
- Nel caso di sostanze cancerogene e mutagene ed in generale nel caso di sostanze molto tossiche, 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.
- Dopo l'utilizzo di ACM l'operatore deve prestare particolare attenzione alla igiene personale.
- Per gli scarti, nell'applicare la procedura gestionale 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.



7.15 Contaminazioni con ACM e procedure di emergenza

In caso di versamento accidentale le prime azioni sono:

- fare allontanare il personale;
- isolare l'area.

Solo successivamente si procede alla decontaminazione dell'area.

In generale possono essere considerati due casi:

- rovesciamento di un composto volatile;
- rovesciamento di un composto sotto forma di polvere.



7.15.1 Versamento di composti volatili

Nel caso di rovesciamento di composti volatili il rischio principale per il lavoratore è respirare l'atmosfera inquinata ed essere contaminato per penetrazione cutanea della sostanza. In questi casi il lavoratore deve immediatamente lasciare l'area inquinata, togliendosi, se necessario, tutti gli abiti contaminati.

- L'accesso nell'area contaminata e nella zona dove sono stati abbandonati gli abiti contaminati sarà consentito ai soli addetti alla gestione della situazione di emergenza sino ad avvenuta decontaminazione.
- Il lavoratore coinvolto informerà le persone coinvolte nella gestione della situazione di emergenza, dando tutte le informazioni necessarie (nome e quantità del composto versato zona interessata ecc).
- Le persone incaricate della decontaminazione prima di intervenire dovranno acquisire tutta l'attrezzatura necessaria che include:
 - contenitori capienti abbastanza e con apertura ampia, in grado di contenere tutti i pezzi di vetreria rotta, i guanti, gli indumenti di tessuto utilizzati per pulire l'area, ecc.
 - stracci in tessuto;
 - guanti;
 - soluzioni decontaminanti.
- Gli addetti alla gestione della situazione di emergenza dovranno proteggersi prima di iniziare la decontaminazione utilizzando:
 - tuta intera monouso (tipo tyvek);
 - occhiali protettivi o visiera;
 - guanti (durante la decontaminazione indossarne sempre due paia);
 - protezioni per le vie respiratorie (queste dipendono dal tipo di sostanza, e dalla quantità versata);
 - copri scarpe.

Decontaminazione dell'area

- Raccogliere tutti i pezzi di vetro e metterli in apposito contenitore ad ampia apertura. Se l'area è troppo estesa perché sia possibile l'accesso ad ogni sua parte allungando il braccio, si può posizionare sul pavimento un tappeto plastico adesivo al fine di facilitare l'accesso. Questo può essere fatto pulendo con stracci in tessuto l'area davanti al rullo di tappeto adesivo. La superficie di questo tappeto è da considerarsi area pulita su cui camminare.
- Raccogliere il liquido versato con uno straccio di tessuto, iniziando ogni raccolta al margine della contaminazione e finendo nella parte maggiormente contaminata. Ad ogni azione cambiare straccio e guanti esterni. Per grandi volumi di liquido versato usare un agente assorbente.
- Continuare la pulizia dell'area con stracci di tessuto che devono essere bagnati con una soluzione decontaminante.

Decontaminazione degli arredi

Se è stato osservato un versamento sugli arredi questi dovranno essere decontaminati utilizzando la stessa procedura seguita per il pavimento, usando stracci inumiditi di soluzione decontaminante.

Solo a questo punto l'area può essere aperta ai lavoratori.

7.15.2 Versamento di composti in polvere

Nel caso di versamento di composti in polvere i rischi principali per i lavoratori sono la contaminazione dei vestiti da parte di piccole particelle e la disseminazione della polvere nell'atmosfera attraverso il sistema di ventilazione. I lavoratori dovranno lasciare l'area inquinata immediatamente, togliersi i vestiti contaminati nell'area adiacente e procedere secondo quanto previsto per il versamento dei composti volatili al paragrafo precedente.

7.16 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, la conservazione e la verifica della vetreria al fine di evitare l'uso di materiale danneggiato.

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. 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.

7.17 Consigli fondamentali per non compromettere l'efficienza di una cappa

Le cappe sono tra i principali strumenti di protezione collettiva. Esse devono essere ispezionate periodicamente, devono essere efficienti e avere una velocità frontale adeguata alle sostanze chimiche che si stanno utilizzando.

Le norme di riferimento per le cappe chimiche adottate nei principali paesi sono:

USA

- ANSI (American National Standards Institute) ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) 110-1995 Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods;
- SAMA (Scientific Apparatus Makers Association) "Standard" LF-10-1981;

Germania

- DIN 12924-1:1991 Laboratory furniture; fume cupboards; general purpose fume cupboards; types, main dimensions, requirements and testing;
- DIN 12924-2:2007 Laboratory furniture; Fume cupboards - Part 2: Fume cupboards for increased acidic and heat load;
- DIN 12924-3:1993 Laboratory furniture; fume cupboards; two-sided cupboards; main dimensions, requirements, tests;
- DIN 12924-4:1994 Laboratory furniture; fume cupboards; cupboards for dispensaries; main dimensions, requirements and testing;

Inghilterra

- BS 7258-1:1994 – Laboratory fume cupboards. Specification for safety and performance (replaced by BS EN 14175-1:2003 BS EN 14175-2:2003);
- BS 7258-2:1994 – Laboratory fume cupboards. Laboratory fume cupboards. Recommendations for the exchange of information and recommendations for installation;
- BS 7258-3:1994 – Laboratory fume cupboards. Laboratory fume cupboards. Recommendations for selection, use and maintenance (replaced by BS EN 14175-2:2003);
- BS 7258-4:1994 – Laboratory fume cupboards. Method for determination of the containment value of a laboratory fume cupboard (replaced by BS EN 14175-2:2003, BS EN 14175-3:2003, BS EN 14175-4:2004, BS EN 14175-6:2006, BS EN 14175-1:2003);
- HSE-COSHH, fume cupboard engineering control, Control guidance sheet 201;
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), "Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice.", Ed. 22, 1995;

Francia

- AFNOR NF XP X 15 203: Equipement de protection collective, Sorbonne de laboratoire, Généralités, classification, spécifications et méthodes d'essai;
- INRS guide pratique de ventilation n. 18 – ed. 795 – Laboratory fume hoods – 2002;

Italia

- UNI EN 14175-1:2004 cappe di aspirazione – parte 1: vocabolario;
- UNI EN 14175-2:2004 cappe di aspirazione – parte 2: requisiti di sicurezza e prestazioni;
- UNI EN 14175-3:2004 cappe di aspirazione – parte 3: metodi per prove di omologazione;
- UNI EN 14175-4:2004 cappe di aspirazione – parte 4: metodi di prova in loco;
- UNI EN 14175-5:2004 cappe di aspirazione – parte 5: raccomandazioni per l'installazione e la manutenzione;
- UNI EN 14175-6:2004 cappe di aspirazione – parte 6: cappe di aspirazione a volume variabile.

Si riportano di seguito alcune raccomandazioni utili per assicurarne un corretto ed efficace utilizzo e per non comprometterne l'efficienza. 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.
- L'elettroventilatore di estrazione deve essere sempre installato all'esterno, in modo che tutti i tratti di tubazioni interni all'edificio siano in depressione.
- Verificare periodicamente l'efficacia di aspirazione attraverso la misura della velocità frontale dell'aria in entrata nella sezione libera fra il bordo inferiore del telaio del pannello scorrevole ed il piano di lavoro nella zona ad esso sottostante.
- 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. Quando la cappa non è in uso tenere la finestra chiusa.
- 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, versamento o fuoriuscita di liquidi o gas. Non mettere mai la testa dentro la cappa per controllare il processo analitico in atto.
- Evitare di aprire e chiudere rapidamente la finestra verticale della cappa, e di muoversi continuamente in prossimità della cappa. Questi movimenti possono ridurre l'efficienza di aspirazione della cappa.
- Le fonti di emissione devono essere tenute almeno 15-20 cm all'interno della cappa. È opportuno segnare sulla superficie interna della cappa una linea colorata alla distanza indicata²².
- Evitare di lasciare bottiglie oppure apparecchiature sotto cappa. Solo le apparecchiature in funzione possono rimanere all'interno della cappa.
- 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 dove il flusso d'aria non può attraversare riducendo l'efficienza della cappa stessa.
- Non modificare in alcun modo la struttura della cappa, tali operazioni possono agire negativamente sulle performance.
- Le cappe non devono mai essere utilizzate per smaltire per evaporazione sostanze volatili pericolose.

7.18 Consigli fondamentali per la gestione di sostanze chimiche incompatibili

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

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

22. 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 di 15 cm.

L'entità del danno dipende dalle quantità che nelle attività ordinarie di laboratorio sono di norma modeste. Tuttavia problemi possono porsi durante la conservazione e l'immagazzinamento dei contenitori; pertanto, le sostanze chimiche incompatibili devono essere conservate separatamente e, nelle attività di laboratorio, devono essere prese tutte le misure necessarie affinché tali sostanze non vengano a contatto inavvertitamente.

SOSTANZE CHIMICHE CHE NON DEVONO VENIRE A CONTATTO INAVVERTITAMENTE²³	
Acidi	Basi
Metalli alcalini e alcalino terrosi	Acqua Acidi Composti organici alogenati Agenti alogenati Agenti ossidanti (a)
Carburi	
Idruri	
Idrossidi	
Ossidi	
Perossidi	
Acidi inorganici	
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.

23. Cfr. "Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals (1995)".

SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI CON RISCHIO DI REAZIONI VIOLENTE²⁴	
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.cianidrico, solfuro di idrogeno, liquidi infiammabili, gas infiammabili, sostanze nitribili
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, sostanze organiche o combustibili
Nitrito di sodio	Nitrato di ammonio ed altri sali di ammonio
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

24. Cfr. "ISPESL – 2 Suppl. al n. 4/1990".

SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI CON RISCHIO DI FORMAZIONE DI SOSTANZE TOSSICHE ²⁵		
REAGENTI		PRODOTTI
Prodotti arsenicali	Qualsiasi agente riducente	Arsina
Acido Nitrico	Rame, ottone, qualsiasi metallo pesante	Diossido di azoto (fumi nitrosi)
Azotidрати (-N ₃)	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



25. Cfr. "ISPESL – 2 Suppl. al n. 4/1990".

SOSTANZE CHIMICHE E COMBINAZIONI DI REAGENTI POTENZIALMENTE ESPLOSIVE
COMPOSTI SENSIBILI AGLI URTI CON RISCHIO DI ESPLOSIONE ²⁶
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 ₃), inclusi metalli, non metalli e azoidrati organici
Sali metallici dell'acido cloroso, come AgClO ₂ e Hg(ClO ₂) ₂
Diazo composti come CH ₂ N ₂
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
Composti polinitro aromatici, specialmente polinitro idrocarburi, fenoli, e ammine

26. Cfr. "Prudent practices for hazardous chemicals in laboratories", Comm.Haz.Subst.Lab., Washington, D.C. 1983.

SOSTANZE CHIMICHE E COMBINAZIONI DI REAGENTI POTENZIALMENTE ESPLOSIVE		
COMBINAZIONI, DI ALCUNI COMUNI REAGENTI, POTENZIALMENTE ESPLOSIVE¹⁰		
Acetone	Cloroformio in presenza di basi	
Acetilene	Rame, argento, mercurio, o loro sali	
Ammoniaca (incluse le soluzioni acquose)	Cl ₂ , Br ₂ , o I ₂	
Disolfuro di carbonio	sodio azotidato(-N ₃)	
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 ₂ , o POCl ₃	
Dimetil solfossido	CrO ₃	
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'ACQUA¹⁰		
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 ₃ , BF ₃ , PCl ₃ , PCl ₅ , SiCl ₄ , S ₂ Cl ₂		
Alogenuri acidi inorganici, come POCl ₃ , SOCl ₂ , SO ₂ Cl ₂		
Alogenuri metallici anidridi, come AlCl ₃ , TiCl ₄ , ZrCl ₄ , SnCl ₄		
Fosforo pentossido		
Carburo di calcio		
Alogenuri acidi organici e anidridi di basso peso molecolare		
SOSTANZE CHIMICHE PIROFORICHE¹⁰		
Reattivi di Grignard, RMgX		
Metallo alchili e arili, come RLi, RNa, R ₃ Al, R ₂ Zn		
Metallo carbonili, come Ni(CO) ₄ , Fe(CO) ₅ , Co ₂ (CO) ₈		
Metalli alcalini, come Na, K		
Polveri metalliche, di Al, Co, Fe, Mg, Pd, Pt, Ti, Sn, Zn, Zr,		
Idruri metallici, come NaH, LiAlH ₄		
Idruri di non metalli, come B ₂ H ₆ e altri borani, PH ₃ , AsH ₃		
Non metallo alchili, come R ₃ B, R ₃ P, R ₃ As		
Fosforo (bianco)		

7.19 Consigli fondamentali per le verifiche ispettive in laboratorio

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

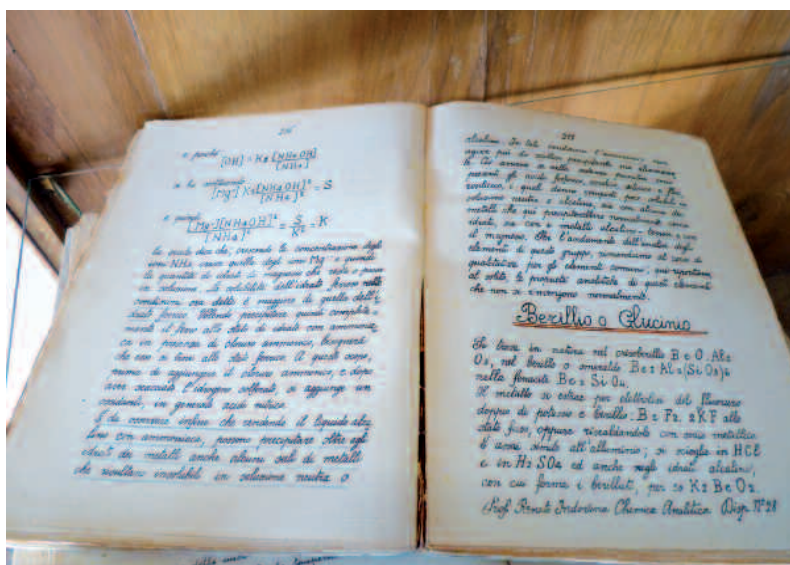
Un programma di verifica è importante per mantenere in efficienza le infrastrutture del laboratorio ed il giusto rapporto tra operatori di laboratorio e lo staff che si occupa della prevenzione e protezione.

Tale programma potrebbe essere gestito anche 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;
- assicurarsi 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 eseguito con un considerevole grado di flessibilità da team interni e/o esterni con specifiche capacità professionali e tecniche ma anche con la necessaria autorevolezza.



Testo universitario di chimica (1955)

8. Il rischio da esposizione a sostanze pericolose

8.1 I laboratori chimici

In via del tutto generale, un **laboratorio chimico** può essere considerato come un luogo in cui vengono manipolate sostanze chimiche “in piccola quantità”.

8.2 I rischi connessi all'impiego di sostanze pericolose

Il rischio chimico rappresenta il rischio connesso con la presenza nel ciclo lavorativo di sostanze o miscele/preparati chimici pericolosi; i quali, a seconda della loro natura, 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, cancerogeni, mutageni, ecc.

I rischi di natura igienico ambientale 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 possono trovare 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 bassa tossicità, così come, per esempio, 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 può produrre effetti dannosi. Infatti in alcuni casi 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 si potrebbe dare origine alla formazione di 1,1 diclorodimetil etero ($(\text{CH}_2\text{Cl})_2\text{O}$), un potente agente cancerogeno.

È essenziale allora che 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.



Cartine pH d'epoca

8.3 I rischi connessi all'impiego di sostanze cancerogene

Un'attenzione particolare merita una classe di sostanze appartenenti ai cosiddetti agenti cancerogeni e mutageni (ACM).

L'interesse per gli ACM è cresciuto negli anni al crescere del numero di tumori nella popolazione generale. Recenti indagini di vari autori e della stessa Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che circa il 70/90% dei tumori umani è determinato da fattori ambientali.

I tumori che si sviluppano in un soggetto in sede lavorativa sono detti tumori professionali. Non sempre esiste una adeguata caratterizzazione di un cancerogeno come agente eziologico. Le difficoltà in sede di diagnosi eziologica più rilevanti possono essere le seguenti:

- dal primo momento che un soggetto si espone al cancerogeno sul luogo del lavoro alla comparsa del tumore possono trascorrere anni, a volte decenni (tempo di latenza), per cui è molto difficile ricostruire con certezza il tipo ed il grado di esposizione e quindi la relazione causa-effetto tra l'esposizione professionale ed il cancro;
- va sempre considerata la possibilità di altre esposizioni ad agenti cancerogeni, nell'ambiente di vita, al di là di quelle professionali, ed il rispettivo ruolo nel determinare un tumore;
- i tumori professionali non sono distinguibili dai tumori che spontaneamente si riscontrano nella popolazione generale, salvo casi particolari ben riconosciuti ma molto rari.

La ricerca oncologica sperimentale in questi ultimi tempi si è andata sempre più sviluppando nel campo della biologia molecolare per poter giungere alla comprensione dei processi molecolari che stanno alla base del fenomeno relativo alla trasformazione di una cellula normale in una maligna con la possibilità di dare origine ad un cancro. Grazie a queste ricerche si è potuto appurare che il bersaglio cellulare principale delle sostanze cancerogene è rappresentato dalle macromolecole ed in particolare dal DNA, in cui è memorizzata l'informazione genica necessaria al funzionamento delle cellule e alla loro struttura. Inoltre si è pervenuti alla conclusione che quasi tutti gli agenti cancerogeni sono in grado di provocare modificazioni stabili del DNA. Gli agenti cancerogeni possono dunque essere dei potenziali agenti mutageni avendo la capacità di determinare alterazioni permanenti nel materiale genetico degli organismi viventi. Esulano da questa correlazione quei cancerogeni di natura ormonale che probabilmente provocano alterazioni nell'espressione dell'informazione genetica (regolazione), piuttosto che nella sede dell'informazione genetica, oppure esercitano stimoli proliferativi su cellule già cancerose. La popolazione umana non è quindi esposta solamente al rischio di una maggiore incidenza di alterazioni a livello somatico (cancro), ma anche ad un sensibile rischio di incremento delle malattie di natura genetica per le future generazioni. Le differenze tra agente cancerogeno e mutageno, così come tra il processo di mutagenesi e di cancerogenesi, sono piuttosto sfumate. In particolare il termine mutagenesi si riferisce all'induzione di cambiamenti permanenti trasmissibili nella struttura del materiale genetico di cellule o organismi, a livello somatico o germinale. Questi cambiamenti possono avvenire a livello genico (mutazioni geniche), cromosomico (mutazioni o aberrazioni cromosomiche strutturali) o genomico (mutazioni o aberrazioni cromosomiche numeriche, quali ad esempio aneuploidie e poliploidia); mentre il termine genotossicità è un termine più ampio con cui si comprendono, oltre alle mutazioni, effetti diversi sul materiale genetico, quali ad esempio: danni al DNA come rotture a singola o doppia elica, addotti al DNA, sintesi non programmata del DNA, scambi tra cromatidi fratelli, ricombinazione mitotica.

Gli agenti mutageni possono essere germinali o somatici, i primi sono coinvolti nella eziologia di difetti genetici ereditabili mentre ai secondi è attribuibile un possibile coinvolgimento nella trasformazione neoplastica. I cancerogeni, a loro volta, possono essere genotossici o epigenetici. I cancerogeni genotossici sono capaci di interagire con il genoma cellulare, sia della linea germinale che somatica; per essi il meccanismo d'azione più plausibile è quello stocastico per cui non esiste una dose soglia al di sotto della quale non si manifestino gli effetti specifici.



Spettrometro di massa magnetico

I cancerogeni epigenetici sono sostanze che agiscono a certe dosi critiche, per cui quindi è definibile una soglia, ma non sul genoma, in rapporto ad esposizioni prolungate; in questa classe si riconoscono i promotori, i citotossici, i modificatori ormonali, gli immunosoppressori, i materiali solidi.

Quando un cancerogeno chimico viene a contatto con l'organismo ed è assorbito può accadere che sfugga completamente alle difese ed ai meccanismi di controllo, arrivando direttamente al proprio bersaglio: le cellule che vengono a contatto con un cancerogeno subiscono delle alterazioni e divengono trasformate, per cui dividendosi ripetutamente portano alla formazione di una massa tumorale, che, a distanza di tempo dal primo contatto, diventa visibile all'attenzione del soggetto e del medico. L'organismo può difendersi in vari modi:

- eliminando subito la sostanza non appena questa vi penetra;
- modificandone la struttura in modo da inattivarla, eliminandola poi per le normali vie di escrezione;
- riparando il danno che il cancerogeno ha causato nella cellula prima di trasformarla;
- bloccando la crescita delle cellule già trasformate e uccidendole con appositi dispositivi cellulari.

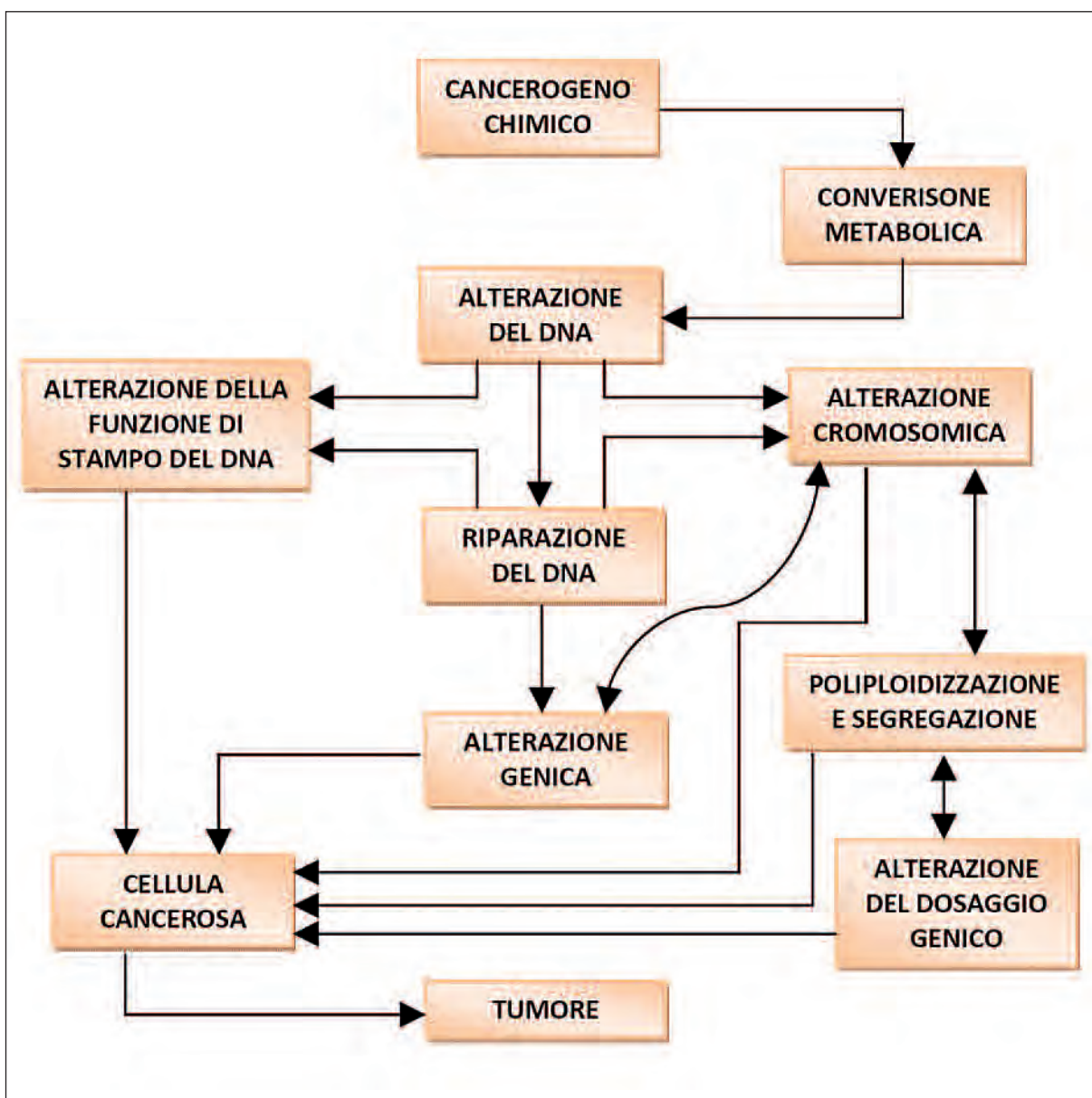
Tuttavia i meccanismi di difesa non sono attivi ad oltranza, ed inoltre possono essere influenzati dall'azione di altre sostanze chimiche introdotte nell'organismo con l'alimentazione o con i farmaci, per cui se non c'è controllo, dalla prima cellula trasformata si può arrivare al tumore vero e proprio.

