Istituto Istruzione Superiore

"VITTORIO EMANUELE II-BRUNO CHIMIRRI"

CATANZARO

LINEE GUIDA PER LA SICUREZZA

NEI

LABORATORI CHIMICI-BIOLOGICI-SCIENTIFICI

INTEGRAZIONE AL DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEI RISCHI

D.Lgs. 9 aprile 2008 n° 81

(Come modificato dal D.Lgs. 106/09)

(integrazione del DVR d'Istituto)

Datore di Lavoro

DIRIGENTE SCOLASTICO

Dott.ssa Rita ELIA

Rspp. Servizio Prevenzione e Protezione

Prof. Ing. Francesco CHILLA'

Medico Competente

Dott.ssa PASSAFARO Annamaria

Rappresentante Lavoratori Sicurezza

Coll. Scol. LUCIA AVALLONE

Prof.ssa MINNICELLI ANNA

Prof. SPINA SALVATORE



Via Vinicio Cortese N° 1 88100 Catanzaro

COMUNE DI **CATANZARO**

Revisione n° 02 Data 02/09/2025	**Aggiornamento: SETTEMBRE 2025**

Sommario

PREMESSE 7
PARTE I 8
DEFINIZIONI E SISTEMI DI CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI 8
AGENTI CHIMICI 9
DEFINIZIONI 9
IDENTIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI 9
CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI – DSP E DPP 10
CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI – IL REGOLAMENTO CLP 11
IL SISTEMA NFPA 17
IL REGOLAMENTO REACH 18
FRASI DI RISCHIO, di SICUREZZA, di PERICOLO e di PRUDENZA 22
Le Frasi R (frasi di rischio) 22
Le Frasi S (frasi di sicurezza) 22
Le Frasi H e le Frasi P (indicazioni di pericolo e consigli di prudenza) 23
CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CANCEROGENE 23
Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il Regolamento DSP 23
Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il Regolamento CLP 24
Classificazione IARC delle sostanze cancerogene 26
CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE MUTAGENE 26
Classificazione delle sostanze mutagene secondo il Regolamento DSP 26
Classifica zione delle sostanze mutagene secondo il regolamento CLP 28
ETICHETTA 29
SCHEDA DI SICUREZZA DEI PRODOTTI CHIMICI (SDS) 31
CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI E DEI LIVELLI DI BIOSICUREZZA 35
CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI 35
2.2. LIVELLI DI BIOSICUREZZA E DI CONTENIMENTO 36
ADEMPIMENTI CONNESSI ALL'USO DI AGENTI BIOLOGICI 38
Comunicazione (art. 269 D.Lgs. 81/08) 38
Autorizzazione (art. 270 D.Lgs. 81/08) 39
Registro degli esposti e degli eventi accidentali (art. 280 D.Lgs. 81/08) 39
VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE 40
TLV (Threshold Limit Value) 40
Dose Letale 50 o DL 50 42
TIPOLOGIE DI ESPOSIZIONE AGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI 43
ESPOSIZIONE PER CONTATTO CON OCCHI E CUTE 44
ESPOSIZIONE PER INALAZIONE 45
ESPOSIZIONE PER INGESTIONE 46
ESPOSIZIONE PER INIEZIONE 47
PARTE II 48
IN LABORATORIO 48
ACCESSO AI LABORATORI E QUALIFICAZIONE DEGLI ADDETTI 49
FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO – MANUALE SPECIFICO DI LABORATORIO 51
ACQUISTO DI NUOVE APPARECCHIATURE O SOSTANZE - MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESISTENTI 52
ACQUISTO DI NUOVE APPARECCHIATURE O SOSTANZE 52
MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESISTENTI 52
NORME DI COMPORTAMENTO GENERALI NEI LABORATORI 53
PRIMA DI COMINCIARE 53
IN LABORATORIO: COSA NON FARE 53
IN LABORATORIO: COSA FARE 54
IN LABORATORIO: PARTICOLARI CAUTELE 56
STOCCAGGIO DEGLI AGENTI CHIMICI 57
INCOMPATIBILITA' FRA PRODOTTI CHIMICI 57
CONSERVAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI 60
PRODOTTI CHIMICI IN LABORATORIO 62

MOVIMENTAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI 62
CANCEROGENI E MUTAGENI 63
SOSTITUZIONE DELL'AGENTE CANCEROGENO E/O MUTAGENO 63
CICLO CHIUSO E TECNOLOGIE PRODUTTIVE ALTERNATIVE 63
MASSIMA RIDUZIONE DEL NUMERO DI ADDETTI ESPOSTI E/O A RISCHIO ESPOSIZIONE 64
VENTILAZIONE GENERALE 64
ASPIRAZIONE LOCALIZZATA (CAPPE) 64
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI 64
REGISTRO CANCEROGENI/MUTAGENI 64
REGISTRO DEGLI ESPOSTI 65
NORME DI COMPORTAMENTO PER L'IMPIEGO DI CANCEROGENI e/o MUTAGENI 65
CONSERVAZIONE DELL'AGENTE CANCEROGENO/MUTAGENO 66
PROCEDURE DI EMERGENZA 66
ALTRI AGENTI PERICOLOSI 67
INFIAMMABILI 67
PRODOTTI CORROSIVI 68
PRODOTTI PEROSSIDABILI 68
ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI 71
CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON LA PELLE O I VESTITI 71
CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON GLI OCCHI 71
INALAZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO 71
INGESTIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO 72
INIEZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO 72
NORME DI PREVENZIONE INCENDI 72
LA GESTIONE DEI RIFIUTI DEL LABORATORIO 73
MINIMIZZAZIONE DEI RIFIUTI 74
RILASCIO ACCIDENTALE DI SOSTANZE PERICOLOSE 75
VERSAMENTI 75
Versamento di liquidi non infiammabili 78
Versamento di liquidi infiammabili 78
Versamento di solidi 78
Versamento di mercurio 78
FUORIUSCITE DA CONTENITORI IN PRESSIONE 79
Perdite dal contenitore 79
In caso di incendio 79
Se la valvola è in fiamme 79
AGENTI BIOLOGICI 80
CARATTERISTICHE DEL LABORATORIO – LIVELLI DI BIOSICUREZZA 1 e 2 80
REGOLE PRATICHE – LIVELLI DI BIOSICUREZZA 1 e 2 80
Lavaggio delle mani 82
Uso dei guanti 82
PRECAUZIONI NELLA MANIPOLAZIONE DI MATERIALE BIOLOGICO 82
SORVEGLIANZA SANITARIA DEL PERSONALE IN CONTATTO CON MICRORGANISMI AL LIVELLO DI BIOSICUREZZA 1 83
SORVEGLIANZA SANITARIA DEL PERSONALE IN CONTATTO CON MICRORGANISMI AL LIVELLO DI BIOSICUREZZA 2 83
FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO 83
TRATTAMENTO DEI RIFIUTI 83
16.7.1 Decontaminazione 84
17.7.2 Procedure per la manipolazione e l'eliminazione dei materiali contaminati e dei rifiuti 84
PARTE III 86
GAS E LIQUIDI CRIOGENICI 86
GAS COMPRESSI 87
TIPI DI GAS 87
Identificazione del gas sulla base della colorazione dell'ogiva 89
Etichettatura e punzonatura dell'ogiva 91