Più in particolare possiamo dividere gli agenti cancerogeni genotossici iniziatori in due grandi categorie: i cancerogeni diretti, rappresentati da quelle molecole che per la loro struttura chimica posseggono caratteristiche di reattività verso il DNA, e i precancerogeni, cioè tutte quelle molecole che possono esplicare le loro interazioni col DNA solo dopo aver subito delle trasformazioni chimiche, il più delle volte realizzate da meccanismi metabolici normalmente presenti nelle cellule. Tali conversioni metaboliche vengono realizzate prevalentemente nel fegato dei mammiferi con lo scopo di rendere le molecole dei precancerogeni più idrosolubili e quindi più facilmente eliminabili dai sistemi emuntori dell'organismo. Le reazioni implicate sono catalizzate da enzimi e in particolare da ossidasi a funzione mista che determinano l'ossidazione dei composti da eliminare. L'enzima che catalizza gran parte di queste reazioni è il citocromo P-450 presente in abbondanza nelle cellule epatiche dei mammiferi. Diverse sostanze possono poi agire da induttori nei confronti dei livelli di questo enzima aumentando così il rischio rappresentato dai precancerogeni; tra questi induttori ricordiamo i barbiturici e i difenili policlorurati (PCB) ormai ubiquitari sul nostro pianeta.

I cancerogeni diretti in modo spontaneo e i precancerogeni in modo catalizzato dagli enzimi, si trasformano in molecole che posseggono tutte una caratteristica comune: un nucleo elettrofilo capace di legarsi con i centri nucleofili presenti nel DNA. Esistono poi agenti intercalanti che producono modificazioni nella struttura del DNA introducendosi nella doppia elica; posseggono questa caratteristica alcune classi di composti come i coloranti aromatici come le acridine e i loro derivati. Diverse possono essere le modalità di interazione cancerogeno-DNA. Per esempio il DNA alterato può andare incontro a processi di riparazione del danno indotto dal cancerogeno. Questi processi consistono nella azione coordinata di vari enzimi che tendono ad eliminare il segmento di DNA danneggiato e a ripristinare la situazione chimica iniziale. Un tipo particolare di riparazione, la riparazione per escisione, è ormai riconosciuto operare in tutti gli organismi viventi, uomo compreso. Quando però questo sistema non può più operare sia perché saturato da un grande numero di lesioni indotte, sia perché manca per motivi genetici, vengono impiegati altri sistemi di riparazione, che possono agire con minor precisione introducendo un gran numero di mutazioni.

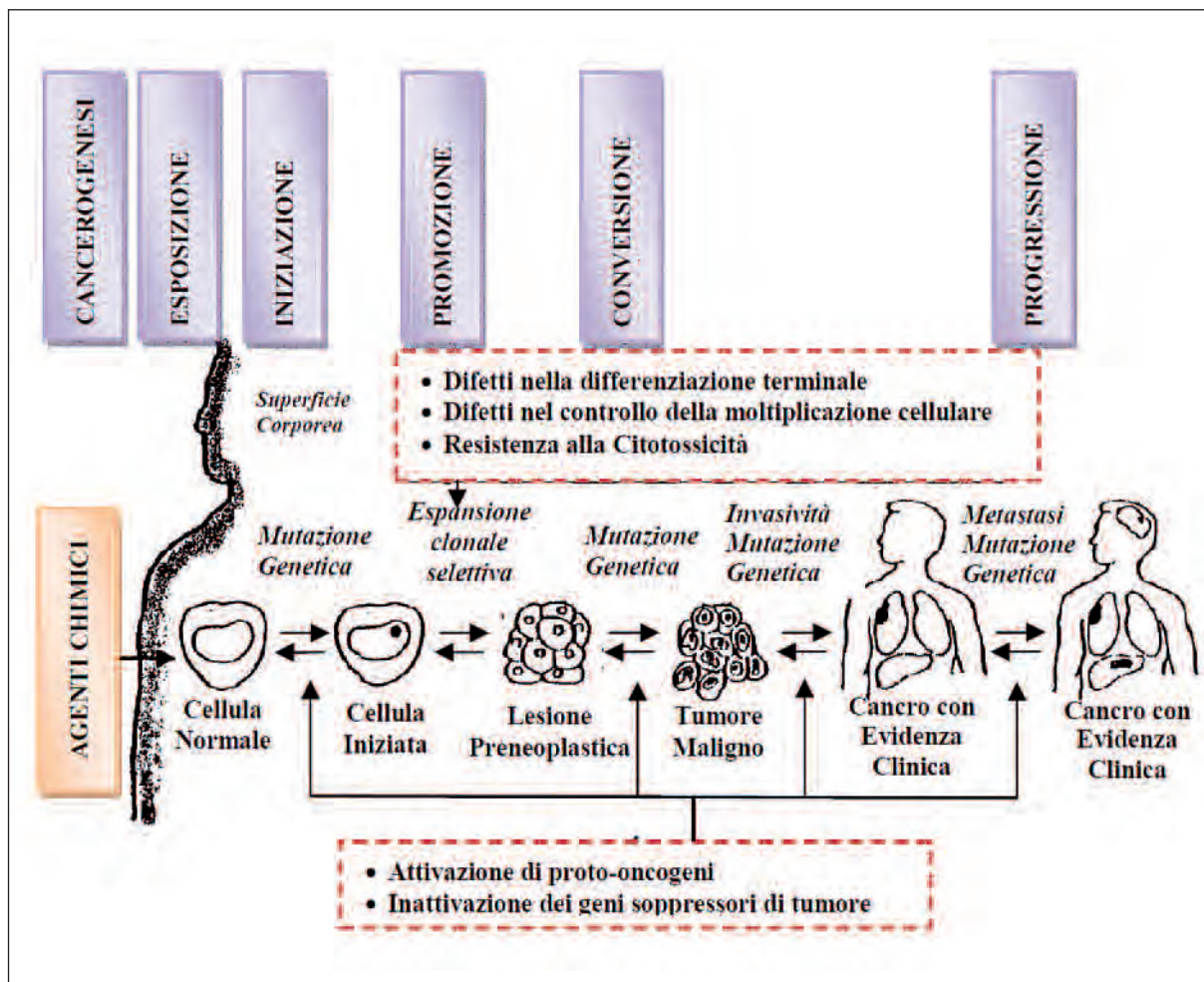
I processi evolutivi degli organismi hanno mantenuto dei meccanismi di riparazione eccezionali con lo scopo di tenere in vita le cellule ad ogni costo, anche se questo costo è rappresentato da un nocivo accumulo di nuove mutazioni. È ormai chiara la correlazione tra induzione di tumori e mancata o diminuita capacità riparativa dei danni provocati sul DNA da parte degli agenti cancerogeni. Ne deriva anche che ogni agente capace di stimolare una riparazione del DNA (sintesi di DNA non programmata) è da considerarsi come potenzialmente oncogeno. Infatti la molecola dell'agente cancerogeno o le alterazioni da essa prodotte possono persi-

stere sul DNA e stimolare riparazioni non efficienti. Le mutazioni che ne conseguono sono ritenute una delle cause principali della trasformazione di una cellula normale in una tumorale. Se le alterazioni del DNA non vengono comunque riparate possono determinare lesioni strutturali a carico dei cromosomi stessi. Alcuni cancerogeni possono, infine, avere una specifica affinità per le fibre del fuso mitotico e determinare anomalie nella distribuzione dei cromosomi nelle cellule figlie durante la divisione cellulare (poliploidie e aneuploidie). Le sostanze cancerogene, dopo la conversione metabolica, non sempre necessaria, producono alterazioni nella struttura del DNA alle quali possono seguire processi diversi che possono dar luogo a diversi tipi di mutazioni: geniche, cromosomiche e genomiche e, dal punto di vista somatico, a una cellula cancerosa. Il successivo sviluppo di un tumore è però condizionato da una serie di altri fattori quali stimoli ormonali, insufficiente sorveglianza immunitaria, età, stati infiammatori, ecc.



Il meccanismo di cancerogenesi più comunemente accettato è il modello multistage attraverso il quale si induce, con lunga latenza (anche i 2/3 di aspettativa di vita) e una successione di modificazioni a bassa probabilità di realizzazione, una neoplasia maligna. Secondo tale modello la genesi della neoplasia partirebbe dalla mutazione genetica della cellula (iniziazione), che subisce la trasformazione in cellula tumorale. La cellula “iniziata” riproducendosi dà origine ad una lesione preneoplastica (promozione), che a sua volta può evolvere in un tumore maligno (conversione). In seguito, attraverso la cosiddetta fase di progressione, il tumore si sviluppa ulteriormente diventando clinicamente evidente e producendo metastasi a distanza. Più in dettaglio il processo cancerogenetico si articola nelle seguenti fasi.

- 1) *Iniziazione*: in questa fase agisce esclusivamente l'agente genotossico, che deve confrontarsi tuttavia con la capacità di difesa e di riparazione delle cellule colpite, che come abbiamo visto in molti casi è in grado di limitare gli effetti della mutazione o di annullarli in virtù della attivazione di particolari enzimi. L'agente genotossico interagendo con il DNA delle cellule somatiche bersaglio può provocare danni irreversibili: diversi tipi di mutazioni geniche ereditabili e anomalie cromosomiche, in grado di dare origine al processo di cancerogenesi. La fase d'iniziazione è rapida, irreversibile e stocastica (probabilistica).
- 2) *Promozione*: corrisponde alla fase di proliferazione cellulare che, come già detto, contribuisce a fissare la mutazione nel genoma cellulare. Risultano coinvolti sia agenti genotossici che epigenetici; la fase di promozione, che nei primi stadi risulta reversibile, richiede un periodo di tempo più lungo dell'iniziazione e coinvolge meccanismi anche epigenetici, attraverso i quali gli agenti cancerogeni che non reagiscono direttamente con il DNA cellulare inducono lo sviluppo di una lesione preneoplastica a partire da cellule iniziate. La fase di promozione è lenta, parzialmente reversibile e necessita inoltre di esposizioni ripetute oltre una certa soglia di concentrazione e di notevoli stimoli proliferativi che determinano espansione clonale ma non di danni al DNA (effetti mutageni o genotossici).
- 3) *Progressione*: in questa fase le cellule selezionate in senso neoplastico mostrano la capacità di invadere i tessuti vicini e di metastatizzare in quelli più distanti. La fase di progressione porta all'espansione del clone di cellule cosiddette “iniziate” e quindi alla comparsa della malattia neoplastica. Nella fase di progressione le lesioni iperplastiche e preneoplastiche diventano neoplastiche, dapprima con caratteristiche di benignità, poi invasive e metastatiche con le caratteristiche della malignità.



Meccanismo di cancerogenesi multistage

Per gli agenti cancerogeni genotossici la comunità scientifica non ammette l'esistenza di una dose al di sotto della quale si può essere certi che un'esposizione anche minima non provochi un danno al DNA. Per gli altri agenti cancerogeni epigenetici o promotori (es. benzo(a)pirene) viene invece accettata in via teorica l'esistenza di un valore limite, perché, come riportato in precedenza, la fase di promozione necessita di esposizioni ripetute oltre una certa soglia di concentrazione.

A questo punto un problema scientifico ancora aperto è quello di accettare o no l'esistenza di un valore soglia (NOAEL, No Observed Adverse Effect Level) e di conseguenza definire dei valori limite d'esposizione per avere la possibilità di valutare concretamente il rischio cancerogeno. Il NOAEL, che rappresenta la stima di quella dose a cui i lavoratori possono rimanere esposti per tutta la vita lavorativa (40 anni) senza che si osservino effetti avversi sulla salute degli esposti è in realtà ottenuta da studi su modelli animali esposti a dosi crescenti, da studi sul meccanismo di azione del tossico e da studi epidemiologici adeguati. Bisogna però considerare che non sempre è possibile ottenere una netta distinzione fra agente oncogeno genotossico ed epigenetico, in quanto alcuni agenti hanno dimostrato di agire in più stadi del meccanismo di cancerogenesi ed altri si sono rivelati cancerogeni completi, cioè capaci di provocare sia la trasformazione cellulare (iniziazione) che

la successiva fase di promozione. In un'ottica di prevenzione primaria del rischio cancerogeno è chiaramente più opportuno non distinguere gli agenti cancerogeni in epigenetici o in genotossici sulla base dell'ipotetico meccanismo d'azione, ma considerare che la relazione tra i livelli di esposizione e la probabilità di sviluppo di tumori sia di tipo lineare e che il rischio zero vi sia solo in assenza di esposizione.

La metodologia di calcolo del livello del rischio che viene proposta più avanti per i laboratori chimici, ha la finalità di indicare che se il livello d'esposizione complessivo L_{canc} (dovuto a tutte le sostanze cancerogene e mutagene utilizzate dal lavoratore stesso) è inferiore alla soglia numerica individuata di 1 si può considerare che gli interventi di prevenzione e protezione messi in atto sono sufficienti a contenere gli elementi di rischio al punto tale da ritenere lo stesso lavoratore solo "potenzialmente esposto per cause accidentali", e concludere che, per il lavoratore in questione, non si evidenziano rischi specifici per la salute.

Come tutti i modelli anche quello suggerito presenta alcune criticità perché il comportamento di molte sostanze cancerogene è difficilmente classificabile in modelli comportamentali netti, risulta complessa, all'interno del metodo, la valutazione della potenza mutagena, del meccanismo di azione e della suscettibilità individuale.



Sistema automatico di purificazione per la determinazione di IPA, PCB e Diossine

8.4 Gli effetti sulla salute

Nella tabella che segue, a solo titolo esemplificativo e non esaustivo, si riportano alcune sostanze chimiche con gli effetti sulla salute.

GLI EFFETTI SULLA SALUTE

SOSTANZA	EFFETTI ACUTI	EFFETTI CRONICI
Acetaldeide	Irritazione degli occhi e del tratto respiratorio. Se ingerito corrosione della cavità orale e faringe, con rischio di perforazione dell'esofago e dello stomaco	Bronchite, danni epatici, sospetta attività cancerogena
Acido acetico	Irritante per cute e mucose se ingerito corrosione della cavità orale e faringe, con rischio di perforazione dell'esofago e dello stomaco	Congiuntivite, dermatiti ulcere mucose
Acido solforico	Corrosivo per cute e mucose	Polmonite chimica
Acrilammide	Irritante per occhi, cute e mucose	Neurotossico, può ridurre la fertilità, probabile cancerogeno
Benzene	Effetti narcotici	Leucemia, danni epatici, anemia aplastica
Benzidina	Dolori addominali, nausea, irritazione della pelle	Cancerogeno
Cloroformio	Cefalea, nausea, lieve itterizia, irritazione cute e mucose	Danni epatici e renali disturbi gastrointestinali, sospetta attività cancerogena
Diossano	Irritazione cute e mucose, effetti narcotici	Danni epatici e renali
Etere dietilico	Vomito, irritazione cute e mucose	Dipendenza fisica
Mercurio	Vomito, diarrea, cefalea, nausea, irritazione cute e mucose, effetti sul sistema nervoso centrale e sul rene	Disturbi al sistema nervoso centrale gonfiore delle gengive mobilità dei denti, possibile tossico per la riproduzione
Metanolo	Effetti narcotici irritazione cute e mucose, effetti sul sistema nervoso centrale, se ingerito può generare cecità o morte	Danni alla retina e al nervo ottico
Piridina	Danni al fegato e ai reni effetti sul sistema nervoso centrale e sul tratto gastrointestinale, irritazione cute e mucose	Neurotossico, nefrotossico, epatotossico
Toluene	Effetti narcotici, effetti sul sistema nervoso centrale irritazione cute e mucose	Danni neurologici non specifici, possibile assuefazione, possibili effetti per la riproduzione
o-Toluene	Irritazione cute e mucose, nefrotossico	Sospetta attività cancerogena
Tricloroetilene	Effetti narcotici, effetti sul sistema nervoso centrale con insufficienza respiratoria. Se ingerito possibile polmonite chimica, irritazione cute e mucose	Danni epatici, effetti neurologici non specifici, sospetta attività cancerogena
Xilene	Irritazione cute e mucose, effetti narcotici, effetti sul sistema nervoso centrale, cefalea, intontimento, affaticamento, nausea, se ingerito possibile polmonite chimica	Possibili effetti teratogeni per la riproduzione

8.5 Le vie di introduzione degli agenti chimici nell'organismo

Di solito una sostanza pericolosa può entrare nell'*organismo umano* attraverso *tre vie* principali: *orale, polmonare e cutanea*. Più raramente esso può penetrare attraverso la via nasale e quella oculare.

In laboratorio, la via principale di penetrazione è attraverso il tratto respiratorio. In effetti un grande numero di sostanze chimiche possono essere inalate entrando nell'organismo sotto forma di:

- *gas o vapore* (rilasciati in particolare da *liquidi volatili* come i solventi organici);
- *solidi finemente suddivisi (polveri)*;
- *aerosol (aria + solidi o liquidi finemente suddivisi)*.

Non bisogna trascurare tuttavia la penetrazione *attraverso la pelle* (e le mucose) perché alcune sostanze entrano più facilmente attraverso questa via che non per inalazione.

L'assorbimento degli agenti chimici può avvenire per:

- 1) *inalazione*;
- 2) *contatto cutaneo*;
- 3) *ingestione*;
- 4) *iniezione*.

8.5.1 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 m²). 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.).

8.5.2 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 contaminati. 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, bruciate 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 la maggior parte delle sostanze risultano fastidiose, irritanti se non addirittura nocive e tossiche. Inoltre 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 (occhiali protettivi) è fortemente consigliato.

8.5.3 *Assorbimento per ingestione*

L'ingestione accidentale di sostanze pericolose, specialmente in quantità rilevanti, 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 m²). 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.

8.5.4 *Iniezione*

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

8.6 La rilevanza delle tipologie di esposizione

La via inalatoria è stata da sempre quella su cui si è concentrata maggiormente l'attenzione e sono state stabilite od ipotizzate correlazioni tossicologiche ed epidemiologiche tra patologie e concentrazioni ambientali. Come conseguenza del grande numero di studi che hanno riguardato l'assorbimento per inalazione, già da parecchi anni la comunità scientifica ha proposto dei limiti di esposizione professionale (intesi come massima concentrazione possibile dell'inquinante nell'aria presente nell'ambiente di lavoro) per svariati agenti chimici pericolosi.

L'assorbimento per via cutanea ha invece destato minore interesse da parte degli igienisti industriali, sia perché per la maggior parte delle sostanze si riteneva trascurabile il suo contributo all'assorbimento totale, sia perché i metodi per la sua valutazione risultavano più complessi e difficilmente standardizzabili.

Studi relativamente recenti hanno però messo in evidenza che trascurare l'esposizione cutanea significa in molti casi sottostimare enormemente la dose assorbita dai lavoratori.

La contaminazione della pelle con agenti chimici pericolosi può aver luogo come risultato di differenti processi. Tra questi si possono citare:

- 1) immersione in soluzioni contaminate;
- 2) schizzi dell'inquinante o di soluzioni che lo contengano;
- 3) contatto con superfici contaminate;
- 4) deposizione di particelle o vapori sulla pelle in seguito alla sommersione in atmosfere contenenti l'agente sotto forma di vapore o di aerosol.

La valutazione dell'esposizione cutanea è resa ancora più difficile in considerazione che:

- esistono ancora pochi dati sui limiti di esposizione professionale cutanea;
- non è facile ricavare la quantità effettivamente assorbita nell'organismo rispetto a quella depositata sulla cute;
- spesso non è chiaro se il valore limite di concentrazione in aria individuato da alcune organizzazioni quali ad esempio ACGIH, OSHA, ecc., tenga conto solo dell'assorbimento dell'inquinante per via inalatoria, od anche per assorbimento cutaneo in seguito alla sommersione nei vapori.

Anche l'allegato XXXVIII al D.Lgs. 81/2008, contenente una tabella di sostanze chimiche con i relativi valori limite di esposizione professionale (LEP), non dissipa questo ultimo dubbio sul valore limite. Infatti con la notazione cutanea "*Pelle*", attribuita ai LEP, viene generalmente identificata la possibilità di un assorbimento significativo attraverso la pelle.

La modalità di introduzione per ingestione, anche accidentale, di sostanze pericolose, specialmente in quantità rilevanti, è piuttosto infrequente anche se non impossibile mentre quella per iniezione può essere considerata di raro accadimento e quindi di scarsa rilevanza nell'ambito di esposizioni lavorative.

8.7 Le principali forme di tossicità

La tossicità dovuta a sostanze o preparati/miscele pericolose rappresenta l'effetto dannoso che viene prodotto da queste sull'organismo.

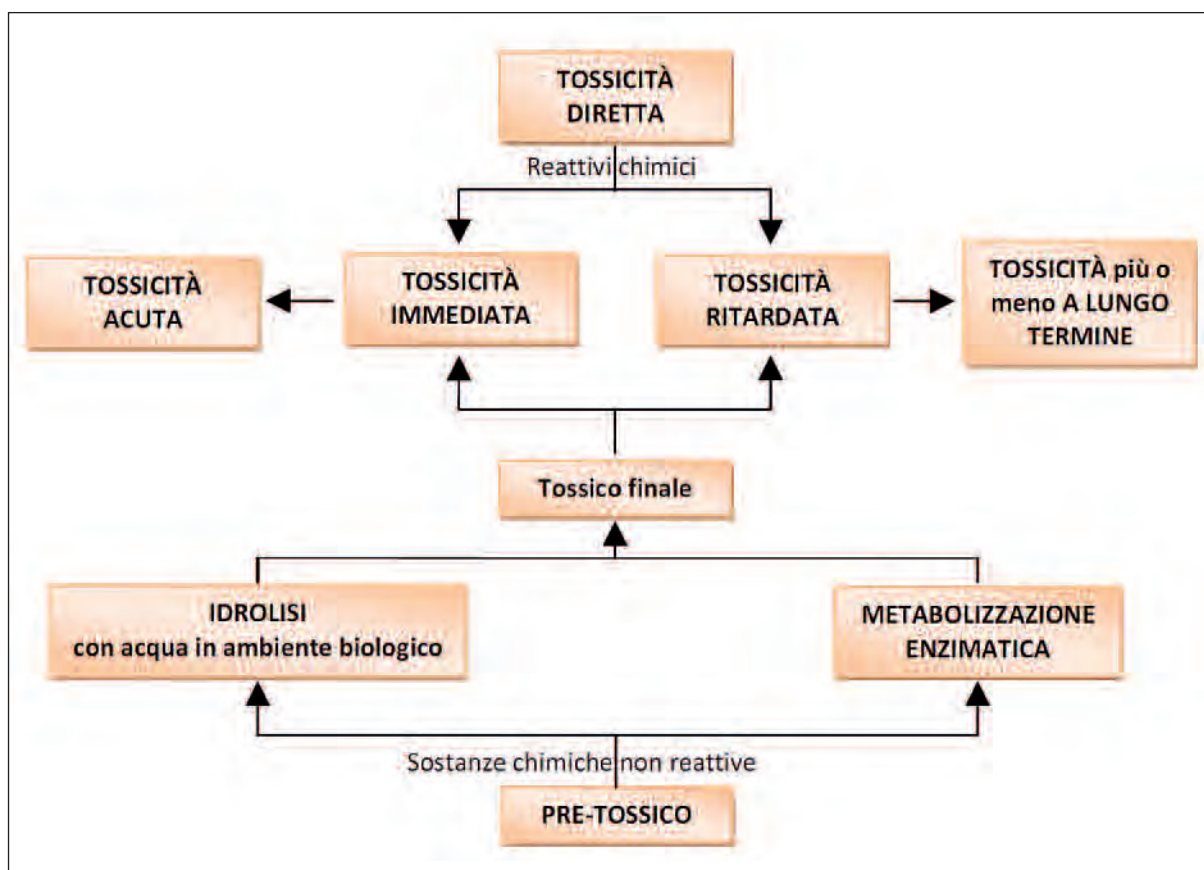
Una sostanza pericolosa può determinare effetti tossici con due tipi di interazione:

- per **azione diretta** della sostanza sul suo bersaglio (dipende molto dalla reattività della sostanza);
- per **azione indiretta** di un intermedio definito prodotto tossico finale.

Il prodotto tossico finale è un derivato della sostanza chimica pericolosa originale (o agente pre-tossico), derivante da un processo idrolitico nell'ambiente biologico o da processi di biotrasformazione (metabolizzazione enzimatica).

Tramite la sperimentazione è possibile distinguere gli effetti immediati, cioè gli effetti acuti (a volte letali) da quelli ritardati nel tempo che portano a effetti tossici più o meno a lungo termine.

La figura seguente riassume questi differenti possibilità di azione.



La tossicità si può distinguere in 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.

Le *intossicazioni acute* sono rare nei laboratori e sono di solito dovute ad accidentale miscelazione di sostanze chimiche incompatibili che rilasciano gas molto tossici.

Ad esempio, trattare una soluzione acquosa di *cianuro di potassio* (KCN) con un *acido*, anche se debole, libera *acido cianidrico*, un gas inodore ed estremamente tossico.

Aggiungendo degli *acidi*, anche deboli come l'*acido citrico* (dal limone) ad una soluzione di *ipoclorito di sodio*, si libera *cloro molecolare* (Cl₂). Questo fenomeno può avere luogo quando si mescolano detersivi acidi alla candeggina (ipoclorito di sodio in soluzione). Il cloro è un *gas molto corrosivo* che può rapidamente divenire mortale in uno spazio confinato (toilettes, ...).

Intossicazione sub-acuta: esposizioni per un periodo di più giorni o settimane prima che appaiano i primi effetti. Queste intossicazioni a medio termine possono essere causate da solventi quali il *cloroformio* (CHCl₃) che ha due organi bersaglio che sono il *fegato* e i *reni*, ma anche i *solventi clorurati* (anche il cloruro di metilene [diclorometano]) poiché sono tutti sostanze irritanti e neurotossiche. Inoltre essi sono spesso anche *epatotossici*, *neurotossici* e dannosi per la riproduzione.

Intossicazione cronica: esposizione frequente e prolungata nel tempo (tossicità a lungo termine). 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).

Dati di letteratura riportano che non c'è relazione fra la tossicità acuta e quella a lungo termine.

L'azione degli agenti chimici può inoltre 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:

- 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);
- della composizione chimica dell'organo colpito (tenore in lipidi);
- dal grado di perfusione dell'organo che può comportare una concentrazione eccessiva della sostanza tossica;
- delle caratteristiche biochimiche dell'organo colpito (capacità dell'organo a produrre metaboliti più tossici di quello assorbito).

8.8 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.

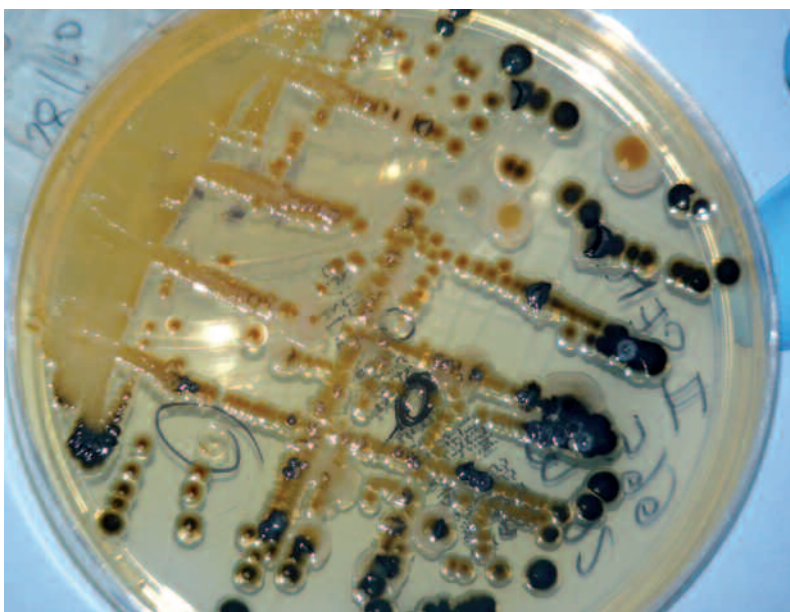
Un concetto fondamentale in tossicologia è che nessuna sostanza è completamente “sicura” e che tutti gli agenti chimici possono avere un qualche effetto tossico solo se una relativamente grande quantità (dose) di una sostanza chimica viene a contatto con un organismo vivente.

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 sostanza 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 elaborate 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*).



Colonie batteriche su piastra

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

- proprietà chimico-fisiche;
- tossicoicinetica;
- 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 tabellari non costituiscono un confine netto tra concentrazioni pericolose e concentrazioni sicure, ma debbono essere utilizzati come orientamento o raccomandazione per la prevenzione.

8.9 Durata e frequenza dell'esposizione

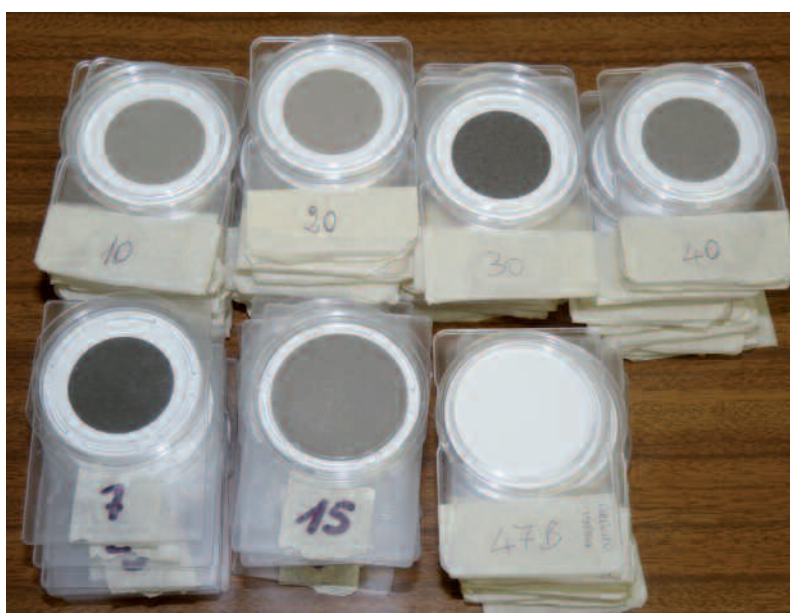
Si possono avere effetti tossici in seguito ad esposizione singola (acuta), intermittente (ripetuta), oppure ripetuta e di lunga durata (cronica). L'acido cianidrico, il solfuro d'idrogeno e il biossido d'azoto sono esempi di sostanze altamente tossiche che possono causare effetti indesiderati a seguito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



Filtri per il campionamento delle polveri nell'aria (PM10 e PM2,5)

8.10 L'esposizione a più sostanze (miscele) ed effetti sulla salute dei lavoratori

La valutazione del rischio derivante dall'esposizione a miscele di sostanze chimiche e la stima delle potenziali interazioni tra agenti chimici rappresentano problemi molto complessi, ma di grande importanza in quanto l'esposizione umana sia nell'ambiente di vita che in ambito occupazionale è caratterizzata dalla presenza contemporanea di una molteplicità di sostanze chimiche. Pertanto occorrerebbe conoscere quali sono i principali tipi di interazioni che avvengono tra i componenti delle miscele, ovvero se essi si combinano tra di loro in modo additivo, sinergico od antagonistico.

Occorre però sottolineare che, nonostante la disponibilità in letteratura di numerosi studi tossicologici sulle interazioni tra agenti chimici, l'attuale conoscenza dei meccanismi di interazione tra le sostanze chimiche è piuttosto limitata e presenta molte lacune.

L'Environmental Protection Agency (EPA) definisce una miscela come qualsiasi combinazione di due o più sostanze chimiche che, indipendentemente dalla loro origine spaziale o temporale, possono influenzare il livello di rischio a cui è soggetta una popolazione e distingue le miscele in:

- **miscele semplici:** consistono di un relativamente piccolo numero di componenti (10 o meno) la cui composizione è qualitativamente e quantitativamente nota (es. un cocktail di pesticidi, un'associazione di farmaci);
- **miscele complesse:** comprendono decine, centinaia o migliaia di agenti chimici la cui composizione non è completamente nota (es. fumi di saldatura, inquinanti dell'aria urbana);
- **miscele simili:** miscele che sono leggermente differenti, ma che si ritiene che abbiano caratteristiche paragonabili per destino, trasporto, processi fisiologici e tossicità. Queste miscele possono essere costituite dagli stessi componenti, ma in proporzioni leggermente differenti, od avere in comune la maggior parte dei componenti, in quasi le stesse proporzioni, con soltanto alcuni componenti diversi. Miscele simili determinano la stessa attività biologica ed agiscono attraverso lo stesso meccanismo di azione o riguardano lo stesso endpoint tossico.

La stessa EPA individua le seguenti principali categorie di meccanismi d'azione delle sostanze chimiche²⁷:

- a) **azione congiunta indipendente o additività di risposta** (situazione di non interazione): si riferisce a sostanze che agiscono in modo indipendente ed hanno differenti meccanismi di azione così che la presenza di una sostanza non influenzerà la tossicità di un'altra e la tossicità combinata è eguale alla somma delle risposte dei componenti così come definita dalla formula per la somma delle probabilità di eventi indipendenti;
- b) **simile azione congiunta o additività di dose o di concentrazione** (situazione di non interazione): si riferisce a sostanze chimiche che causano effetti simili attraverso meccanismi d'azione simili ovvero si verifica quando ciascun composto chimico si comporta come una concentrazione o diluizione di ciascun altra sostanza presente nella miscela e la risposta della combinazione è la risposta attesa dalla dose equivalente di un composto chimico di riferimento;
- c) **sinergismo:** si verifica quando l'effetto tossico della miscela è maggiore della somma degli effetti che si avrebbero considerando le singole sostanze;
- d) **antagonismo:** si verifica quando la tossicità osservata della miscela è minore della somma degli effetti che si avrebbero considerando le singole sostanze;
- e) **potenziamento:** si verifica quando una sostanza non ha di per sé un effetto tossico su un certo organo o sistema, ma se aggiunta ad una sostanza tossica ne aumenta la tossicità.

27. EPA/630/R-00/002: Supplementary Guidance for conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures, agosto 2000.

Alcuni dei più importanti organismi internazionali quali EPA (Environmental Protection Agency), ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) hanno sviluppato delle metodologie per la valutazione del rischio di esposizione a miscele di sostanze chimiche.

L'analisi delle metodologie di valutazione del rischio delle miscele proposte dalle sopra citate Agenzie Internazionali ha permesso di evidenziare che gli sforzi per sviluppare metodologie di valutazione adeguate sono vanificati dalla rara disponibilità dei dati di tossicità delle miscele o di miscele simili.

Pertanto si raccomanda di valutare le condizioni di sinergismo o di antagonismo caso per caso.

Condividendo tale posizione nei modelli di valutazione proposti in questa linea guida, si assume che in assenza di informazioni adeguate sulla presenza di interazioni chimiche si verifica una situazione di "non interazione" e si utilizza "l'additività di dose" o "l'additività di risposta".

Infatti, per la valutazione del rischio chimico nei laboratori, il metodo dell'additività di risposta può rappresentare una corretta applicazione visto che le sostanze chimiche sono presenti in piccole quantità così che si sia in presenza di una situazione di non interazione.

Un limite di quanto appena rappresentato sta però nel fatto che quando si applica una metodologia additiva, se tutte le sostanze chimiche presenti nella miscela non contribuiscono alla tossicità, o se avviene un'interazione antagonista, l'assunzione di additività può condurre ad una sovrastima del rischio; allo stesso modo, interazioni di tipo sinergico possono risultare in una sottostima del rischio.

8.11 Destino delle sostanze pericolose all'interno dell'organismo

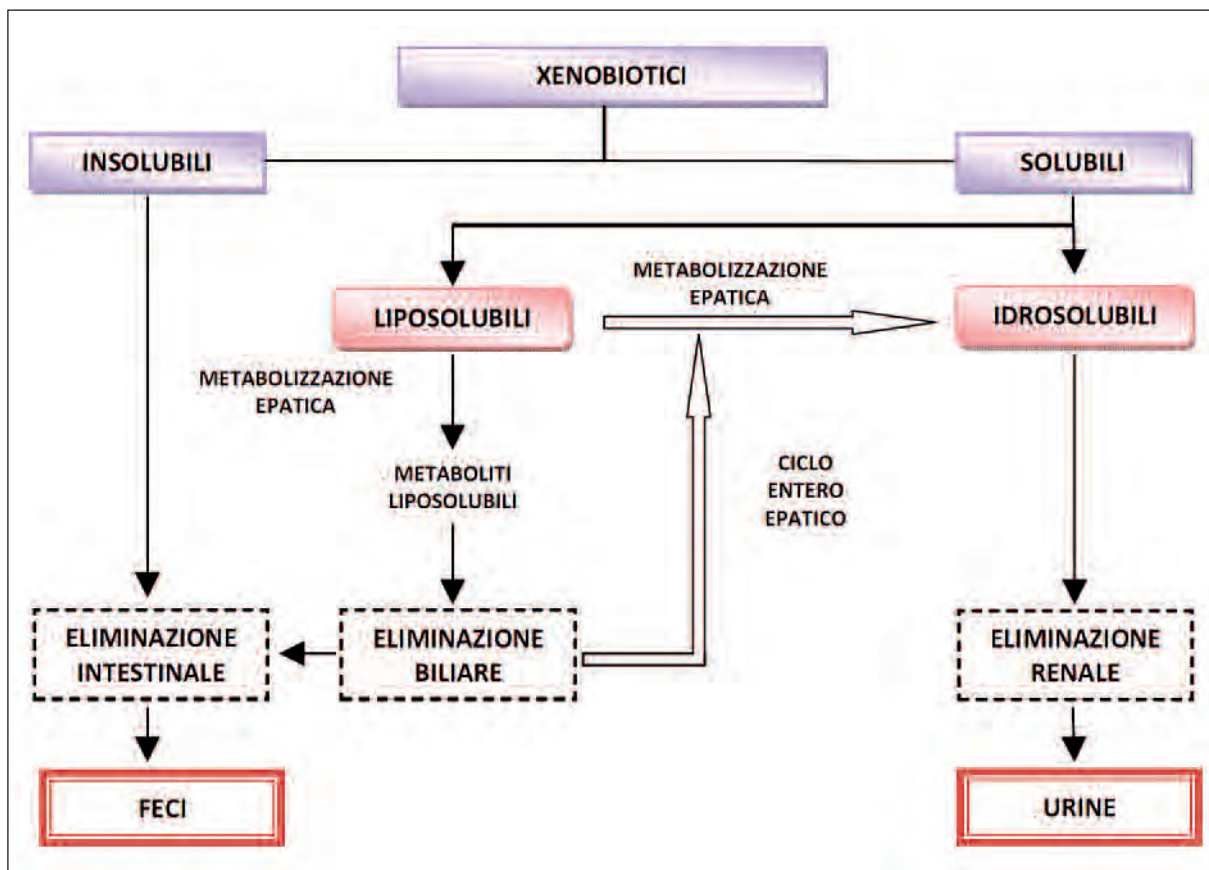
Una volta entrati nell'organismo le sostanze pericolose si diffondono in esso attraverso la *circolazione sanguigna*. A seconda se la sostanza è solubile in acqua o nei grassi, il suo destino sarà differente. In generale, le *sostanze chimiche idrosolubili* vengono *rapidamente eliminate* dall'organismo per via *renale* attraverso l'urina, dopo aver subito o meno biotrasformazioni.

Le sostanze pericolose *molto solubili nei grassi* vengono generalmente accumulate nel compartimento lipidico (sistema nervoso, fegato, reni, midollo osseo, grasso ...) da dove possono essere rilasciati dopo un periodo di tempo variabile, probabilmente dipendente dalla sostanza stessa.

Di solito, le sostanze pericolose *lipofile* devono *essere metabolizzate* per essere eliminate dall'organismo. I *solventi organici lipofili* vengono metabolizzati nel *fegato*: essi vengono trasformati in *metaboliti solubili in acqua* ed escreti attraverso le *urine* tramite i *reni*.

Alcune sostanze pericolose con alto peso molecolare vengono eliminate dal *fegato* tramite la *bile*, ma attraverso il *ciclo entero-epatico* una parte di essi può essere riassorbita. Questo ciclo può aumentarne la tossicità, come nel caso dei *prodotti aromatici azotati*: essi vengono metabolizzati in *ammine aromatiche* nel fegato, eliminate attraverso la *bile* e riassorbite dall'*intestino*. Esse manifestano la loro *epatotossicità* durante la metabolizzazione nel *fegato*.

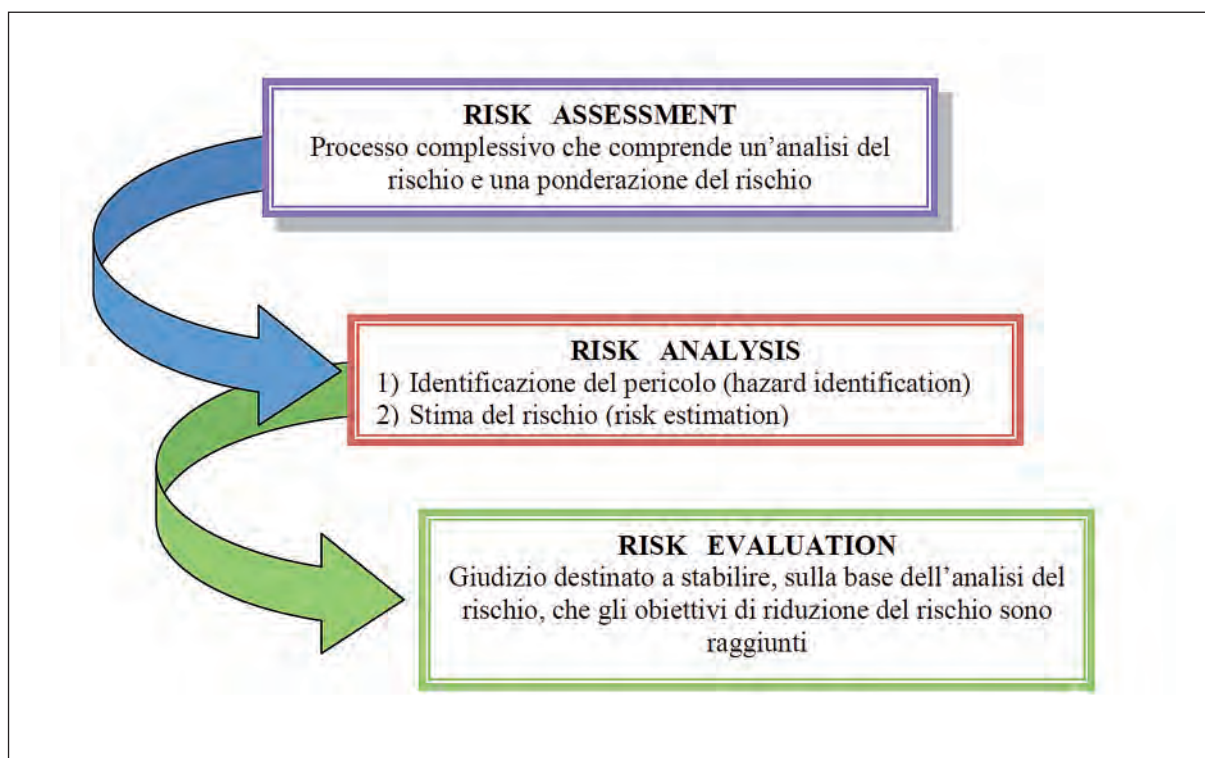
La figura che segue riassume le differenti possibilità di eliminazione dall'organismo delle sostanze pericolose idrosolubili e di quelle liposolubili.



9. La valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi

9.1 Un indirizzo metodologico per la valutazione

Un valido approccio al processo di valutazione del rischio richiede di mantenere separata la stima del rischio dalla *valutazione*. Tale indirizzo metodologico previsto anche dalla norma UNI EN ISO 12100-1:2005²⁸, definisce il *risk assessment* il processo complessivo che comprende un'analisi del rischio (*risk analysis*) e una ponderazione del rischio (*risk evaluation*) e consiste in una serie di tappe logiche finalizzate a esprimere un giudizio sui rischi ai quali è soggetto il lavoratore.



28. UNI EN ISO 12100-1, aprile 2005 versione italiana del novembre 2006 - *Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design Part 1: Basic terminology, methodology*.

Il risk analysis include l'identificazione dei pericoli (*hazard identification*) e la stima o misura dei rischi (*risk estimation*) necessaria a fornire informazioni di tipo quantitativo. Queste ultime verranno utilizzate nella successiva fase di risk evaluation che assume aspetti di tipo qualitativo al fine di esprimere un giudizio. Infatti la stessa norma UNI EN ISO 12100-1:2005, definisce risk evaluation come il «giudizio destinato a stabilire, sulla base dell'analisi del rischio, che gli obiettivi di riduzione del rischio sono stati raggiunti».