Caratteristiche del raccordo filettato 92
19.2 MOVIMENTAZIONE DELLE BOMBOLE 94
IMPIEGO DELLE BOMBOLE – NORME DI COMPORTAMENTO 95
STOCCAGGIO E DEPOSITO DELLE BOMBOLE 97
DEPOSITO DI GAS TOSSICI 98
UTILIZZO DI BOMBOLE ALL'INTERNO DEI LABORATORI 98
LIQUIDI CRIOGENICI 99
PERICOLI NELL'USO DEI LIQUIDI CRIOGENICI 99
Contatto 99
Asfissia 100
Tossicità 100
Riduzione della visibilità 101
Incendio o esplosione 101
PROPRIETA' DEI FLUIDI CRIOGENICI 101
Punto di ebollizione 102
Punto di congelamento 103
Rapporto tra volumi di gas e liquidi 103
PRECAUZIONI DA ADOTTARE NELLA MANIPOLOLAZIOE DI LIQUIDI CRIOGENICI 103
Dispositivi di protezione individuali 103
Norme di comportamento 104
APPARECCHIATURE PER LIQUIDI CRIOGENICI: INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE ED USO 104
Installazione 104
Manutenzione 105
Impiego dei liquidi criogenici 105
PROCEDURE DI EMERGENZA 105
PARTE IV 107
APPARECCHIATURE 107
LE APPARECCHIATURE 108
VERIFICHE ELETTRICHE 108
APPARECCHIATURE OPERANTI A PRESSIONE DIVERSA DA QUELLA ATMOSFERICA 109
Recipienti ad alta pressione 109
Linee da vuoto 109
Trappole da vuoto 109
Contenitori in vetro 109
Serbatoi mobili di liquidi criogenici 110
Evaporatori rotanti (rotavapor) 110
FRIGORIFERI E CONGELATORI 110
DISPOSITIVI PER IL MESCOLAMENTO E L'AGITAZIONE 111
OMOGENEIZZATORI, SONICATORI 112
DISPOSITIVI PER IL RISCALDAMENTO 112
Stufe 112
Piastre riscaldanti 113
Mantelli riscaldanti 113
Pistole riscaldanti 113
Bagni termostatici ad acqua 113
Bagni termostatici ad olio, sale, sabbia 114
Becchi Bunsen 114
Forni a microonde 114
ULTRASONICATORI 115
CENTRIFUGHE 115
AUTOCLAVI 115
DISPOSITIVI PER ELETTROFORESI 116
VETRERIA 117
STRUMENTI AUTOMATICI DI ANALISI 117
PARTE V 119
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVI ED INDIVIDUALI 119

CAPPE CHIMICHE 120
CAPPE CHIMICHE AD ESPULSIONE D'ARIA 120
CAPPE CHIMICHE A RICIRCOLO D'ARIA 123
CAMERE A GUANTI O "GLOVE BOX" 124
CORRETTO UTILIZZO DELLA CAPPA CHIMICA 125
LIMITAZIONI ED ERRORI COMUNI NELL'UTILIZZO DELLA CAPPA CHIMICA 127
MANUTENZIONE E CONTROLLI PERIODICI 128
Pulizie periodiche 128
Verifiche periodiche 128
Registro delle manutenzioni 129
CRITERI DI VALUTAZIONI DELL'EFFICIENZA DI ASPIRAZIONE 129
ALTRI DISPOSITIVI DI CAPTAZIONE 131
Banco cappato 131
Proboscidi 131
Piani di lavoro aspirati 131
CAPPE BIOLOGICHE 132
CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE I 132
CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE II 133
CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE III 133
CLASSIFICAZIONE DELLE CAPPE BIOLOGICHE 134
USO IN SICUREZZA DELLE CAPPE BIOLOGICHE 135
VERIFICA E MANUTENZIONE PERIODICA DELLE CAPPE BIOLOGICHE 135
Lampade ad ultravioletti 136
Fiamme libere 136
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI 137
CATEGORIE DI DPI 138
PROTEZIONI DEGLI OCCHI 138
Lenti a contatto 140
Occhiali di sicurezza 141
Occhiali a maschera 141
Schermo facciale 142
PROTEZIONE DEL CORPO 142
PROTEZIONI DELLE MANI 142
Come scegliere il materiale del guanto da utilizzare 143
Norme per il corretto utilizzo dei guanti 148
Istruzione per la rimozione in sicurezza di guanti contaminati 148
PROTEZIONI DELLE VIE RESPIRATORIE 150
Filtri antipolvere 150
Filtri antigas 151
Facciale filtrante 153
Semimaschera 154
Maschera a pieno facciale 154
Norme di comportamento 155
PROTEZIONI DEGLI ARTI INFERIORI 156
SINTESI DEI DPI DA UTILIZZARE IN FUNZIONE DEL TIPO DI RISCHIO CHIMICO 159
ALLEGATO I – ELENCO FRASI R ed S 161
FRASI R 161
Combinazioni di Frasi R 162
FRASI S 163
Combinazioni di Frasi S 166
ALLEGATO II – ELENCO FRASI H e P 167
FRASI H 167
Indicazioni di pericolo 167
Informazioni supplementari sui pericoli 168
FRASI P 169
Combinazioni di frasi P 171