La valutazione del rischio diviene, in questo modo, lo strumento per procedere alla fase di programmazione delle misure di riduzione del rischio o di controllo dello stesso.

Sulla base di queste considerazioni è stato costruito il diagramma di flusso per lo schema logico di valutazione del rischio chimico di cui al paragrafo §.9.4.

9.2 La figura del valutatore

Prima di addentrarci negli aspetti tipici della valutazione, è necessario ricordare la questione della qualificazione della figura del valutatore richiamando così l'attenzione sul fatto che un processo così delicato non può prescindere dalla capacità del singolo di verificare e accertare il rischio (chimico) con gli strumenti adeguati (concettuali ed operativi) e con la professionalità e l'integrità professionale necessaria. I percorsi di valutazione del rischio chimico, specie quelli qualitativi, lasciano ovviamente ampi margini di incertezza, essendo spesso processi discrezionali del valutatore. Pertanto la figura del valutatore rimane ancora centrale ed il ricorso a modelli matematici di calcolo il più possibile standardizzati, minimizzano tali discrezionalità oggettive e portano a conclusioni più ampiamente riproducibili.

9.3 Introduzione

Per la valutazione dei rischi²⁹ il datore di lavoro determina preliminarmente l'eventuale presenza di agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro prendendo in considerazione i rischi:

- 1) per la sicurezza (reattività delle sostanze e/o miscele in gioco, incendio ed esplosività);
- 2) per la salute dei lavoratori (tossicità degli agenti chimici pericolosi).

Il percorso logico è riportato nello schema di paragrafo §.9.4.

Pertanto si è reso necessario separare il processo valutativo del rischio connesso all'utilizzo di agenti chimici pericolosi in una valutazione del rischio per la sicurezza e una valutazione del rischio per la salute tenendo conto in particolare:

- a) delle proprietà pericolose delle sostanze e/o preparati/miscele;
- b) delle informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal responsabile dell'immissione sul mercato tramite la relativa scheda di sicurezza;
- c) del livello, del modo e della durata della esposizione;
- d) delle circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti tenuto conto della quantità delle sostanze e dei preparati che li contengono o li possono generare;
- e) dei valori limite di esposizione professionale o dei valori limite biologici;
- f) degli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
- g) delle conclusioni, se disponibili, tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

Nella valutazione dei rischi, il datore di lavoro indica se sono state adottate misure e principi generali per la prevenzione dei rischi³⁰ e, ove applicabile, misure specifiche di protezione e di prevenzione³¹.

Nel caso di attività lavorative che comportano l'esposizione a più agenti chimici pericolosi, la valutazione è svolta in base al rischio che comporta la combinazione di tutti i suddetti agenti chimici.



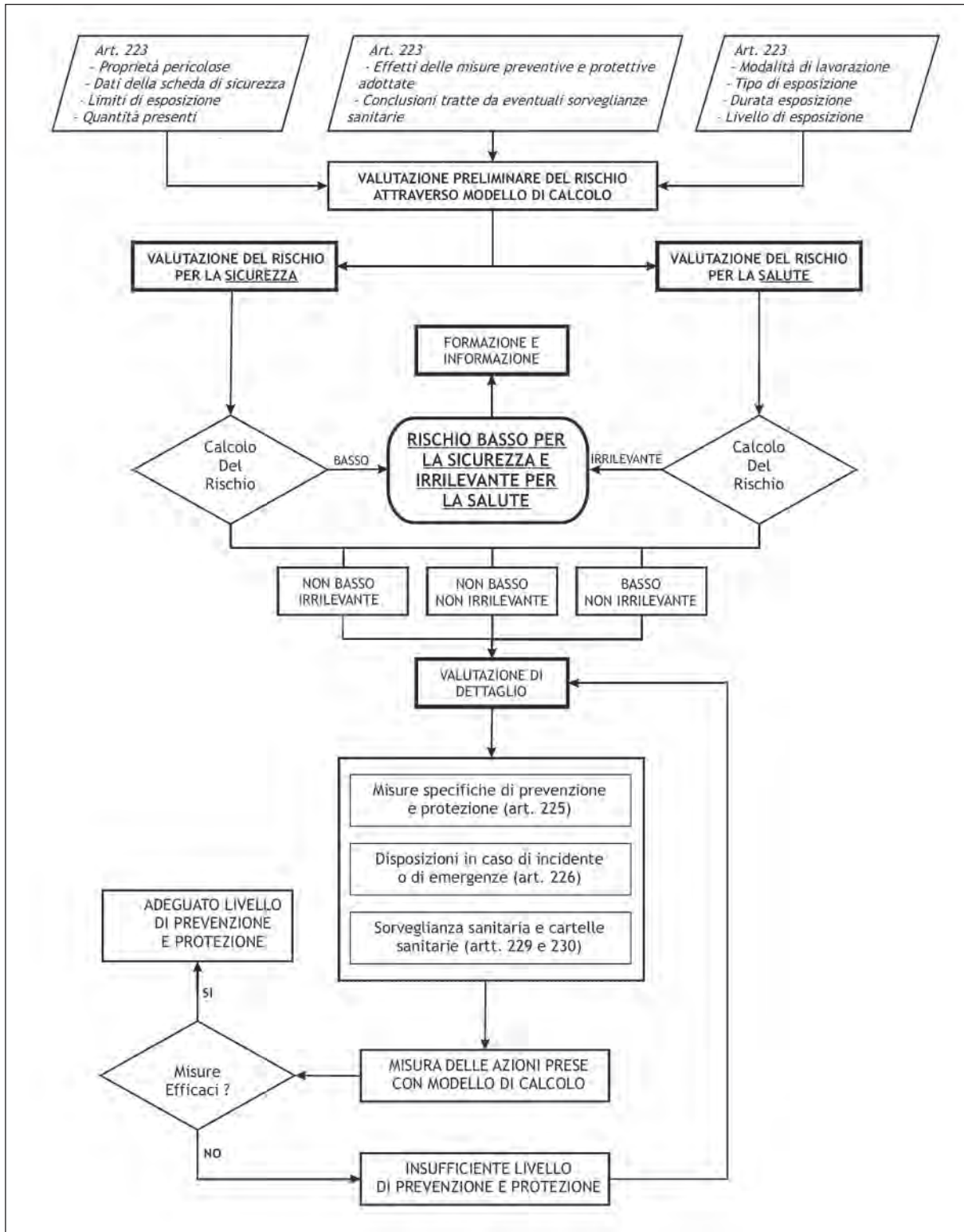
Bilancia idrostatica di tipo Westphal da laboratorio (Galileo Sec. XX)

29. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 223.

30. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 224.

31. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 225.

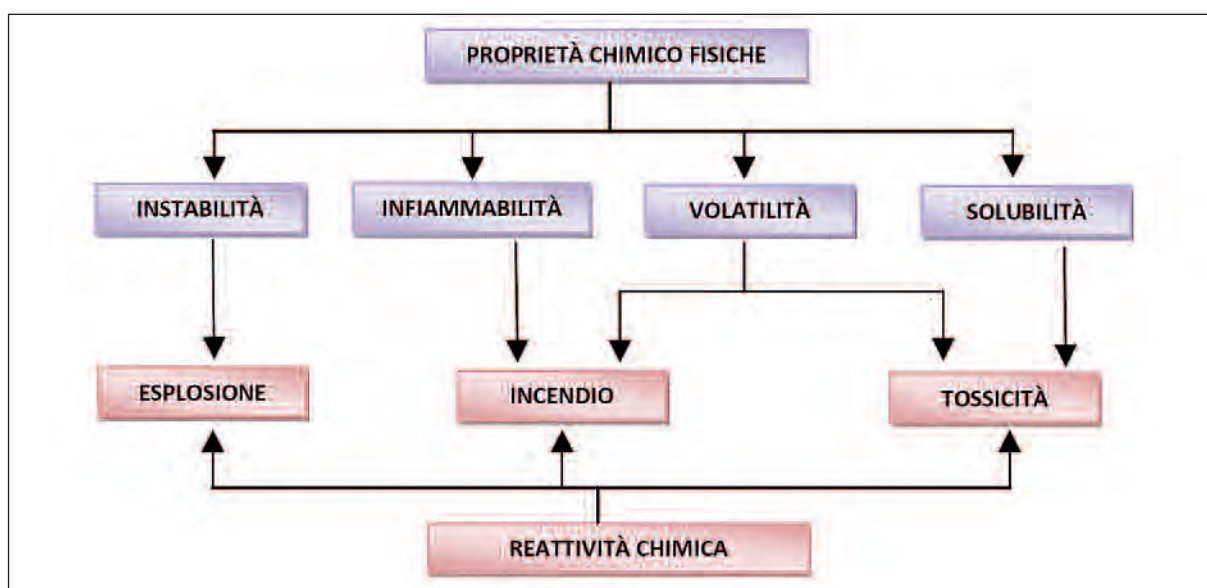
9.4 Lo schema logico di valutazione del rischio chimico



9.5 Valutazione del rischio per la sicurezza

La valutazione del rischio per la sicurezza viene effettuata dal modello attraverso osservazioni di tipo qualitativo che sono anche quelle previste dalla norma e che riguardano le proprietà chimico fisiche delle sostanze utilizzate e le caratteristiche del luogo di lavoro.

Nei laboratori, il rischio per la sicurezza è da attribuire alla combinazione del rischio incendio/esplosione e all'incompatibilità di agenti chimici diversi che sono legati alle proprietà chimico fisiche delle sostanze e alla loro reattività.



9.5.1 Rischio incendio

Sulla base della valutazione del rischio incendio effettuata ai sensi del D.M. 10 marzo 1998, se viene riscontrato un livello di rischio dell'intera struttura o della singola zona di interesse, **basso** ai sensi dello stesso D.M. 10 marzo 1998, allora è da intendere basso il rischio per la sicurezza derivante dall'incendio di sostanze chimiche³². Se, ai sensi del D.M. 10 marzo 1998, il rischio di incendio dei laboratori dell'Agenzia è classificato medio (ciò deriva generalmente dall'esistenza di impianti specifici a supporto della struttura tipo centrali di riscaldamento con combustibili liquidi e gassosi, particolari rivelatori di gas cromatografi, impianti di distribuzione gas infiammabili ecc., che possono far estendere all'intera struttura la classificazione di rischio incendio medio) allora il rischio incendio relativo alla manipolazione di agenti chimici pericolosi è da considerarsi basso per la sicurezza se risultano contemporaneamente verificate, nelle zone di interesse, tutte le seguenti condizioni quando applicabili:

- presenza di un sistema di rilevazione gas efficace ed efficiente;
- dotazione di idonei mezzi estinguenti;
- presenza della squadra di emergenza con relativa formazione ed addestramento;
- assenza di sorgenti di innesco non controllate.

32. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 224, punto 2).

9.6 Rischio atmosfere esplosive (ATEX)

Sulla base della valutazione ATEX che può essere effettuata in base all'esempio GF-4 della Guida CEI 31-35/A:2007-05 "Laboratori Chimici", se le zone interessate non sono classificate ne deriva **un rischio basso per la sicurezza**.

Se le zone di interesse sono classificate come:

ZONA 2 (Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata);

ZONA 22 (Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile o, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata);

oppure classificate come:

ZONA 1 (Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività);

ZONA 21 (Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività);

ma l'area classificata come ZONA 1 o ZONA 21 non impatta con la zona di lavoro dell'operatore, ne deriva **un rischio basso per la sicurezza**.

Se infine sono classificate come: ZONA 1 e/o ZONA 21 e l'area classificata impatta con la zona di lavoro dell'operatore, oppure sono classificate come:

ZONA 0 (Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia);

ZONA 20 (Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria);

ne deriva **un rischio non basso per la sicurezza**.

9.7 Rischio derivante dall'incompatibilità di agenti chimici diversi

Il rischio derivante dall'incompatibilità tra agenti chimici diversi è legato alla loro reattività. È noto, infatti che tra le conseguenze di una miscelazione accidentale vi possono essere:

- una reazione chimica veloce o un'esplosione;
- la formazione di prodotti gassosi infiammabili;
- la formazione di prodotti gassosi tossici;
- la formazione di prodotti pericolosi a contatto con la pelle.

Un aumento incontrollato di temperatura che può portare la miscela al di sopra del suo punto di infiammabilità, o provocare un aumento della tensione del vapore del sistema.

Informazioni sulle caratteristiche di pericolosità e reattività delle singole sostanze e sulle eventuali incompatibilità si trovano in letteratura e/o nelle schede di sicurezza.

Per valutare la situazione di pericolo vengono utilizzate matrici bidimensionali in cui sono evidenziate le interazioni delle sostanze in esame con altre presenti nei luoghi di lavoro, oltre che con aria ed acqua.

Una volta individuati i casi di interesse, è possibile procedere nella valutazione del rischio e nella messa a punto di adeguate misure di mitigazione, secondo le indicazioni già date per quanto riguarda i rischi per la salute (inalazione o contatto con la pelle) e quelli di incendio-esplosione, salvo la necessità di stimare a priori le quantità in gioco e le frequenze attese di accadimento di potenziali incidenti.

L'individuazione di un coefficiente per rappresentare l'incompatibilità tra sostanze diverse all'interno dell'algoritmo di calcolo proposto per il livello di rischio per la salute è risultata un'operazione troppo complessa rispetto alla rilevanza del contributo fornito al risultato finale. Se ne è tenuto conto invece all'interno della valutazione del rischio per la sicurezza dove, nel caso si evidenziano le interazioni in questione, la discriminante sarà l'esistenza o non delle misure di mitigazione e la presenza di procedure e disposizioni specifiche.

9.8 Il rischio per la salute

La valutazione del rischio per la salute passa attraverso tre principali step, che sono:

- la valutazione del pericolo;
- la valutazione dell'esposizione;
- la caratterizzazione del rischio.

La **valutazione del pericolo** (hazard assessment) richiede la raccolta e la valutazione di ogni informazione disponibile e specifica sulla sostanza e sulle proprietà intrinseche, con l'obiettivo di individuarne la pericolosità, i potenziali effetti sulla salute umana, i valori limite e/o livelli di non effetto.

Se la sostanza (e/o miscela) è classificata pericolosa si passa alla **valutazione dell'esposizione** che è il processo di stima e/o di misura della dose o della concentrazione della sostanza alla quale il lavoratore è o può essere esposto in dipendenza dell'uso della sostanza.

Ultimo passaggio del processo valutativo è la **caratterizzazione del rischio** (livello di esposizione) in relazione ai valori limite di esposizione e alle misure utilizzate per contenere il rischio. Per tale caratterizzazione viene proposto un modello di calcolo descritto nei paragrafi che seguono.

9.9 La valutazione del rischio per la salute

La metodologia di valutazione del rischio per la salute che si propone per l'individuazione del livello di esposizione dei lavoratori agli agenti chimici pericolosi studiato per l'applicazione nei laboratori del Sistema Agenziale ISPRA, 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 nonché i criteri di valutazione proposti dal modello ECETOC-TRA³³.

La procedura di valutazione del rischio d'esposizione agli agenti chimici pericolosi, proposta in questa linea guida, si basa 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 (ridurlo al minimo).

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.

In ogni caso, un'eventuale modifica dei parametri non inficia il metodo in quanto il modello genera un **indice di rischio (livello di 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.

9.10 La procedura di valutazione

La valutazione del rischio va effettuata per singolo lavoratore, tranne che, sia possibile, per ragioni di semplicità applicativa, identificare i lavoratori in gruppi omogenei di esposizione in ragione delle attività e delle 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 omogeneo, ad ogni singolo operatore, oppure ove il tipo di attività lo consenta ad un operatore di riferimento.

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

- 1) gli agenti chimici utilizzati e le loro proprietà intrinseche;
- 2) l'analisi delle mansioni, delle attività e degli ambienti di lavoro (laboratori);
- 3) le misure preventive e protettive adottate.

33. ECETOC TRA Worker tool è disponibile in formato excel (Excel spreadsheet) al sito <http://www.ecetoc.org/tra> Il software consente all'utente esperto il calcolo predittivo dell'esposizione cutanea e per inalazione ad un agente chimico.

9.10.1 Informazioni sugli agenti chimici

I dati da rilevare per avere informazioni sugli agenti chimici utilizzati sono:

- 1) l'elenco degli agenti chimici pericolosi;
- 2) le quantità degli agenti chimici utilizzati e quelli stoccati;
- 3) le loro proprietà chimico-fisiche;
- 4) le classificazioni di pericolo (classificazione ed etichettatura delle sostanze – CLP);
- 5) i valori limite cioè i valori di soglia per l'esposizione, al di sotto dei quali sono considerati essere controllati i rischi per la salute.

Si è ritenuto opportuno riferire tutti i dati rilevati ad un periodo di tempo pari ad una settimana rappresentativa dell'attività di laboratorio.

Tutti i dati di input 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 di rilevazione delle informazioni sono riportate nel paragrafo §.9.11.4.

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

9.10.2 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 di esposizione rappresentativi della organizzazione della struttura laboratoristica (ad es. gruppo acque, alimenti, emissioni, pesticidi, ecc. ...). Devono essere raccolte le informazioni relative alla mansione svolta, all'attività lavorativa e agli 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.

9.10.3 Misure preventive e protettive (misure generali di tutela)

Preliminarmente, deve essere verificata l'avvenuta attuazione degli interventi di prevenzione e protezione in base ai principi dell'igiene del lavoro con riferimento alle *misure e principi generali per la prevenzione dei rischi* di cui all'art. 224 del D.Lgs. 81/2008, già esaminato al paragrafo §.5.4.

Queste misure di carattere generale devono essere applicate ancora prima di valutare il rischio da agenti chimici; in altre parole qualsiasi modello usato per la stimare l'entità del relativo rischio chimico non potrà prescindere dall'attuazione preliminare e prioritaria dei principi e delle misure generali di tutela dei lavoratori.

9.11 La valutazione preliminare - L'algoritmo di calcolo dell'indice di rischio o livello di esposizione

9.11.1 Caratterizzazione dei rischi

Al fine di determinare il livello di esposizione ad agenti chimici pericolosi, si dovranno prendere in considerazione tutti gli elementi caratterizzanti l'esposizione secondo il seguente algoritmo:

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

dove:

- L** è il livello d'esposizione del singolo lavoratore agli n agenti chimici pericolosi;
- R_i** 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_i** è la somma dei corrispondenti fattori di esposizione T caratterizzanti il tipo d'esposizione all'iesimo agente chimico pericoloso;
- S_i** è il fattore stato fisico S corrisponde allo stato fisico dell'iesima sostanza;
- E_i** è dato dal valore del fattore di durata E corrispondente al tempo d'esposizione all'iesimo agente chimico pericoloso nella settimana di riferimento pesato rispetto al fattore tempo (Cfr. fattore tempo);
- Q_i** è dato dal valore del fattore quantità utilizzata Q corrispondente alla quantità dell'iesimo agente chimico pericoloso adoperata nella settimana di riferimento;
- D_i** è dato dal valore del fattore di quantità stoccata D corrispondente alla quantità dello iesimo agente chimico pericoloso detenuta nella settimana di riferimento;
- U_i** è il fattore modalità d'uso U corrisponde alla modalità di uso dell'iesima sostanza e alla possibilità di dispersione in aria;
- A_i** è dato dal valore del fattore di lavoro A corrispondente alle circostanze di lavoro in cui è utilizzato l'iesimo agente chimico pericoloso;
- K_i** è il fattore di prevenzione e protezione K del lavoratore, corrispondente agli elementi di sicurezza e d'igiene presenti ed efficaci contro i rischi;
- VL_i** è il valore limite della sostanza di riferimento ove rilevabile.

Nell'algoritmo sono contenuti tutti i parametri che la norma vuole che si prendano in considerazione³⁴ oltre ad altri parametri che si è ritenuto importante considerare e cioè:

- proprietà intrinseche pericolose dell'agente chimico;
- modalità d'impiego;
- livello, modo e durata dell'esposizione;
- quantità utilizzata e/o stoccata;
- valore limite di esposizione professionale all'agente;
- misure preventive e protettive adottate.

Le variabili che costituiscono l'algoritmo utilizzato sono di seguito esplicitati.

34. D.Lgs. 81/2008, Titolo IX, Capo I, art. 223.



Coefficiente correlato alla proprietà intrinseca della sostanza. Gli elementi di rischio sono collegati alle proprietà pericolose intrinseche dell'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.

Tabella 1 – Coefficienti di rischio funzione della pericolosità dell'agente chimico		
FRASI DI RISCHIO R		Coefficiente
R1	Esplosivo allo stato secco	0
R2	Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione	0
R3	Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione	0
R4	Forma composti metallici esplosivi moto sensibili	0
R5	Pericolo di esplosione per riscaldamento	0
R6	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria	0
R7	Può provocare un incendio	0
R8	Può provocare l'accensione di materie combustibili	0
R9	Esplosivo in miscela con materie combustibili	0
R10	Infiammabile	0
R11	Facilmente infiammabile	0
R12	Estremamente infiammabile	0
R13	Gas che a temperatura e pressione ambiente si infiammano con l'aria	0
R14	Reagisce violentemente con l'acqua	0
R15	A contatto con l'acqua libera gas estremamente infiammabili	0
R16	Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti	0
R17	Spontaneamente infiammabile all'aria	0
R18	Durante l'uso può formare con aria miscele esplosive/infiammabili	0
R19	Può formare perossidi esplosivi	0
R20	Nocivo per inalazione	1,6
R21	Nocivo a contatto con la pelle	1,6
R22	Nocivo per ingestione	1,6
R23	Tossico per inalazione	2
R24	Tossico a contatto con la pelle	2
R25	Tossico per ingestione	2
R26	Molto tossico per inalazione	2,5
R27	Molto tossico a contatto con la pelle	2,5
R28	Molto tossico per ingestione	2,6
R29	A contatto con l'acqua libera gas tossici	2
R30	Può divenire facilmente infiammabile durante l'uso	0
R31	A contatto con acidi libera gas tossico	2
R32	A contatto con acidi libera gas altamente tossico	2,5
R33	Pericolo di effetti cumulativi	2
R34	Provoca ustioni	1,6
R35	Provoca gravi ustioni	1,6
R36	Irritante per gli occhi	1,2
R37	Irritante per le vie respiratorie	1,2
R38	Irritante per la pelle	1,2
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi	2,5
R40	Possibilità di effetti irreversibili	2,5
R41	Rischio di gravi lesioni oculari	1,2
R42	Può provocare sensibilizzazione per inalazione	1,2
R43	Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle	1,2
R44	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato	2,5
R45	Può provocare il cancro	*
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie	*
R48	Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata	1,6
R49	Può provocare il cancro per inalazione	*

* Da utilizzare per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni di cui al capitolo 10.

FRASI DI RISCHIO R		Coefficiente
R50	Altamente tossico per gli organismi acquatici	0
R51	Tossico per gli organismi acquatici	0
R52	Nocivo per gli organismi acquatici	0
R53	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico	0
R54	Tossico per la flora	0
R55	Tossico per la fauna	0
R56	Tossico per gli organismi del terreno	0
R57	Tossico per le api	0
R58	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente	0
R59	Pericoloso per lo strato di ozono	0
R60	Può ridurre la fertilità	2
R61	Può danneggiare i bambini non ancora nati	2
R62	Possibile rischio di ridotta fertilità	1,6
R63	Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati	1,6
R64	Possibile rischio per i bambini allattati al seno	1,6
R65	Può causare danni polmonari se ingerito	1,6
R66	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolatura della pelle	1,2
R67	L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini	1,6
R68	Possibilità di effetti irreversibili	1,6
COMBINAZIONI DELLE FRASI DI RISCHIO R		Coefficiente
R 14/15	Reagisce violentemente con l'acqua liberando gas estremamente infiammabili	1,6
R 15/21	A contatto con acqua libera gas tossici estremamente infiammabili	1,6
R 20/21	Nocivo per inalazione e contatto con la pelle	1,6
R 20/22	Nocivo per inalazione e ingestione	1,6
R 20/21/22	Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	1,6
R 21/22	Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione	1,6
R 23/24	Tossico per inalazione e contatto con la pelle	2
R 23/25	Tossico per inalazione e ingestione	2
R 23/24/25	Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	2
R 24/25	Tossico a contatto con la pelle e per ingestione	2
R 26/27	Molto tossico per inalazione e contatto con la pelle	2,5
R 26/28	Molto tossico per inalazione e per ingestione	2,5
R 26/27/28	Molto tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	2,5
R 27/28	Molto tossico a contatto con la pelle e per ingestione	2,5
R 36/37	Irritante per gli occhi e le vie respiratorie	1,2
R 36/38	Irritante per gli occhi e la pelle	1,2
R 36/37/38	Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle	1,2
R 37/38	Irritante per le vie respiratorie e la pelle	1,2
R 39/23	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione	2
R 39/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle	2
R 39/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione	2
R 39/23/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle	2
R 39/23/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione	2
R 39/24/25	Tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione	2
R 39/23/24/25	Tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, R contatto con la pelle e per ingestione	2
R 39/26	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione	2,5
R 39/27	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle	2,5
R 39/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione	2,5
R 39/26/27	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle	2,5
R 39/26/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione	2,5
R 39/27/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per inalazione	2,5
R 39/26/27/28	Molto tossico pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	2,5

COMBINAZIONI DELLE FRASI DI RISCHIO R		Coefficiente
R 40/20	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione	1,6
R 40/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle	1,6
R 40/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per ingestione	1,6
R 40/20/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle	1,6
R 40/20/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione ed ingestione	1,6
R 40/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione	1,6
R 40/20/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione	1,6
R 42/43	Può provocare sensibilizzazione per inalazione e contatto con la pelle	1,2
R 48/20	Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione	1,6
R 48/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle	1,6
R 48/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione	1,6
R 48/20/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle	1,6
R 48/20/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione.	1,6
R 48/21/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione	1,6
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	1,6
R 48/23	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione	1,6
R 48/24	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle	1,6
R 48/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione	2
R 48/23/24	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle	2
R 48/23/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione ed ingestione	2
R 48/24/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione	2
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.	2
R 50/53	Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico	0
R 51/53	Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico	0
R 52/53	Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico	0

CODIFICA CLP		Coefficiente
H200	Esplosivo instabile	0
H201	Esplosivo; pericolo di esplosione di massa	0
H202	Esplosivo; grave pericolo di proiezione	0
H203	Esplosivo; pericolo di incendio, di spostamento d'aria o di proiezione	0
H204	Pericolo di incendio o di proiezione	0
H205	Pericolo di esplosione di massa in caso d'incendio	0
H220:	Gas altamente infiammabile	0
H221	Gas infiammabile	0
H222	Aerosol altamente infiammabile	0
H223	Aerosol infiammabile	0
H224	Liquido e vapori altamente infiammabili	0
H225	Liquido e vapori facilmente infiammabili	0
H226	Liquido e vapori infiammabili	0
H228	Solido infiammabile	0
H240	Rischio di esplosione per riscaldamento	0
H241	Rischio d'incendio o di esplosione per riscaldamento	0
H242	Rischio d'incendio per riscaldamento	0
H250	Spontaneamente infiammabile all'aria	0
H251	Autoriscaldante; può infiammarsi	0
H252	Autoriscaldante in grandi quantità; può infiammarsi	0
H260	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili che possono infiammarsi spontaneamente	0
H261	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili	0
H270	Può provocare o aggravare un incendio; comburente	0
H271	Può provocare un incendio o un'esplosione; molto comburente	0
H272	Può aggravare un incendio; comburente	0
H280	Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato	2
H281	Può provocare ustioni o lesioni criogeniche	1,6
H290	Può essere corrosivo per i metalli	0
H300	Letale se ingerito	3
H301	Tossico se ingerito	2,5
H302	Nocivo se ingerito	2
H304	Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie	3
H310	Letale per contatto con la pelle	3
H311	Tossico per contatto con la pelle	2,5
H312	Nocivo per contatto con la pelle	2
H314	Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari	1,6
H315	Provoca irritazione cutanea	1,2
H317	Può provocare una reazione allergica cutanea	1,2
H318	Provoca gravi lesioni oculari	1,6
H319	Provoca grave irritazione oculare	1,2
H330	Letale se inalato	3
H331	Tossico se inalato	2,5
H332	Nocivo se inalato	2
H334	Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato	2
H335	Può irritare le vie respiratorie	1,2
H336	Può provocare sonnolenza o vertigini	1,6
H340	Può provocare alterazioni genetiche <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	*
H341	Sospettato di provocare alterazioni genetiche <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	2,5
H350	Può provocare il cancro <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	*
H351	Sospettato di provocare il cancro <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	2,5

* Da utilizzare per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni di cui al capitolo 10.

CODIFICA CLP		Coefficiente
H360	Può nuocere alla fertilità o al feto <indicare l'effetto specifico, se noto> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	2
H361	Sospettato di nuocere alla fertilità o al feto <indicare l'effetto specifico, se noto> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	2
H362	Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno	1,6
H370	Provoca danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	2
H371	Può provocare danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	1,6
H372	Provoca danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> in caso di esposizione prolungata o ripetuta <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	1,6
H373	Può provocare danni agli organi <o indicare tutti gli organi interessati, se noti> in caso di esposizione prolungata o ripetuta <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>	1,6
H400	Molto tossico per gli organismi acquatici	0
H410	Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	0
H411	Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	0
H412	Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	0
H413	Può essere nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	0
EUH001	Esplosivo allo stato secco	0
EUH006	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria	0
EUH014	Reagisce violentemente con l'acqua	0
EUH018	Durante l'uso può formarsi una miscela vapore aria esplosiva/infiammabile	0
EUH019	Può formare perossidi esplosivi	0
EUH044	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato	0
EUH029	A contatto con l'acqua libera un gas tossico	2
EUH031	A contatto con acidi libera gas tossici	2
EUH032	A contatto con acidi libera gas molto tossici	2,5
EUH066	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle	1,2
EUH070	Tossico per contatto oculare	2
EUH071	Corrosivo per le vie respiratorie	2
EUH059	Pericoloso per lo strato di ozono	0
EUH201	Contiene piombo. Non utilizzare su oggetti che possono essere masticati o succhiati dai bambini. Attenzione! Contiene piombo	1,6
EUH202	Cianoacrilato. Pericolo. Incolla la pelle e gli occhi in pochi secondi Tenere fuori dalla portata dei bambini	1,6
EUH203	Contiene cromo (VI). Può provocare una reazione allergica	1,6
EUH204	Contiene isocianati. Può provocare una reazione allergica	1,6
EUH205	Contiene componenti epossidici. Può provocare una reazione allergica	1,6
EUH206	Attenzione! Non utilizzare in combinazione con altri prodotti Possono liberarsi gas pericolosi (cloro)	2,5
EUH207	Attenzione! Contiene cadmio. Durante l'uso si sviluppano fumi pericolosi Leggere le informazioni fornite dal fabbricante. Rispettare le disposizioni di sicurezza	1,6
EUH208	Contiene <denominazione della sostanza sensibilizzante> Può provocare una reazione allergica	1,6
EUH209/209A	Può diventare facilmente infiammabile durante l'uso Può diventare infiammabile durante l'uso	1,6



Il parametro “tipo di esposizione” dipende dalle modalità con cui può essere realmente espletata l’azione dannosa (*Tabella 2*) da parte dell’agente (cioè se contatto cutaneo o inalazione o una combinazione delle due). 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	1,4
Cutanea (contatto diretto possibile)	1,2
Cutanea (contatto accidentale)	1,1
Ingestione	---
Iniezione	---

Si deve tenere conto del coefficiente relativo alla esposizione cutanea quando sia individuata nell’attività lavorativa, la possibilità di contatto diretto con la sostanza e sia verificata una delle seguenti condizioni:

- le frasi di rischio R o i simboli di Pericolo per la Salute nel CLS prevedono espressamente un pericolo per la via di assorbimento cutaneo;
- la scheda di sicurezza della sostanza o del preparato/miscela indica il pericolo di assorbimento per via cutanea;
- una sostanza contenuta nel preparato/miscela presenti, congiuntamente ad un valore limite di esposizione professionale, la nota che è possibile l’assorbimento cutaneo.

È evidente che, nel caso di contatto cutaneo, deve essere scelta una delle due opzioni possibili: o contatto accidentale o contatto diretto possibile.

Il modello, nel caso di contemporanea presenza della possibilità di assorbimento per le vie inalatoria e cutanea, prevede una penalizzazione del calcolo del rischio L.

Degli assorbimenti per ingestione e iniezione se ne tiene conto nei fattori di rischio R. In relazione alla bassa frequenza di accadimento e quindi alla incidenza praticamente accidentale nell’ambito di esposizioni lavorative non si è ritenuto opportuno inserire un ulteriore fattore peggiorativo T “tipo di esposizione”.



S 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.

Con l'equazione della retta illustrata sotto è identificabile se la sostanza in questione è un liquido altamente o poco volatile.

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

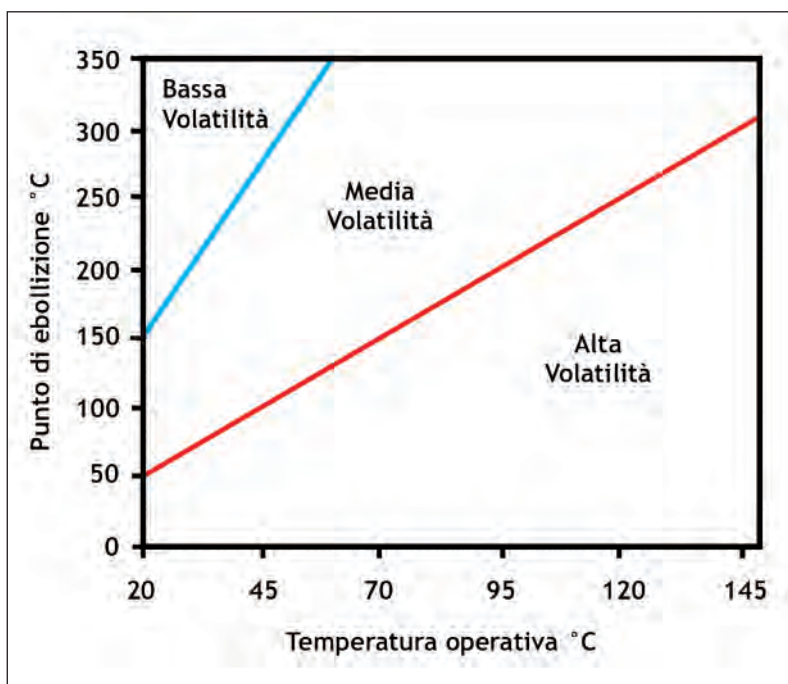


Tabella 3 - Fattori dipendenti dallo stato fisico dell'agente chimico

Fattore stato fisico S	Coefficiente
Gas-Vapore-Liquido altamente volatile	1,8
Liquido a media volatilità	1,4
Liquido a bassa volatilità	1,2
Polvere	1,1
Solido-Gel (con bassa evidenza di polverosità, solidi granulari e cristallini)	0,5

E

E è un 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.

Nei laboratori, come più volte evidenziato nell'ambito di questa guida, è raro avere un'esposizione continuativa e ripetitiva (spazio-tempo) come nelle aziende di produzione tale da potere considerare l'esposizione giornaliera pressoché uguale per tutti i giorni lavorativi dell'anno. Per questo motivo, per ricavare un valore coerente di *E*, si è ritenuto, quale migliore approssimazione, valutare il tempo di esposizione di una settimana, espresso in minuti, ed ipotizzare, per avere una condizione cautelativa, che questa durata dell'esposizione settimanale 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* §.9.11.2) che tiene conto della categoria del Valore Limite VL dell'agente stesso nel modo che viene indicato di seguito per i TLV.

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 settimanale divisi per il fattore tempo corrispondente in base alla categoria di VL.

U

U dipende dalla modalità d'uso della sostanza e alla possibilità che si possa determinare una dispersione in aria.

Sono stati individuati 5 livelli crescenti di gravità:

- sistema chiuso;
- sistema chiuso con possibili esposizioni;
- inclusione in matrice;
- uso poco dispersivo;
- uso con dispersione significativa.

L'uso in sistema chiuso ha luogo quando la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti. Questo avviene raramente nei laboratori di analisi ed è ragionevole assumere che non verificandosi una esposizione non vi sia un rischio.

La categoria "*sistema chiuso con possibili esposizioni*" è stata introdotta per tenere conto di tutti i processi analitici che possono sembrare sistemi chiusi ma che invece, secondo la definizione data sopra, non lo sono, come ad esempio quelle tecniche che fanno uso di sistemi di estrazione accelerata con solvente (ASE).

Uso in inclusione in matrice: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza in esame in matrici che tendano a trattenerla.

Uso poco dispersivo: questa categoria include le attività in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.

Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori non espressamente impegnati nella specifica attività.

Tabella 4 – Modalità d'uso	
Modalità d'uso	Coefficiente
Sistema chiuso con possibili esposizioni	1,1
Inclusione in matrice	1,2
Uso poco dispersivo	1,5
Uso con dispersione significativa	2,0



Q: parametro legato alla quantità utilizzata. Anche in questo caso le quantità sono settimanali. Nella (Tabella 5) in funzione della quantità utilizzata, sono evidenziati i coefficienti associati alla quantità utilizzata.

Tabella 5 - Quantità di agenti chimici usata	
Quantità utilizzata Q	Coefficiente
$Q \leq 1 \text{ g (ml)}$	quantità reale
$1 \text{ g (ml)} < Q \leq 10 \text{ g (ml)}$	varia linearmente da (1 - 2) con $p=0,1$
$10 \text{ g (ml)} < Q \leq 100 \text{ g (ml)}$	varia linearmente da (2 - 4) con $p=0,02$
$100 \text{ g (ml)} < Q \leq 1 \text{ Kg (l)}$	varia linearmente da (4 - 6) con $p=0,002$
$1 \text{ Kg (l)} < Q \leq 5 \text{ Kg (l)}$	varia linearmente da (6 -8) con $p=0,0004$
$Q > 5 \text{ Kg (l)}$	10

Per $Q_i < 1 \text{ g (ml)}$, ossia per quantità assai modeste, non è realistico continuare ad utilizzare un coefficiente e pertanto si considera la quantità realmente manipolata. I coefficienti variano linearmente con rette di pendenza (p).

D

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, in definitiva, 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

A_i: parametro legato al tipo di attività lavorativa.

A questo parametro 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

9.11.2 Fattore tempo

Al fine di approfondire il significato del parametro fattore tempo si rende necessario fare le considerazioni che seguono prendendo ad esempio i valori limite proposti dall'ACGIH.

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 si ipotizza che i tempi d'utilizzo di ciascuna sostanza in una settimana (indicati dal lavoratore e avallati dal responsabile del laboratorio) possano essere considerati, rappresentativi della quantità usata settimanalmente. Per avere una condizione cautelativa si ipotizza che questa quantità sia tutta impiegata in un solo giorno; in maniera ancora più cautelativa si 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 nell'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, Quindi 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). Nel caso di valori limite di altre Organizzazioni se non risulta possibile associarli ad una delle categorie proposte, il dato dovrà essere inserito in corrispondenza del *TWA* per la trattazione corrispondente.

9.11.3 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_i : prodotto dei fattori di prevenzione e protezione della sostanza.

Fattori di protezione		Coefficiente
Cappa	Efficiente	3
	Poco efficiente	2
	Inefficiente/Inesistente/Non utilizzata	1,0
Procedure scritte		2
Indumenti protettivi		1,7
Occhiali		2
Guanti		1,3
DPC (es. ventilaz.)	Efficiente	2,3
	Poco Efficiente	1,5
	Inefficiente/Inesistente/Non utilizzati	1,0
Propipette o altri sistemi di manipolazione controllata obbligatori		1,3
Formazione specifica		2,3
Raccolta separata acidi, basi, infiammabili		1,5

Tutti questi fattori di prevenzione e protezione della *tabella 8* sono inseriti nell'algoritmo quali elementi di contenimento del rischio. Il valore K_i è il risultato del prodotto di tutti i fattori di prevenzione e protezione. Nel caso in cui un fattore non sia presente, si attribuisce il valore invariante di "1".



VL VL_i : nell'algoritmo 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* o ad altri valori limite di Organizzazioni scientifiche internazionali.

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

Per la corretta individuazione di VL fare riferimento anche a quanto riportato nella descrizione del parametro *fattore tempo* §.9.11.2.

Per il calcolo del livello di rischio è condizione necessaria inserire un valore limite. Nella pratica potrebbe verificarsi che, nella scheda di sicurezza del prodotto, non è riportato alcun valore limite. In questi casi si rende indispensabile approfondire la ricerca sia ad altre schede di sicurezza che ai valori limite definiti da autorevoli Organizzazioni Scientifiche come quelli di seguito riportati a solo titolo di esempio:

- TLV dell'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists);
- NOAEL (No-Observed adverse-effect level / Livello senza effetti osservati);
- LOAEL (Lowest observed adverse effect level / livello senza effetti negativi osservati);
- DNL Derived No Effect Level;
- DML Derived Minimal Effect Level;
- OEL Limiti di Esposizione Occupazionale (OEL) definiti dal Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL);
- IDLH (Immediately dangerous to life and health / livello immediatamente pericoloso per la salute e la vita);
- PEL (Permissible Exposure Limit) stabiliti dall'OSHA (Occupational Safety and Health Administration);
- REL (Recommended Exposure Limits) pubblicati dal N.I.O.S.H. (National Institute of Safety and Occupational Health);
- MAK Maximum Concentration of a Chemical Substance in the Workplace (MAK deriva da Maximale Arbeitsplatz Konzentration);
- TRK Technical Occupational Exposure Values.

E molti altri ancora.

Se tutte le ricerche hanno dato esito negativo e non si è potuto risalire ad alcun limite di esposizione, potrebbe essere motivata la eliminazione dal calcolo del livello di esposizione la sostanza in esame. Tale *extrema ratio* può essere giustificata dal fatto che non essendo stato definito un limite di esposizione non risulta possibile effettuare una valutazione oggettiva. A maggior ragione, se si procedesse ad effettuare una misura della sostanza nell'aria ambiente non si potrebbe fare alcuna considerazione di bassa o alta esposizione rispetto ad un limite non identificato.

9.11.4 Le schede personali di rilevazione delle informazioni

Le schede di rilevazione dei dati di input al modello proposto, che si suggeriscono per supportare il valutatore nelle operazioni di calcolo, sono:

- 1) la Scheda rilevazione dei *dati su agenti chimici utilizzati e relativi fattori di protezione*;
- 2) la Scheda di rilevazione *locali – attività – mansioni*.

Le schede sono riportate alla fine di questo paragrafo.

Sulla “Scheda rilevazione dei dati su agenti chimici utilizzati e relativi fattori di protezione” devono essere riportate le informazioni relativamente a:

- dipartimento (Struttura);
- gruppo di lavoro (es. gruppo acque, alimenti, ecc. ...) che è il gruppo omogeneo di esposizione in ragione delle attività e delle mansioni svolte dai lavoratori esposti;
- 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;
- zone/stanze di laboratorio dove si utilizzano le sostanze;
- dati sui DPI adottati;

in particolare:

- per lo stato fisico dell’agente basta porre una “x” sullo stato della sostanza in esame;
- la quantità utilizzata va calcolata nella settimana di riferimento (quantità/settimana) in gr. o ml.;
- 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 negli specifici depositi;
- il tipo di attività lavorativa va scelta ponendo una “x” sull’attività lavorativa svolta con la sostanza in esame;
- la durata dell’esposizione va calcolata in minuti/settimana, e deve rappresentare il **tempo di possibile esposizione** e **non** quello d’utilizzo della sostanza chimica;
- la modalità d’uso va selezionata ponendo una “x” sulla la modalità di utilizzo della sostanza in esame (uso in sistema chiuso con possibili esposizioni, uso poco dispersivo, ecc. ...);
- i fattori di prevenzione e protezione vanno tutti individuati ponendo una “x” su quelli che vengono utilizzati per la sostanza in esame.

Sulla “Scheda di rilevazione mansioni – attività – locali” devono essere riportate le informazioni relativamente a:

- gruppo di lavoro (es. gruppo acque, alimenti, ecc. ...) che è il gruppo omogeneo di esposizione in ragione delle attività e delle mansioni svolte dai lavoratori che manipolano / sono esposti alle sostanze;
- 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 interessato;
- la denominazione del locale;
- la descrizione del locale e degli strumenti utilizzati;
- la qualifica dell’operatore (o degli operatori se si tratta di gruppo omogeneo);
- la mansione svolta;
- la descrizione dell’attività lavorativa svolta;
- firme dell’operatore e del responsabile del laboratorio o unità operativa;
- data di compilazione della scheda.

SCHEDA DI RILEVAZIONE: LOCALI – ATTIVITÀ – MANSIONI

Dipartimento	Gruppo di lavoro omogeneo	Responsabile del gruppo di lavoro	Sigla identificativa del locale	Denominazione locale
Settore	Linea analitica		Mansioni	
<p>Descrizione del locale e degli strumenti utilizzati</p>				
<p>Descrizione dell'attività svolta (per operatore o gruppo omogeneo)</p>				

SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI DATI SU AGENTI CHIMICI UTILIZZATI E RELATIVI FATTORI DI PROTEZIONE						
DIPARTIMENTO						firma
SETTORE						firma
GRUPPO DI LAVORO						RESPONSABILE OPERATORE
						DATA
NOME AGENTE CHIMICO PERICOLOSO						
Utilizzo	Stanza / zona d'uso					
	Settore					
	Linea analitica					
	Metodo analitico					
Fraasi di rischio	Gas-vapore-liquido altamente volatile					
	Liquido a media volatilità					
	Liquido a bassa volatilità					
	Polvere					
	Solido-Gel					
	Usata (gr o ml/sett)					
	Stoccata (gr o ml)					
	Inalazione					
	Contacto cutaneo possibile					
	Contacto cutaneo accidentale					
	Manutenzione					
	Normale lavoro					
	Pulizia					
Durata esposizione (min/sett)	Sistema chiuso					
	Inclusione in matrice					
	Uso poco dispersivo					
	Uso con dispersione significativa					
	Efficiente					
	Poco efficiente					
	Inefficiente o non esistente					
Procedure scritte	Indumenti protettivi					
	Occhiali					
	Guanti					
	Efficiente					
	Poco efficiente					
	Inefficiente o non esistente					
DPC (es.ventilazione)	Propipette o altri sistemi di manipol. obbligatori					
Formazione specifica	Formazione separata acidi, basi, infiamm.					
Raccolta separata acidi, basi, infiamm.	TLV - TWA					
	TLV - STEL					
TLV	TLV - Ceiling					

9.12 La valutazione dei rischi – Livelli di esposizione

L'algoritmo illustrato nei paragrafi precedenti consente di ricavare una graduatoria di valori che rispecchia il livello di esposizione a cui è esposto il singolo lavoratore. Come periodo di riferimento, come più volte evidenziato, si deve considerare una settimana (rappresentativa 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 nella settimana 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 una settimana siano state utilizzate in un solo giorno.

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.

Complessivamente il metodo proposto fornisce due distinti risultati: uno per la sicurezza e l'altro per la salute. Se L risulta inferiore a 1 si è in presenza di un **rischio irrilevante per la salute** e se anche il **rischio per la sicurezza è basso**, non si applicano le disposizioni degli articoli 225, 226, 229, 230 del D.Lgs. 81/2008 cioè non si ha l'obbligo di effettuare una valutazione più approfondita per:

- mettere in atto *misure specifiche di protezione e di prevenzione* (cfr. paragrafo successivo);
- predisporre procedure di intervento adeguate da attuarsi *in caso di incidenti o di emergenze*;
- attivare la *sorveglianza sanitaria* ai lavoratori esposti;
- istituire e aggiornare le *cartelle sanitarie e di rischio*.

Livelli d'esposizione complessiva L per singolo lavoratore

$L \geq 1$	Rischio non irrilevante per la salute dei lavoratori
$L < 1$	Rischio irrilevante per la salute dei lavoratori

Livelli d'esposizione per sostanza L_i e per singolo lavoratore

$L_i \geq 1$	Altissimo Rischio per la salute
$0,1 \leq L_i < 1$	Alto Rischio per la salute
$0,01 \leq L_i < 0,1$	Medio Rischio per la salute
$0,001 \leq L_i < 0,01$	Basso Rischio per la salute

Questa metodologia multiparametrica di calcolo può apparire complessa, ma può essere notevolmente semplificata con l'aiuto del programma di calcolo elaborato sia per la sicurezza che per la salute.

Inoltre, rispetto alle numerose metodologie attualmente disponibili, questa metodologia di calcolo rappresenta meglio la realtà dei laboratori delle Agenzie e più in generale dei laboratori di analisi, purché si tenga sempre presente che i risultati ottenuti, come tutte le metodologie di calcolo dei livelli di rischio, **non hanno valore assoluto ma comparativo**.

Se, a seguito dell'applicazione del metodo proposto si perviene al risultato che non vi è un rischio basso per la sicurezza e/o non irrilevante per la salute dei lavoratori e che sia le misure e principi generali per la prevenzione dei rischi di cui al comma 1 dell'art. 224, del D.Lgs. 81/2008 che le eventuali misure intraprese a seguito di una valutazione più approfondita, non riescono dimostrare il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e di protezione, il datore di lavoro, periodicamente ed ogni qualvolta sono modificate le condizioni che possono influire sull'esposizione, provvede ad effettuare la misurazione degli agenti che possono presentare un rischio per la salute (cfr. paragrafo successivo).

9.13 La valutazione approfondita

Se l'analisi ha individuato la presenza di un **rischio non irrilevante per la salute e/o di un rischio non basso per la sicurezza**, diventa necessario adottare misure specifiche di protezione e prevenzione, disposizioni in caso di incidenti o di emergenze, la sorveglianza sanitaria, l'istituzione e l'aggiornamento delle cartelle sanitarie e di rischio, procedendo con un'analisi più approfondita.

Scopo della valutazione maggiormente dettagliata è quello di portare al valore più basso possibile il rischio di esposizione ad agenti chimici sia sotto il profilo della sicurezza che sotto quello della salute.

Per valutare l'efficacia delle misure scelte nella *valutazione approfondita* è utile ricalcolare l'indice di esposizione attraverso l'algoritmo proposto.

9.13.1 Analisi delle misure di riduzione del rischio (misure di prevenzione e protezione)

Nel caso di rischio non irrilevante per la salute, quando la natura dell'attività non consente di eliminare il rischio attraverso la sostituzione dell'agente chimico, il datore di lavoro garantisce che il rischio sia ridotto mediante l'applicazione delle seguenti misure da adottarsi nel seguente ordine di priorità³⁵.

- Progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché uso di attrezzature e materiali adeguati.
- Appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio.
- Misure di protezione individuali, compresi i dispositivi di protezione individuali, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione.
- Sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

Inoltre, 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.

35. D.Lgs. 81/2008, art. 225, punto 1.

Nel caso di rischio non basso per la sicurezza³⁶ laddove la natura dell'attività lavorativa non consenta di prevenire sul luogo di lavoro la presenza di concentrazioni pericolose di sostanze infiammabili o quantità pericolose di sostanze chimicamente instabili, il datore di lavoro deve in particolare:

- evitare la presenza di fonti di accensione che potrebbero dar luogo a incendi ed esplosioni, o l'esistenza di condizioni avverse che potrebbero provocare effetti fisici dannosi ad opera di sostanze o miscele di sostanze chimicamente instabili;
- limitare, anche attraverso misure procedurali ed organizzative previste dalla normativa vigente, gli effetti pregiudizievoli sulla salute e la sicurezza dei lavoratori in caso di incendio o di esplosione dovuti all'accensione di sostanze infiammabili, o gli effetti dannosi derivanti da sostanze o miscele di sostanze chimicamente instabili.

Inoltre il datore di lavoro mette a disposizione attrezzature di lavoro ed adotta sistemi di protezione collettiva ed individuale conformi alle disposizioni legislative e regolamentari pertinenti, in particolare per quanto riguarda l'uso dei suddetti mezzi in atmosfere potenzialmente esplosive e adotta misure per assicurare un sufficiente controllo degli impianti, apparecchi e macchinari, anche mettendo a disposizione sistemi e dispositivi finalizzati alla limitazione del rischio di esplosione o dispositivi per limitare la pressione delle esplosioni.



Apparecchio per la determinazione della radioattività nelle acque (1960)

9.13.2 Disposizioni in caso di incidenti o di 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.

9.13.3 Sorveglianza sanitaria e cartelle sanitarie e di rischio

Il medico competente istituisce ed aggiorna la cartella sanitaria e di rischio e fornisce al lavoratore interessato tutte le informazioni sul significato e sui risultati della sorveglianza sanitaria.

36. D.Lgs. 81/2008, art. 225, punto 5.

10. Modello di valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni

10.1 Premessa

Ai fini della protezione da agenti cancerogeni e mutageni (Titolo IX – Sostanze Pericolose, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.), il datore di lavoro che utilizza agenti cancerogeni/mutageni, quali definiti dall'art. 234, è tenuto, ai sensi del successivo art. 235, ad evitare o ridurre l'utilizzazione dell'agente cancerogeno o mutageno sul luogo di lavoro, mediante le seguenti misure, indicate in ordine prioritario e tutte strettamente correlate alla loro effettiva fattibilità tecnica:

- sostituzione dell'agente con altro agente che, nelle condizioni in cui viene utilizzato, non risulta nocivo o risulta meno nocivo per la salute e la sicurezza dei lavoratori;
- impiego di un agente in un sistema chiuso purché tecnicamente possibile;
- riduzione dei livelli di esposizione dei lavoratori al più basso valore tecnicamente possibile. L'esposizione non deve comunque superare il valore limite dell'agente stabilito nell'Allegato XLIII.

Al riguardo si evidenzia che tali obblighi non possono prescindere dalla valutazione del rischio di cui agli artt. 17 e 236, 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.

La metodologia di valutazione che si vuole proporre per l'individuazione del livello di esposizione dei lavoratori alle sostanze cancerogene/mutagene studiato per l'applicazione nei laboratori del Sistema Agenziale ISPRA, ARPA e APPA, rispecchia (con alcune modifiche) le indicazioni del modello pubblicato sul *Giornale degli Igienisti Industriali – vol. 33 - n. 3 – luglio 2008 “Valutazione dell'esposizione ad agenti cancerogeni/mutageni nei laboratori di ricerca: sistema integrato tra checklist, sopralluoghi e uso di algoritmi”*.

Nel caso dei laboratori, va tenuta in debita considerazione la particolarità di tali ambienti lavorativi caratterizzati dall'utilizzo generalmente occasionale, in piccole quantità e per breve tempo, di un numero esiguo di composti e preparati cancerogeni/mutageni.

In tali luoghi, più che con riscontri derivanti da misurazioni ambientali, risulta più idoneo una metodologia teorico-pratica (algoritmo) che consenta di ottenere, in modo semplificato, una puntuale valutazione dell'esposizione.

La metodologia sviluppata è in grado di determinare il livello di rischio espositivo dovuto ad un singolo agente e/o a più agenti.

10.2 La procedura di valutazione del rischio cancerogeno e mutageno

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.

La procedura si basa sull'analisi ponderata (scelta pesata) di alcuni parametri ritenuti validi indicatori dell'esposizione (stato chimico-fisico del composto o miscela utilizzata, presenza di dispositivi di protezione collettiva, quantità utilizzata, temperatura di utilizzo, frequenza di utilizzo e tempo di manipolazione).

Tutti i dati relativi agli agenti cancerogeni/mutageni, alle mansioni e alle attività, e dispositivi di protezione collettiva, vengono raccolti sinteticamente in una scheda di rilevazione compilata e firmata dal singolo operatore, e dal responsabile del gruppo di lavoro del laboratorio di cui l'operatore fa parte.

La scheda è riportata nella figura 11.4.

10.3 L'algoritmo di calcolo dell'indice di rischio o livello di esposizione

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

$$L_{canc} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot S_i \cdot T_i \cdot Q_i \cdot E_i \cdot F_i}{6,25}$$

dove:

L_{canc}	è il livello d'esposizione del singolo lavoratore agli <i>n</i> agenti cancerogeni/mutageni
P_i	è il <i>fattore di uso ed efficienza P</i> dei dispositivi di protezione collettiva durante l'uso dell' <i>i</i> esimo agente cancerogeno/mutageno
S_i	è il <i>fattore stato fisico S</i> e corrisponde allo stato chimico-fisico dell' <i>i</i> esima sostanza
T_i	è il <i>fattore temperatura di processo T</i> e corrisponde alla temperatura del processo lavorativo dell' <i>i</i> esima sostanza
Q_i	è dato dal valore del <i>fattore quantità utilizzata Q</i> corrispondente alla quantità dell' <i>i</i> esimo agente cancerogeno/mutageno adoperato nella singola manipolazione
E_i	è dato dal valore del <i>fattore di durata E</i> corrispondente al tempo di manipolazione dell' <i>i</i> esimo agente cancerogeno/mutageno espresso in minuti/giorno
F_i	è il <i>fattore frequenza di utilizzo F</i> corrisponde alla frequenza di manipolazione dell' <i>i</i> esima sostanza espresso in giorni/anno

Ai fattori di rischio indicati vengono assegnati secondo criteri soggettivi dei valori scalari proporzionali al grado di pericolosità. 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.

Il prodotto dei vari indicatori (numero adimensionale) quantifica la potenziale esposizione all'i-esima sostanza. I valori delle variabili che costituiscono l'algoritmo utilizzato sono di seguito esplicitati.

P_i: è il **fattore di uso ed efficienza P** dei dispositivi di protezione collettiva durante l'uso dell'iesimo agente cancerogeno/mutageno.

Tabella 1 – Fattore di Protezione collettiva - P	
Categorie di rischio	Valori di pericolosità
Ciclo chiuso	1
Cappa funzionante (efficiente)	2
Parzialmente sotto cappa	5
Senza cappa	10

S_i: è il **fattore stato fisico S** e corrisponde allo stato chimico-fisico dell'iesima sostanza.

Tabella 2 – Stato chimico-fisico - S	
Categorie di rischio	Valori di pericolosità
Gel, solido compatto	2
Liquido non volatile, cristalli	5
Gas, vapore, liquido volatile, polvere fine	10

T_i: è il **fattore temperatura di processo T** e corrisponde alla temperatura del processo lavorativo dell'iesima sostanza

Tabella 3 – Temperatura di processo - T	
Categorie di rischio	Valori di pericolosità
$T_u \leq 0,3 T_{eb}$ o nel caso di solidi	2
$0,3 T_{eb} < T_u \leq 0,7 T_{eb}$	5
$0,7 T_{eb} < T_u$	10

Q_i: è dato dal valore del **fattore quantità utilizzata Q** corrispondente alla quantità dell'iesimo agente cancerogeno/mutageno adoperato nella singola manipolazione.

Tabella 4 – Quantità utilizzata - Q	
Categorie di rischio	Valori di pericolosità
$Q < 1 \text{ g o } Q < 1 \text{ ml}$	2
$1 \text{ g o } 1 \text{ ml} \leq Q \leq 50 \text{ g o } 50 \text{ ml}$	5
$Q > 50 \text{ g o } 50 \text{ ml}$	10

E_i : è dato dal valore del **fattore di durata E** corrispondente al tempo di manipolazione dell'iesimo agente cancerogeno/mutageno espresso in minuti/giorno.

Tabella 5 – Tempo di manipolazione - E	
Fattori di rischio	Valori di pericolosità
Frazione giornaliera	minuti/480

F_i : è il **fattore frequenza di utilizzo F** corrisponde alla frequenza di manipolazione dell'iesima sostanza espresso in giorni/anno.

Tabella 6 – Frequenza di utilizzo - F	
Fattori di rischio	Valori di pericolosità
Frequenza di utilizzo	giorni/200

10.4 La scheda personale di rilevazione delle informazioni

Al fine di disporre dei necessari dati di input si propone la scheda di rilevazione riportata in figura 11.4 compilata almeno per i seguenti campi:

- Cognome e nome dell'operatore di laboratorio oppure gruppo omogeneo di appartenenza;
- Ufficio/area/unità operativa di appartenenza;
- Nome Agente cancerogeno/mutageno;
- Frasi di Rischio dell'Agente cancerogeno/mutageno;
- Laboratorio/area in cui viene manipolato l'agente cancerogeno/mutageno;
- Descrizione dell'attività (riferimento al metodo di prova/analisi);
- Frequenza di utilizzo (giorni/anno);
- Frazione giornaliera (tempo manipolazione min./giorno);
- Firme dell'operatore e del responsabile del gruppo di lavoro o del laboratorio;
- Data di compilazione della scheda.

Scheda informativa agenti cancerogeni, mutageni e teratogeni (art. 236, D.Lgs. 81/2008)

STRUTTURA: _____			
LABORATORIO: _____			
LINEA ANALITICA: _____			
1. Nome Agente: _____		Numero CAS: _____	
<input type="checkbox"/> cancerogeno (R45-R49) (H350)		<input type="checkbox"/> mutageno (R46) (H340)	
Altre frasi di rischio: _____		Valore limite (ppm) _____	
3. Personale Addetto (nome, cognome, qualifica): _____			
4. Gruppo omogeneo di appartenenza: _____			
5. Possibilità di sostituire l'agente utilizzato con uno meno pericoloso: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché?			
6. Possibilità di ridurre i quantitativi manipolati dell'agente: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché?			
7. Possibilità di ridurre i quantitativi stoccati dell'agente: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché?			
8. Luogo di stoccaggio _____		Quantitativo stoccato _____	
9. Modalità di stoccaggio: _____			
10. Possibilità di ciclo chiuso: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché?			
11. Altri sistemi di prevenzione/protezione adottati: _____			
12. Esistono fasi lavorative che non possono essere effettuate sotto cappa: <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, perché?			
13. D.P.I. utilizzati: _____			
14. Informazione/formazione degli operatori: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché?			

Scheda informativa agenti cancerogeni, mutageni e teratogeni (art. 236, D.Lgs. 81/2008)

15. Descrizione dettagliata dell'attività (o della fase lavorativa) con l'agente utilizzato:
 Fase 1: _____

 Fase 2: _____

 Fase 3: _____

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
16. Luogo di utilizzo (stanze)			
17. Stato fisico della sostanza (gas, vapore, liquido, solido cristallino e polvere fine)			
18. Frequenza della manipolazioni (giorni/anno)			
19. Durata del ciclo lavorativo (minuti/giorno)			
20. Quantitativo impiegato per singola manipolazione (mg o ml):			
21. Temperatura di utilizzo della sostanza (°C)			
22. Uso dispositivi di protezione collettiva conformi (cappe di aspirazione ecc.):	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
23. Quali fasi dell'attività sono da ritenersi a suo giudizio più pericolose?: _____ _____			
24. A seguito delle risposte: a) giudica l'utilizzo dei cancerogeni nel suo laboratorio: <input type="checkbox"/> sicuro <input type="checkbox"/> a rischio <input type="checkbox"/> non so b) giudica migliorabile la situazione? <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no, perché? _____ c) giudica il rischio di esposizione complessivamente: <input type="checkbox"/> basso <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> alto			
25. Osservazioni: _____ _____			

Il Lavoratore

Dirigente/Responsabile di U.O.

Data,

10.5 La valutazione e rischio per la salute

Per ogni i -esima sostanza pericolosa utilizzata si ricava un valore $L_{canc\ i}$.

I valori $L_{canc\ i}$; ottenuti per ogni sostanza sono sommati fra loro per esprimere l'esposizione totale L_{canc} di quel dato operatore.

Se in base ai parametri utilizzati nella presente analisi si verifica per un lavoratore che il livello d'esposizione complessivo L_{canc} (dovuto a tutte le sostanze cancerogene e mutagene utilizzate dal lavoratore stesso) è inferiore ad **1** si può affermare che gli interventi di prevenzione e protezione in atto di cui all'art. 237 del D.Lgs. 81/2008, sono sufficienti a contenere gli elementi di rischio, quindi la situazione è sotto controllo e si può affermare che non si evidenziano rischi per la salute.

Il lavoratore sarà pertanto classificato "non esposto" o in via precauzionale "potenzialmente esposto" per cause accidentali e non si applicherà pertanto quanto indicato nel D.Lgs. 81/2008, agli artt. 242 - Sorveglianza sanitaria e 243 - Iscrizione nel registro degli esposti.

Se invece in base ai parametri utilizzati nella presente analisi si verifica per un lavoratore che il livello d'esposizione complessivo L_{canc} (dovuto a tutte le sostanze pericolose utilizzate dal lavoratore stesso) è superiore ad **1** si può classificare tale operatore "esposto" e di conseguenza varranno gli obblighi di cui agli artt. 237, 242 e 243 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Livelli d'esposizione complessiva L_{canc} per singolo lavoratore	
$L_{canc} \geq 1$	Esposto
$L_{canc} < 1$	Non esposto / potenzialmente esposto

Livelli d'esposizione per sostanza $L_{canc\ i}$ e per singolo lavoratore	
$L_{canc\ i} \geq 1$	Esposto
$L_{canc\ i} < 1$	Non esposto / potenzialmente esposto



Apparecchio per la determinazione del punto di infiammabilità (1970)

11. Verifica della significatività dei metodi

11.1 Definizione e analisi dei fattori di incertezza

Esistono tre generiche fonti di incertezza in entrambe le analisi dei rischi proposti:

- 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 eventi che si riescono comunque ad identificare, l'analista è chiamato a individuarne un set rappresentativo per la prosecuzione della valutazione che è impossibile e 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).



11.2 Validazione del metodo

Per ricercare elementi di validazione all'applicazione dell'algoritmo per la valutazione del rischio chimico e poter ottenere, sia pure approssimativamente, indicazioni sulla reale esposizione, possono essere elaborate delle ipotesi di calcolo prendendo in considerazione alcune delle 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 beker), 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 m³. Le ipotesi così formulate consentono di prevedere la concentrazione della sostanza in esame all'interno di quel volume di 10 m³ (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 irrilevante per la salute”, in considerazione degli studi e delle proposte in merito presentate anche dal Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali³⁷ nonché dalle Associazioni interessate alla materia (che si basano, per la definizione di rischio irrilevante per la salute, 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 irrilevante per la salute.

Ulteriori elementi di validazione possono essere ricavati effettuando misure ambientali e biologiche condotte sulle basi di quanto riportato nel Capitolo §.9 e dall'applicazione del software di calcolo ECETOC TRA Worker Tool, Ver. 2 (luglio 2009)³⁸ che fornisce stime di esposizione a singole sostanze in termini di quantità/giorno. Il modello TRA (Targeted Risk Assessment) è stato sviluppato da ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemical), è principalmente rivolto alla valutazione di sostanze poco pericolose o con basso potenziale di esposizione; è classificato come modello Tier1.

L'uso del modello è rivolto principalmente per valutare l'esposizione dei Lavoratori sia per la via di esposizione inalatoria sia per quella dermica anche se il modello tende a sottostimare questa ultima.

L'uso principale del modello è quindi la valutazione dell'esposizione per lavoratori per via inalatoria. Per questo scopo il TRA utilizza il modulo EASE del Modello EUSES³⁹ come punto di partenza migliorandolo e raffinandolo nei vari parametri che lo caratterizzano. Attualmente è in uso la versione TRA 2.0 che, a differenza della precedente, è rilasciata come applicativo in forma di foglio di calcolo e può essere richiesta e scaricata dal sito www.ecetoc.com.

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

38. ECETOC (European centre for ecotoxicology and toxicology of chemicals).

39. EUSES (European Union system for the evaluation of substances); EASE (Estimation and assessment of substance exposure).

12. La sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria viene effettuata in base al rischio specifico valutato per ogni singolo lavoratore. Nel D.Lgs. 81/2008, si definisce «sorveglianza sanitaria» l'insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa⁴⁰.

La sorveglianza sanitaria comprende⁴¹:

- a) visita medica preventiva intesa a constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro cui il lavoratore è destinato al fine di valutare la sua idoneità alla mansione specifica;
- b) visita medica periodica per controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica. La periodicità di tali accertamenti, qualora non prevista dalla relativa normativa, viene stabilita, di norma, in una volta l'anno. Tale periodicità può assumere cadenza diversa, stabilita dal medico competente in funzione della valutazione del rischio. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza sanitaria differenti rispetto a quelli indicati dal medico competente;
- c) visita medica su richiesta del lavoratore, qualora sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute, suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta, al fine di esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica;
- d) visita medica in occasione del cambio della mansione onde verificare l'idoneità alla mansione specifica;
- e) visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro nei casi previsti dalla normativa vigente;
- f) visita medica preventiva in fase preassuntiva;
- g) visita medica precedente alla ripresa del lavoro, a seguito di assenza per motivi di salute di durata superiore ai sessanta giorni continuativi, al fine di verificare l'idoneità alla mansione.

Nel caso di esposizione a sostanze chimiche pericolose, 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 irrillevante per la salute, la sorveglianza sanitaria diviene obbligatoria.

In questo caso la sorveglianza sanitaria viene effettuata⁴²:

- a) prima di adibire il lavoratore alla mansione che comporta l'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. In tale occasione il medico competente deve fornire al lavoratore le eventuali indicazioni relative alle prescrizioni mediche da osservare.

Il monitoraggio biologico è obbligatorio per i lavoratori esposti agli agenti per i quali è stato fissato un valore limite biologico.

40. D.Lgs. 81/2008, art. 2, lettera m.

41. D.Lgs. 81/2008, art. 41, comma 2.

42. D.Lgs. 81/2008, art. 229, comma 2.

Nell'altro caso di esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni, se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione alle variabili considerate e cioè durata, frequenza, quantitativi di agenti cancerogeni o mutageni prodotti ovvero utilizzati, concentrazione, capacità degli stessi di penetrare nell'organismo per le diverse vie di assorbimento, stato di aggregazione e così via, la sorveglianza sanitaria diviene obbligatoria.

I lavoratori esposti sono iscritti in un registro nel quale è riportata, per ciascuno di essi, l'attività svolta, l'agente cancerogeno o mutageno utilizzato e, ove noto, il valore dell'esposizione a tale agente. Detto registro è istituito ed aggiornato dal datore di lavoro che ne cura la tenuta per il tramite del medico competente. Il responsabile del servizio di prevenzione ed i rappresentanti per la sicurezza hanno accesso a detto registro.

La sorveglianza trae la sua definizione 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. Per questo motivo, tra le misure generali di tutela di cui all'art.15 del D.Lgs. 81/2008, si trova alla lettera l, il controllo sanitario dei lavoratori. In questo caso non vi è l'obbligatorietà ma il ricorso volontario al principio di tutela ulteriore del lavoratore se, il datore di lavoro, lo ritiene opportuno.

Il ricorso a tale principio potrebbe far superare alcuni elementi di criticità quale quello 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, per esempio, 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). Purtroppo, quest'ultima variabile è complessa e difficile da parametrare con l'algoritmo proposto.

Inoltre occorre considerare che:

- 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);
- 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);
- non si dispone per le basse esposizioni di indicatori di effetto affidabili;
- 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);
- 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 che sostiene la legittimazione della sorveglianza sanitaria anche in presenza di rischio irrilevante per la salute riconducendola fra le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori dove è previsto il controllo sanitario del lavoratore (Linee guida per la formazione continua e l'accreditamento del medico del lavoro. La sorveglianza sanitaria. Pavia, 2003).

13. Il monitoraggio ambientale e biologico

13.1 La misurazione degli effetti sull'organismo

In termini generali, il monitoraggio biologico può essere definito come la misura e la valutazione degli agenti chimici presenti sul luogo di lavoro, dei loro metaboliti o dei loro effetti precoci non patologici, in un idoneo mezzo biologico della persona esposta. Il suo scopo è di valutare l'esposizione e il rischio per la salute mediante il confronto dei valori ottenuti con un riferimento adeguato.

Lo stesso agente chimico, i prodotti della sua trasformazione generati dall'organismo, i metaboliti, o il cambiamento biochimico risultante dall'effetto menzionato, tutti oggetto di misurazione, costituiscono i cosiddetti *indicatori*.

I mezzi biologici più comuni sono il sangue, le urine e l'aria espirata, tuttavia per ogni agente chimico vi sono uno o più mezzi biologici idonei per il controllo biologico, mentre altri sono da escludere. La parte che viene effettivamente prelevata dai mezzi biologici di un individuo, per effettuare l'analisi, costituisce il campione.

Il risultato della misurazione consente di conoscere il grado di esposizione dell'individuo e di dedurre se il lavoratore si trova o no in una situazione di rischio per la sua salute, quando si dispone di un valore limite biologico stabilito per tale contaminante, con un criterio di applicazione adatto allo scopo.

Quanto al loro significato, i risultati del controllo biologico e le relative valutazioni non si differenziano essenzialmente da quelli ottenuti mediante la tecnica del monitoraggio ambientale, poiché, come queste ultime, forniscono informazioni riferite, come già si è detto, all'esposizione attuale del lavoratore e al rischio potenziale per la loro salute in determinate condizioni, e non sul loro stato di salute al momento attuale o in futuro. Il monitoraggio biologico è, quindi, un importante strumento per la sorveglianza sanitaria e la valutazione del rischio, ed è obbligatorio, ai sensi del D.Lgs. 81/2008, per i lavoratori esposti agli agenti chimici pericolosi per i quali è stato fissato un valore limite biologico. Dei risultati di tale monitoraggio viene informato il lavoratore interessato.

Secondo il D.Lgs. 81/2008, allegato XXXIX, l'unico agente chimico che riporta un valore limite biologico è il piombo e i suoi composti ionici. Sarebbe auspicabile che il monitoraggio biologico possa essere esteso ad altri agenti chimici per i quali Enti Internazionali abbiano fissato dei valori limite biologici (es: BEI, ACGIH).

Il monitoraggio biologico fornisce una misura dell'esposizione interna dell'individuo e presenta due approcci ben distinti: quello collettivo (come complemento del controllo ambientale) e quello individuale (come strumento della medicina del lavoro, integrato nella supervisione sanitaria) in quanto:

- valuta la somma delle dosi assorbite attraverso le varie vie (inalatoria, 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;
- non richiede interventi durante le fasi lavorative.

Tuttavia il monitoraggio biologico presenta una serie di inconvenienti che lo rendono, di fatto quasi inapplicabile. Infatti:

- non sempre è stato individuato un metabolita ed una metodologia analitica riconosciuta per la valutazione dell'inquinante: per nessuno degli inquinanti con la notazione "pelle" riportati nell'Allegato XXXIX è previsto un monitoraggio biologico. Anche volendosi rifare all'ACGIH, questa ha finora individuato dei metaboliti, delle metodologie analitiche e dei valori limite di esposizione professionale solo per poche sostanze tossiche con la notazione "pelle";
- il prelievo dei campioni può essere a volte invasivo e difficilmente accettato dai lavoratori;
- vi possono essere delle sostanziali differenze metaboliche da individuo ad individuo;
- il monitoraggio biologico risulta, nei casi reali, meno sensibile rispetto ai metodi diretti di un fattore tra 3 e 30.

Tra i metodi diretti quello prevalentemente utilizzato fa uso dei "sostituti cutanei", cioè di superfici assorbenti poste, durante le fasi lavorative, a contatto diretto con la pelle e che vengono contaminate in sua vece. Benché anche per l'esecuzione di questo tipo di monitoraggi non esista un protocollo che goda di un riconoscimento generalizzato, l'OSHA ha stabilito criteri riguardanti, ad esempio, la suddivisione del corpo in aree anatomiche, la superficie minima di area anatomica cui applicare i sostituti cutanei, la loro collocazione approssimativa, ecc.

Dopo l'esposizione per un periodo di tempo noto, i sostituti cutanei vengono rimossi, l'agente chimico viene estratto dal sostituto cutaneo con i solventi convenzionalmente utilizzati per quel dato inquinante, e la soluzione viene analizzata. Ma anche il metodo diretto ha una serie di limitazioni e l'interpretazione dei dati può presentare notevoli difficoltà.

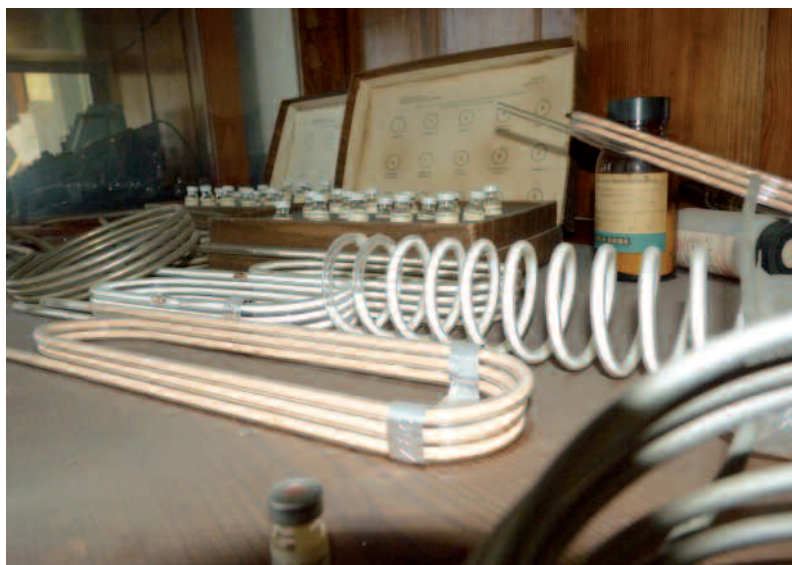
13.2 Misurazione dell'agente chimico pericoloso nell'ambiente di lavoro

All'articolo 225, comma 2, del D.Lgs. 81/2008, vengono introdotte le misurazioni dell'agente chimico quale compito per il datore di lavoro che abbia classificato il rischio come non basso per la sicurezza e non irrilevante per la salute dei lavoratori.

Infatti, a meno che non si possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di adeguati livelli di prevenzione e protezione, il datore di lavoro effettua la misurazione degli agenti chimici che possono presentare un rischio per la salute:

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

Le metodiche standardizzate con cui effettuare le misurazioni sono indicate nell'Allegato XLI del D.Lgs. 81/2008 o, in loro assenza, con metodiche appropriate e con particolare riferimento ai valori limite di esposizione professionale e per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio temporali.



Colonne gascromatografiche d'epoca

Le metodiche standardizzate di cui all'allegato XLI del D.Lgs. 81/2008 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

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 non irrilevante per la salute dei lavoratori. Tuttavia si deve sottolineare che in linea prettamente giuridica, un tassativo obbligo a misurare l'esposizione ad un agente chimico non permane nemmeno nelle situazioni al di sopra del rischio non irrilevante per la salute, 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).

14. Conclusioni

In questa revisione della linea guida del 2006, necessaria in relazione agli aggiornamenti normativi e tecnico-scientifici sopravvenuti, l'obiettivo rimane quello di offrire un contributo alla prevenzione e protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni, 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 risultare utile per analoghe organizzazioni, quali laboratori di ricerca universitari, laboratori didattici delle scuole, laboratori di controllo di Enti pubblici come 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:

- identificare e rappresentare in modo pragmatico tutti gli elementi che contribuiscono a quantificare il rischio chimico nei laboratori di analisi;
- calcolare l'indice di rischio;
- 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. Le procedure di valutazione proposte sono basate sull'uso di un modello di calcolo con il quale sono confrontati gli elementi che determinano il rischio di esposizione ad agenti chimici, cancerogeni e mutageni, 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 sull'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.

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 facilmente 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 la revisione della linea guida ci siamo accorti di averla estesa e di esserci dilungati attorno al tema specifico della valutazione del rischio all'esposizione ad agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni. 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.

Appendice A – Riferimenti normativi

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI EUROPEI
SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO SAFETY AND HEALTH AT WORK
Direttiva 2009/104/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 16/09/2009 relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 2008/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 23/04/2008 che modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 2006/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 5/04/2006 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) (diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 2004/40/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 29/04/2004 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (Diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 2003/88/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 4/11/2003 concernente taluni aspetti dell'organizzazione dell'orario di lavoro
Raccomandazione 2003/670/CE della Commissione 19/09/2003 sull'elenco europeo delle malattie professionali [notificata con il numero C(2003) 3297]
Raccomandazione 2003/134/CE del Consiglio 18/02/2003 relativa al miglioramento della protezione della salute e della sicurezza sul lavoro dei lavoratori autonomi
Direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 6/02/2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) (diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 25/06/2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) - Dichiarazione congiunta del Parlamento europeo e del Consiglio
Direttiva 2001/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 27/06/2001 che modifica la direttiva 89/655/CEE del Consiglio relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 8 luglio 2003, n. 235</i>
Comunicazione della Commissione (2000) 466 del 05/10/2000 sulle linee direttrici per la valutazione degli agenti chimici, fisici e biologici, nonché dei processi industriali ritenuti pericolosi per la sicurezza o la salute delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento (direttiva 92/85/CEE del Consiglio)
Direttiva 1999/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 16/12/1999 relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (quindicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 98/24/CE del Consiglio 7/04/1998 sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro (quattordicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 95/63/CE del Consiglio 5/12/1995 che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori il lavoro (seconda direttiva particolare a norma dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 359</i>

SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO SAFETY AND HEALTH AT WORK
Direttiva 93/103/CE del Consiglio 23/11/1993 riguardante le prescrizioni minime di sicurezza e di salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca (tredicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 92/104/CEE del Consiglio 3/12/1992 relativa a prescrizioni minime intese al miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori delle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee (dodicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 92/91/CEE del Consiglio 3/11/1992 relativa a prescrizioni minime intese al miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione (undicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 92/85/CEE del Consiglio 19/10/1992 concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento (decima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 92/58/CEE del Consiglio 24/06/1992 recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 92/57/CEE del Consiglio 24/06/1992 riguardante le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili (ottava direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 91/383/CEE del Consiglio 25/06/1991 che completa le misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute durante il lavoro dei lavoratori aventi un rapporto di lavoro a durata determinata o un rapporto di lavoro interinale
Direttiva 90/270/CEE del Consiglio 29/05/1990 relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e di salute per le attività lavorative svolte su attrezzature munite di videoterminali (quinta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 90/269/CEE del Consiglio 29/05/1990 relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute concernenti la movimentazione manuale di carichi che comporta tra l'altro rischi dorso-lombari per i lavoratori (quarta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 89/656/CEE del Consiglio 30/11/1989 relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di attrezzature di protezione individuale durante il lavoro (terza direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 89/655/CEE del Consiglio 30/11/1989 relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 89/654/CEE del Consiglio 30/11/1989 relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro (prima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE <i>Termine di recepimento: 31 dicembre 1992. Direttiva recepita con D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626</i>
Direttiva 89/391/CEE del Consiglio 12/06/1989 concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro
Direttiva 86/188/CEE del Consiglio 12/05/1986 in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro

SEGNALETICA DI SICUREZZA SAFETY SIGNS
<p>Direttiva 92/58/CEE del Consiglio 24/06/1992 recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493</i></p>
<p>Direttiva 79/640/CEE della Commissione 21/06/1979 che modifica gli allegati della direttiva 77/576/CEE del Consiglio per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati Membri in materia di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro</p>
<p>Direttiva 77/576/CEE del Consiglio 25/07/1977 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati Membri in materia di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro</p>
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE)
<p>Direttiva 96/58/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 3/11/1996 che modifica la direttiva 89/686/CEE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale</p>
<p>Direttiva 93/95/CEE del Consiglio 29/10/1993 che modifica la direttiva 89/686/CEE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale</p>
<p>Direttiva 89/686/CEE del Consiglio 21/12/1989 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale <i>Direttiva recepita con D.Lgs. n. 475 del 4/12/1992</i></p>
<p>Direttiva 89/656/CEE del Consiglio 30/11/1989 relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di attrezzature di protezione individuale durante il lavoro (terza direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE) <i>Termine di recepimento: 31 dicembre 1992. Direttiva recepita con D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626. Vedi, anche, la L. 1° marzo 2002, n. 39 (legge comunitaria 2001), la L. 3 febbraio 2003, n. 14 (legge comunitaria 2002) e la L. 18 aprile 2005, n. 62 (legge comunitaria 2004)</i></p>
BUONA PRASSI DI LABORATORIO (BLP) GOOD LABORATORY PRACTICE (GLP)
<p>Direttiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 31/03/2004 relativa agli strumenti di misura <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 2 febbraio 2007, n. 22</i></p>
<p>Direttiva 2004/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 11/02/2004 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative all'applicazione dei principi di buona pratica di laboratorio e al controllo della loro applicazione per le prove sulle sostanze chimiche <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 2 marzo 2007, n. 50</i></p>
<p>Direttiva 2004/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 11/02/2004 concernente l'ispezione e la verifica della buona pratica di laboratorio (BPL) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 2 marzo 2007, n. 50</i></p>
<p>Direttiva 1999/11/CE della Commissione 8/03/1999 che adegua al progresso tecnico i principi di buona pratica di laboratorio di cui alla direttiva 87/18/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative all'applicazione dei principi di buona pratica di laboratorio e al controllo della loro applicazione per le prove sulle sostanze chimiche <i>Direttiva recepita con DM 5 agosto 1999</i></p>
<p>Direttiva 1999/12/CE della Commissione 8/03/1999 che adegua al progresso tecnico per la seconda volta l'allegato della direttiva 88/320/CEE del Consiglio concernente l'ispezione e la verifica della buona prassi di laboratorio (BPL) <i>Direttiva recepita con DM 5 agosto 1999</i></p>
<p>Direttiva 90/18/CEE della Commissione 18/12/1989 che adatta al progresso tecnico l'allegato della direttiva 88/320/CEE del Consiglio concernente l'ispezione e la verifica della buona prassi di laboratorio (BPL) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 27 gennaio 1992, n. 120</i></p>
<p>Direttiva 88/320/CEE del Consiglio 9/06/1988 concernente l'ispezione e la verifica della buona prassi di laboratorio (BPL) <i>Direttiva recepita con D.Lgs. 27 gennaio 1992, n. 120</i></p>

SOSTANZE PERICOLOSE DANGEROUS SUBSTANCES
Regolamento (CE) n. 790/2009 della Commissione 10/08/2009 Regolamento (CE) n. 790/2009, recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele
Regolamento (CE) n. 761/2009 della Commissione 23/07/2009 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico, del regolamento (CE) n. 440/2008 che istituisce dei metodi di prova ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)
Regolamento (CE) n. 552/2009 della Commissione, 22/06/2009 recante modifica del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda l'allegato XVII
Comunicazione della Commissione GUUE n. C 130 09/06/2009 Comunicazione della Commissione ai sensi dell'articolo 67, paragrafo 3, del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)
Regolamento (CE) n. 134/2009 della Commissione 16/02/2009 recante modifica del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda l'allegato XI
Direttiva 2009/2/CE della Commissione 15/01/2009 recante trentunesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio 16/12/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006
Comunicazione della Commissione 12/12/2008 sull'obbligo – a norma del Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH) – di compiere accertamenti e di procedere alla registrazione delle sostanze già legalmente sul mercato anteriormente al 1° giugno 2008, ma non soggette a un regime transitorio
Regolamento (CE) n. 987/2008 della Commissione 08/10/2008 che modifica gli allegati IV e V del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)
Direttiva 2008/58/CE della Commissione 21/08/2008 recante trentesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Regolamento (CE) 771/2008 del della Commissione 01/08/2008 recante norme sull'organizzazione e sulla procedura della commissione di ricorso dell'Agenzia europea per le sostanze chimiche
Regolamento (CE) 440/2008 della Commissione 30/05/2008 che istituisce dei metodi di prova ai sensi del Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)
Regolamento (CE) 340/2008 della Commissione 16/04/2008 relativo alle tariffe e agli oneri pagabili all'Agenzia europea per le sostanze chimiche a norma del regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)
Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio 18/12/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE <i>Attuato con Decreto Legislativo 28 luglio 2008, n. 145</i>
 Rettifica del Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio 18/12/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE
Direttiva 2006/121/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 18/12/2006 che modifica la direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose per adattarla al regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) e che istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche <i>Attuato con Decreto Legislativo 28 luglio 2008, n. 145</i>

SOSTANZE PERICOLOSE DANGEROUS SUBSTANCES
<p>Direttiva 2006/15/CE della Commissione 07/02/2006 che definisce un secondo elenco di valori indicativi di esposizione professionale in attuazione della direttiva 98/24/CE del Consiglio e che modifica le direttive 91/322/CEE e 2000/39/CE</p>
<p>Direttiva 2006/8/CE della Commissione 23/01/2006 che modifica, per adeguarli al progresso tecnico, gli allegati II, III e V della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi</p>
<p>Direttiva 2005/90/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 18/01/2006 che modifica, per la ventinovesima volta, la direttiva 76/769/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (sostanze classificate come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione — c/m/r)</p>
<p>Direttiva 2004/73/CE della Commissione 29/04/2004 recante ventinovesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose</p>
<p>Direttiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 29/04/2004 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE del Consiglio)</p>
<p>Direttiva 2003/53/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 18/06/2003 che modifica per la ventiseiesima volta la direttiva 76/769/CEE del Consiglio relativamente alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (nonilfenolo, nonilfenolo etossilato, cemento)</p>
<p>Direttiva 2003/36/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 26/05/2003 recante venticinquesima modifica della direttiva 76/769/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia d'immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (sostanze classificate come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione – CMR)</p>
<p>Direttiva 2003/34/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 26/05/2003 recante ventitreesima modifica della direttiva 76/769/CEE del Consiglio relativa alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (sostanze classificate come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione)</p>
<p>Direttiva 2003/11/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 06/02/2003 recante ventiquattresima modifica della direttiva 76/769/CEE del Consiglio relativa alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (pentabromodifenil etere, ottabromodifenil etere)</p>
<p>Direttiva 2000/39/CE della Commissione 08/06/2000 relativa alla messa a punto di un primo elenco di valori limite indicativi in applicazione della direttiva 98/24/CE del Consiglio sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esportazione ad agenti chimici sul luogo di lavoro</p>
<p>Decisione 2000/368/CE della Commissione 19/05/2000 che rettifica la direttiva 98/98/CE recante venticinquesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose</p>
<p>Direttiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 31/05/1999 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi</p>
<p>Direttiva 99/51/CE della Commissione 26/05/1999 che adegua per la quinta volta al progresso tecnico l'Allegato I della direttiva 76/769/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi (stagno, PCP e cadmio)</p>
<p>Direttiva 99/38/CE del Consiglio 29/04/1999 che modifica per la seconda volta la direttiva 90/394/CEE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni durante il lavoro, estendendola agli agenti mutageni <i>Direttiva attuata con D.Lgs. 25 febbraio 2000, n. 66</i></p>
<p>Direttiva 98/24/CE del Consiglio 07/04/1998 sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro (quattordicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) <i>Direttiva attuata con D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25</i></p>
<p>Direttiva 97/42/CE del Consiglio 27/06/1997 che modifica per la prima volta la direttiva 90/394/CEE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni durante il lavoro (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)</p>

SOSTANZE PERICOLOSE DANGEROUS SUBSTANCES
Direttiva 96/94/CE della Commissione 18/12/1996 che fissa un secondo elenco di valori limite indicativi in applicazione della direttiva 80/110/CEE del Consiglio sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro
Direttiva 96/56/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio 3/09/1996 che modifica la direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 93/112/CE della Commissione 10/12/1993 che modifica la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa, in applicazione dell'articolo 10 della direttiva 88/379/CEE, le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi
Regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio 23/03/1993 relativo alla valutazione e al controllo dei rischi rappresentati dalle sostanze esistenti
Direttiva 92/32/CEE del Consiglio 30/04/1992 recante settima modifica della direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 91/322/CEE della Commissione 29/05/1991 relativa alla fissazione di valori limite indicativi in applicazione della direttiva 80/1107/CEE del Consiglio sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici sul luogo di lavoro
Direttiva 91/155/CEE della Commissione 5/03/1991 che definisce e fissa, in applicazione dell'articolo 10 della direttiva 88/379/CEE del Consiglio, le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi
Direttiva 90/394/CEE del Consiglio 28/06/1990 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni durante il lavoro (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Direttiva 88/642/CEE del Consiglio 16/12/1988 che modifica la direttiva 80/1107/CEE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro
Direttiva 88/379/CEE del Consiglio 7/06/1988 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati Membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi
Direttiva 83/477/CEE del Consiglio 19/09/1983 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con un'esposizione all'amianto durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 8 della direttiva 80/1107/CEE)
Direttiva 82/605/CEE del Consiglio 28/07/1982 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi ad un'esposizione al piombo metallico ed ai suoi composti ionici durante il lavoro (prima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 8 della direttiva 80/1107/CEE)
Direttiva 80/1107/CEE del Consiglio 27/11/1980 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro
Direttiva 79/831/CEE del Consiglio 18/09/1979 recante sesta modifica della direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 76/907/CEE della Commissione 14/07/1976 recante adeguamento al progresso tecnico della direttiva del Consiglio del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 76/769/CEE del Consiglio 27/07/1976 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati Membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi
Direttiva 75/409/CEE del Consiglio 24/06/1975 recante quinta modifica della direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 73/146/CEE del Consiglio 21/05/1973 che modifica la direttiva del 27 giugno 1967 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio ed all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 71/144/CEE del Consiglio 22/03/1971 che proroga il termine previsto all'articolo 10 della direttiva del 27 giugno 1967 del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio ed all'etichettatura delle sostanze pericolose
Direttiva 67/548/CEE del Consiglio 27/06/1967 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI ITALIANI	
SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO	
Decreto Legislativo 14 settembre 2009, n. 133	Disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni del regolamento (CE) n. 1907/2006 che stabilisce i principi ed i requisiti per la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche
Decreto Legislativo 28 luglio 2008, n. 145	Attuazione della direttiva 2006/121/CE, che modifica la direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, per adattarle al regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) e istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche
Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modifiche ed integrazioni	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Provvedimento 30 ottobre 2007 della Conferenza unificata	Intesa, ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della legge 5 giugno 2003, n. 131, in materia di accertamento di assenza di tossicodipendenza (Repertorio atti n. 99/CU)
Provvedimento 26 gennaio 2006, n. 2407	Accordo tra il governo e le regioni e province autonome, attuativo dell'articolo 2, commi 2, 3, 4 e 5, del D.Lgs. 23 giugno 2003, n. 195, che integra il D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626, in materia di prevenzione e protezione dei lavoratori sui luoghi di lavoro (atto n. 2407)
Provvedimento 16 marzo 2006, n. 2540	Intesa in materia di individuazione delle attività lavorative che comportano un elevato rischio di infortuni sul lavoro ovvero per la sicurezza, l'incolumità o la salute dei terzi, ai fini del divieto di assunzione e di somministrazione di bevande alcoliche e superalcoliche, ai sensi dell'articolo 15 della legge 30 marzo 2001, n. 125. Intesa ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della legge 5 giugno 2003, n. 131 (atto n. 2540)
D.M. 27 aprile 2004	Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 139 del testo unico, approvato con decreto del presidente della repubblica 30 giugno 1965, n. 1124, e successive modificazioni e integrazioni
D.Lgs. 8 aprile 2003, n. 66	Attuazione della direttiva 93/104/CE e della direttiva 2000/34/CE concernenti taluni aspetti dell'organizzazione dell'orario di lavoro (in particolare l'art. 14 «Tutela in caso di prestazioni di lavoro notturno»)
D.Lgs. 8 giugno 2001, n. 231	Disciplina della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica, a norma dell'articolo 11 della legge 29 settembre 2000, n. 300 (che anzi viene modificato dall'art. 300 tramite la riformulazione dell'art. 25-septies introdotto dalla legge n. 123/2007)
Legge 30 marzo 2001, n. 125	Legge quadro in materia di alcol e di problemi alcol correlati (in particolare, art. 15 «Disposizioni per la sicurezza sul lavoro»)
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
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
D.M. 16 gennaio 1997	Individuazione dei contenuti minimi della formazione dei lavoratori, dei rappresentanti per la sicurezza e dei datori di lavoro che possono svolgere direttamente i compiti propri del responsabile del servizio di prevenzione e protezione
D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 624	Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee
D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i.	Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti
D.Lgs. 19 dicembre 1994, n. 758	Modificazioni alla disciplina sanzionatoria in materia di lavoro (in particolare, Capo II «Estinzione delle contravvenzioni in materia di sicurezza ed igiene del lavoro» espressamente richiamato dalla «norma ponte» di cui all'art. 301, comma 1, che ne assicura l'applicabilità alle «nuove» contravvenzioni)

SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO
Legge 17 ottobre 1967, n. 977, coordinata con le modifiche apportate dal D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 345 e D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 262 Tutela del lavoro dei bambini e degli adolescenti
D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124 Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali
D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128 Norme di polizia delle miniere e delle cave
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320 Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro sotterraneo
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 322 Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nell'industria della cinematografia e della televisione
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 323 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro negli impianti telefonici
D.P.R. 19 marzo 1956, n. 302 Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547
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
Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale D.M. 2 maggio 2001 Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI)
D.M. 7 dicembre 2007 (Ministero dello Sviluppo Economico) Quinto elenco riepilogativo di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva n. 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale
SOSTANZE PERICOLOSE (CLASSIFICAZIONE, IMBALLAGGIO ED ETICHETTATURA)
D.Lvo 28 luglio 2008 n. 145 Attuazione della direttiva 2006/121/CE, che modifica la direttiva 67/548/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, per adattare al regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) e istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche
DM 28 febbraio 2006 (MS) Recepimento della direttiva 2004/74/CE recante XXIX adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura dei preparati pericolosi
Decreto 2 settembre 2003 (MIT) Traduzione in lingua italiana del testo consolidato della versione 2003 delle disposizioni degli allegati A e B dell'Accordo europeo sul trasporto internazionale di merci pericolose su strada (ADR) di cui al decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 20 giugno 2003
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 7 settembre 2002 (MS) Recepimento della direttiva 2001/58/CE riguardante le modalità della informazione su sostanze e preparati pericolosi immessi in commercio
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
D.Lvo 25/2/1998 n. 90 Modifiche al decreto legislativo 3/2/1997, n. 52 recante attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose

SOSTANZE PERICOLOSE (CLASSIFICAZIONE, IMBALLAGGIO ED ETICHETTATURA)
Decreto Ministeriale 28 aprile 1997 (MS) Attuazione dell'art. 37, commi 1 e 2, del decreto legislativo 3/2/1997 n. 52. Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose
Decreto Legislativo 3 febbraio 1997 n. 52 Attuazione della direttiva 92/32 CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose
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 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
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
GAS TOSSICI
D.P.R. 9 gennaio 1927, n. 147 e successive integrazioni e aggiornamenti Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici
RIFIUTI E ACQUE DI SCARICO
Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni Norme in materia ambientale
PREVENZIONE INFORTUNI E PRONTO SOCCORSO
Decreto Interministeriale 15 luglio 2003, n. 388 Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale
PREVENZIONE INCENDI
Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
Decreto Ministeriale 26 agosto 1992 (Ministero dell'Interno) Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica
Legge 5 marzo 1990, n. 46 Norme per la sicurezza degli impianti
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 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
Decreto Ministeriale 10 marzo 1998 (Ministero dell'Interno) Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
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
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

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

Appendice B –

Norme tecniche e documenti di riferimento per i laboratori di analisi

Certificato di agibilità
Certificato di prevenzione incendi
Certificati di conformità degli impianti (D.M. 37/2008 ex 46/90)
Omologazioni, denunce, verifiche periodiche degli impianti elettrici, messa a terra e protezione da scariche atmosferiche, ai sensi del D.P.R. 462/2001
Registro infortuni
Verbali delle riunioni periodiche di cui all'art. 35 del D.Lgs. 81/2008
Documento di valutazione dei rischi redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008, art. 17, comma 1, lettera p
Procedure operative di sicurezza (istruzioni)
Documentazione relativa alla sorveglianza sanitaria con le relative cartelle sanitarie e di rischio, eventuali registri degli esposti agli agenti cancerogeni e mutageni
Verbali delle visite periodiche agli ambienti di lavoro (D.Lgs. 81/2008, art. 25, lettera l)
Collaudo e verifiche periodiche di impianti di sollevamento
Verifiche periodiche dei mezzi e delle attrezzature di emergenza e antincendio

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

Bibliografia

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Circolare del 30/06/2011, avente per oggetto: *Prime indicazioni esplicative in merito alle implicazioni del Regolamento (CE) n. 1907/2006 (Registration Evaluation Authorisation Restriction of Chemicals - REACCH), del Regolamento (CE) n. 1271/2008 (Classification Labelling Packaging – CLP) e del Regolamento (UE) n. 453/2010* (recante modifiche dell'allegato II del Regolamento CE 1907/2006 e concernente le disposizioni sulle schede di dati di sicurezza), nell'ambito della normativa vigente in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (Titolo IX del D.Lgs. e s.m.i., Capo I "Protezione da Agenti Chimici" e Capo II "Protezione da Agenti Cancerogeni e Mutageni")

European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC-TRA) *Modello per la stima di esposizione per lavoratori e consumatori* (scaricabile gratuitamente: <http://www.ecetoc.org/>) – 2010

European Union System for the Evaluation of Substances (EUSES) *Modello per la stima dell'esposizione ambientale* (scaricabile gratuitamente: <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/euses/>) – 2010

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 – ultima versione luglio 2010

F. D'Orsi, E. Pietrantonio, *la valutazione del rischio chimico nei laboratori di ricerca: analisi critica dei modelli di calcolo alla luce del nuovo testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro* Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro- ASL RMC - 2010

European Chemicals Agency (ECHA) – Guida riassuntiva *la valutazione della sicurezza chimica* (chemical safety assessment – CSA) – novembre 2009

European Chemicals Agency (ECHA) – *Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.12: Use descriptor system* - 2009

UNICHIM Associazione per l'Unificazione nel settore dell'industria Chimica - *Valutazione dei rischi chimici* - Manuale n. 192/3 edizione 2009

University of New Hampshire - UNH Office of Environmental Health and Safety- *Fume Hood Program* – (<http://unh.edu/ehs/chemical-safety.htm>) - 2009

European Chemicals Agency (ECHA) - *Study Related to the Creation of a Globally Harmonised System for the Classification and Labelling of Hazardous Substances and Mixtures Tool for Industry* - Draft Final Report – January 2009

F. D'Orsi, E. Pietrantonio, P. Pandolfi Servizio Prevenzione e Sicurezza ambienti di lavoro ASL RMC e RMB Roma "Un nuovo modello per la valutazione del rischio chimico in ambienti di lavoro secondo il D.Ls. 81/08 e successive modifiche" Giornale degli industriali vol. 34 n. 3 luglio 2009

CHEOPE 81, 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" 2009

Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106, "Disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81"

Stato dell'arte sulla valutazione del rischio d'esposizione a miscele di sostanze ed effetti sulla salute dei lavoratori - E. Barbassa INAIL - Direzione Regionale Lombardia - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione – ottobre 2009

Coordinamento Direttori SPRESAL regione Lazio Prime indicazioni operative per l'applicazione del D.Lgs. 81/08 Documento di consenso approvato il 23 ottobre 2008

F. D'Orsi, G. Guerriero, E. Pietrantonio, *La Valutazione del rischio chimico: Strumenti e software per una corretta valutazione e gestione del rischio*, EPC libri s.r.l., settembre 2008 2006

"Valutazione dell'esposizione ad agenti cancerogeni/mutageni nei laboratori di ricerca: sistema integrato tra checklist, sopralluoghi e uso di algoritmi" C.C. Lombardi (ENEA BAS BIOTECMED), G. Di Cicco (ENEA) Giornale degli igienisti industriali - Giornale degli Igienisti Industriali – vol. 33 - n. 3 – luglio 2008

La valutazione del Rischio Chimico nei laboratori chimici di ricerca pura e applicata "Esperienze del Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro (S.Pre.S.A.L.) della ASL RMC" Roma, 10 giugno 2008

F. D'Orsi, E. Pietrantonio, F. Scarlini, R. Narda, D. De Grandis, P.S. Soldati, *La valutazione del rischio chimico nei laboratori di ricerca: criticità ed uso dei modelli di calcolo*, AIDII 2008- XIV Convegno di Igiene Industriale - Le giornate di Corvara (BZ) marzo 2008

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

"Eliminazione e sostituzione di sostanze pericolose", FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro, n. 34 - 2007

“Introduzione alle sostanze pericolose nel luogo di lavoro”, FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro, n. 33 - 2007

“La diffusione di informazioni in materia di sostanza pericolose”, FACTS Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro, n. 35 - 2007

CEI 31-35/A:2007-05 *Guida per la classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili* esempio di applicazione GF 4 laboratori chimici

F. D'Orsi, G. Guerriero, E. Pietrantonio, *Presentazione del modello A.R.Chi.M.E.D.E. per la valutazione del rischio chimico ai sensi del D.Lgs. 25/2002*, Congresso nazionale AIDII - Ancona 20-22 giugno 2007

Alberghini V., “*Il supporto del tecnico valutatore all'attività del medico competente*” giugno 2007

HSE Health and Safety Executive “*Five steps to risk assessment*”, luglio 2006

Filardo G., “*Sostanze Pericolose – Etichettatura*”, Seminario su analisi dei rischi da incidente rilevante, Palermo, Febbraio 2006

Gtisafi F., “*Definizione ed analisi dei fattori di incertezza*” Seminario su analisi dei rischi da incidente rilevante, Palermo, Febbraio 2006

Università degli studi di Milano, Centro Interdipartimentale di Ricerca per la Caratterizzazione del Rischio Tossicologico, “*La Valutazione del Rischio Tossicologico*”, Milano, 15 novembre 2005

Regione Toscana, “*Criterio di valutazione del rischio chimico*” – novembre 2005

HSE (Health and Safety Executive), COSHH – *Control of Substances Hazardous to Health*, fifth edition 2005

Linee direttrici pratiche di carattere non obbligatorio sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi connessi con gli agenti chimici sul lavoro - Commissione europea DG Occupazione, affari sociali e pari opportunità - Unità F.4 - redazione completata nel giugno 2005

Piano di Prevenzione e Promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro 2005-2007 Area Progetti Ricerca e sviluppo Progetto Strutture Sanitarie Coordinamento Regionale RSPP Aziende Sanitarie Pubbliche L. Marchiori, V. Cervi, I. Furlan, E. Bazzan, G. Zampini, V. Chiacchiaretta, S. Zancarli, C. Giuliari, F. Basta, S. Bertoldo, L. Quargentan – 2005

Serra R., “*La valutazione del rischio chimico alla luce dei nuovi limiti di esposizione introdotti nell'Allegato VIII-ter del D.Lgs. 626/94: l'esperienza dell'Ateneo bolognese*” - 2005

“*Due esempi di confronto interni al Sistema Agenziale*”, IdeAmbiente, Anno 2, n. 13 Giugno 2005

Porreca G., “*Linee guida al titolo VII bis del D.Lgs. 626/94*”, 8 Aprile 2005

“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

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. 626/94 - protezione da agenti chimici” 2005

Curini R., “Valutazione del rischio in un laboratorio chimico”, Università La Sapienza, Roma - 2005

ACGIH 2004, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Valori limite di soglia*. Giornale degli Igienisti Industriali, Supplemento al volume 30, 1 gennaio 2005

La prevenzione del rischio chimico nei luoghi di lavoro – guida all’intervento Edito da Inca e Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) Émergences - Progetto finanziato da: Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute nei luoghi di Lavoro - La versione italiana è stata curata da: Marco Bottazzi (coordinatore del progetto), Luisa Benedettini, Ilver Casadio - 2004

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. 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

Covoni C., “Il D.Lgs. 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

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

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

Università degli studi di Palermo, “*Sicurezza e Salute nell’Ateneo, Manuale Informativo sui Rischi Lavorativi ai sensi del D.Lgs. 626/94 e successive modifiche*”, Palermo, Giugno 2004

ISPESL istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro “*Linee guida per la valutazione del rischio*” D.Lgs. 626/94 applicazione alle strutture del s.s.n.; 2004

ISPESL, Istituto Superiore Prevenzione E Sicurezza Lavoro, Dipartimento Documentazione, Informazione e Formazione, “*Il Rischio Chimico*”, Pellici M.

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*” - 2004

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry: *Guidance Manual for the Assessment of Joint Toxic Action of Chemical Mixtures*, maggio 2004

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

Bevilacqua V., “*Valutazione del rischio chimico con o senza l’applicazione di algoritmi*” 2004

AIDII, Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali per l’igiene industriale e per l’ambiente, G. IG. IND. - suppl. vol. 29 - n. 1 - gennaio 2004

“*The practical prevention of risks from dangerous substances at work*”, European Week for Safety and Health at Work 2003

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, “*Titolo VII bis D.Lgs. 626/94: Protezione da agenti chimici*”, Linee guida 2003

Galimberti V., “D.P.I. e D.Lgs. 25/02” articolo estratto dal Dossier Ambiente n. 58 “Agenti Chimici”; 2003

Piero La Pegna, “*L’esposizione cutanea ad agenti chimici pericolosi*” INAIL - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione, Roma – marzo 2002

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

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. 626/94)*” – gennaio 2003

“*La valutazione del rischio da agenti chimici: approccio storico*”, Giornale degli igienisti industriali, vol. 28 n. 1, gennaio 2003

Finotto G., Zingales A., “*Laboratori di ricerca ed analisi: valutazione del rischio chimico ed applicazione del D.Lgs. 2/2/2002, n. 25*”, XI congresso nazionale dei dottori chimici d’Italia, Torino 3, 4 ottobre 2002

Institut National de Recherche et de Sècurtè (INRS), *Manipulation des substances génotoxiques utilisées au laboratoire* – ottobre 2002

D. Barberi, E. Giroletti “*Valutazione della potenziale esposizione ad agenti cancerogeni, mutageni e teratogeno nei laboratori didattici e di ricerca*” Giornale degli igienisti industriali vol. 27 n. 4 ottobre 2002

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*” settembre 2002

Albonetti A. et al, Regione Emilia Romagna (Assessorato alla Sanità), “*Linee guida per l’applicazione del D.Lgs. 25/02, Prime indicazioni applicative in merito a: campo d’applicazione, definizioni, valutazione dei rischi, documento e autocertificazione, misurazioni, sorveglianza sanitaria*”, 18 luglio 2002

Alma Mater Studiorum Università Di Bologna Servizio di Sicurezza Igiene e Medicina del Lavoro Prevenzione e Protezione da agenti cancerogeni e mutageni - Rossella Serra - aprile 2002

Manuale informativo per le piccole e medie imprese e l’artigianato sul D.Lgs. 25/2002. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali - 2002

Galatola E., Tazzioli R., Vignola G., Colombo S., “*La valutazione dei rischi di esposizione ad agenti chimici secondo il D.Lgs. 25/02*” – aprile 2002

Libro Bianco, *Strategia per una politica futura in materia di sostanze chimiche*, Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles, 27.2.2001, COM (2001) 88 definitivo

Environmental Protection Agency (EPA): *Dermal exposure assessment, principle and applications, interim report*, EPA/600/8-91/011B, 1992

D. Barbieri, E. Giroletti: *Valutazione della potenziale esposizione ad agenti cancerogeni, nutageni e teratogeni nei laboratori didattici e di ricerca*. Giornale degli igienisti industriali – vol. 27 – n. 4 – ottobre 2002

Norme Comportamentali laboratori chimici a cura di Servizio Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro - Università degli Studi di Milano - maggio 2002

Seminario di approfondimento sulle problematiche concernenti la sicurezza e la tutela della salute nei luoghi di lavoro universitari. Organizzazione a cura dell'Ufficio Sviluppo e Risorse Umane e del Servizio di Sicurezza, Igiene e Medicina del Lavoro Bologna, 18 aprile 2002

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

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, "Titolo VII D.Lgs. 626/94: Protezione da agenti cancerogeni e/o mutageni", Linee guida, 2002

Brouwer D., Huijbers R., Marquart H., Van Hemmen J.: *Transfer of contaminants from surfaces to hands: pressure as determinant for skin adherence of a sticky contaminant during repeated hand-press contacts*, Atti Convegno - AIHCE (American Industrial Hygiene Conference & Exposition), paper 64, 2001

2001 IUPAC, Pure and Applied Chemistry 73, 993-1031. *Risk assessment for occupational exposure to chemicals* 1027

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

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry: *Guidance for the preparation of an Interaction Profiles*, febbraio 2001

EPA/630/R-00/002: *Supplementary Guidance for conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures*, agosto 2000

"Il rischio chimico" Mauro Pellicci ISPESL Ricercatore Unità Funzionale Formazione – dicembre 2000

Decreto Legislativo 66, del 25 febbraio 2000. Gazzetta Ufficiale 70, del 24 marzo 2000

Larese F., Fiorito A., Adami G., Bussani R.: *Skin absorption in vitro of glycol ethers*, Atti convegno AIHCE (American Industrial Hygiene Conference & Exposition), paper 276, 1999

Decreto Ministeriale 363, del 5 agosto 1998. Ministero dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica

Kezic S., Sanja A.: *Dermal absorption of vapours and liquid 2-methoxyethanol and 2-ethoxyethanol in volunteers occup. environ. med.*, 1997, (54), pp. 38-43

Comm. Haz. Subst., "Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals", Washington, D.C., 1995

European Committee for Standardisation. Workplace atmospheres – *guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy* - EN 689, ECS, Brussels (1995)

Leung H. W., Paustenbach D.J.: *Techniques for estimating the percutaneous absorption of chemicals due to occupational and environmental exposure*, appl. occup. environ., 1994, (9), pp. 187-197

Rousselin X., Dayan- Kenigsberg J., Pleven C., Castegnaro M., Picot A., Zajdela F. *Manipulation des substances génotoxiques utilisées au laboratoire, prévention et sécurité*. Publication INRS, Ligne Prévention. (1994)

Frenske R.A., Van Hemmen J.J.: *Occupational skin exposure to chemical substances: setting limits*, ann. occup. hyg., 1994, (38), pp. 333-336

Decreto Legislativo 626, del 19 settembre 1994 e sue modifiche ed integrazioni

Environmental Health Criteria, WHO, Geneva (1993)

Jester R.C.: chemical glove selection, <http://www.cdc.gov/niosh/nasd/docs2/de00100.html>, 1991

Picot A., Castegnaro M. *Risques liés à la manipulation des produits cancérigènes*. Partie B. L'Actualité Chimique, Janvier-Février: 79-85. (1989)

OMS *Manuel de sécurité biologique en laboratoire*, 1984. (1984)

Comm. Haz. Subst., “*Prudent practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*”, Washington, D.C., 1983

ECETOC Monograph n. 3, Janvier 1982: *Risk assesment of occupational chemical carcinogens*. (1982)

NIH *guidelines for the laboratory use of chemical carcinogens* US department of health and human services, National Institutes of Health, Washington. Pp 15. (1981)

Maccacaro GA. *Per una medicina da rinnovare*. Milano, Feltrinelli Ed, 1979, p. 314

Rappaport S.M., Campbell E.E. *The interpretation and application of OSHA carcinogen standards for laboratory operations*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 37, December 1976. (1976)

Stampa
Seristampa - Palermo

Finito di stampare nel settembre 2011



**ARPA – Agenzia Regionale
per la Protezione dell’Ambiente
Regione Siciliana**

**Corso Calatafimi 217/219 (Albergo delle Povere)
90129 Palermo**

www.arpa.sicilia.it

**MANUALI E LINEE GUIDA
73 / 2011**