ALLEGATO III – SCHEDA DI SICUREZZA DEI PRODOTTI CHIMICI 173
Identificazione della sostanza/preparato e della società/impresa 173
Composizione/informazione sugli ingredienti 174
Identificazione dei pericoli. 174
Interventi di primo soccorso. 175
Misure antincendio. 175
Provvedimenti in caso di dispersione accidentale. 175
Manipolazione e immagazzinamento. 175
Protezione personale/controllo dell'esposizione 176
Proprietà fisiche e chimiche 177
Stabilità e reattività 177
Informazioni tossicologiche 178
Informazioni ecologiche 178
Osservazioni sullo smaltimento 180
Informazioni sul trasporto 180
Informazioni sulla normativa 180
Altre informazioni 180
ALLEGATO IV – AUTORIZZAZIONE AD OPERARE IN LABORATORIO 181
FORMAT PER AUTORIZZAZIONE IN AFFIANCAMENTO 181
FORMAT PER AUTORIZZAZIONE SENZA LIMITAZIONI 182
ALLEGATO V – FORMAT MODULO PER L'ATTESTAZIONE DELL'ADDESTRAMENTO 183
ALLEGATO VI – PRODOTTI CHIMICI INCOMPATIBILI 185
ALLEGATO VII – TABELLA DEI GAS TOSSICI AI SENSI DEL REGIO DECRETO n. 147/1927 187
Note alla tabella dei gas tossici: 189
ALLEGATO VIII – IMPIANTI E CONTENITORI IN PRESSIONE 190
VIII.1 CLASSIFICAZIONE DELLE ATTREZZATURE A PRESSIONE 190
Individuazione del gruppo di appartenenza di un fluido 191
Tabelle per la classificazione delle attrezzature 191
MARCATURA E DOCUMENTI PER L'UTILIZZATORE 196
REGOLAMENTO PER L'ESERCIZIO DELLE ATTREZZATURE IN PRESSIONE 196
Campo di applicazione (art.1 del DM n.329/2004) 196
Esclusioni (art. 2 del DM n.329/2004) 196
Verifica di primo impianto o di messa in servizio (art. 4 del DM n.329/2004) 197
Verifiche periodiche o di riqualificazione periodica (art. 10 del DM 197
OSSERVAZIONI E CASI PARTICOLARI 199
Esenzione dalla riqualificazione periodica (art. 11 del DM n.329/2004) 199
Riparazioni o modifiche (art. 14 del DM n.329/2004) 200
RICAPITOLANDO 201
ALLEGATO IX – ESSICATORI FRIGORIFERI, NORME ANTINQUINAMENTO DA GAS FREON 202
ALLEGATO X – PRINCIPALI ACCOPPIAMENTI FILTRO ANTIGAS-INQUINANTE 204

PREMESSE

Il presente documento descrive le linee guida generali per la conduzione in sicurezza di attività con agenti biologici, chimici (compresi cancerogeni, mutageni e teratogeni), gas (compressi, liquefatti, disciolti), liquidi criogenici ed apparecchiature connesse, da eseguirsi nei laboratori biologici, chimici, biochimici, del LABORATORIO DELL'ISTITUTO ISTRUZIONE SUPERIORE "V.EMANUELE II – B.CHIMIRRI".

Esso è rivolto a tutto il personale che opera nei laboratori, nonché ai responsabili delle Unità Tecniche e dei singoli Laboratori. I responsabili delle Unità Tecniche e dei Laboratori, nella loro veste di "Datori di lavoro" e di "Dirigenti/Preposti", hanno altresì il dovere di attuare e di far rispettare, nei limiti delle loro attribuzioni, le prescrizioni di cui alle presenti linee guida.

La prima parte riporta le definizioni di agente chimico e biologico e le loro classificazioni, ai sensi dei regolamenti vigenti, sulla base del loro "grado" di pericolosità e dei loro possibili effetti.

In tale sezione sono affrontati anche argomenti quali i pittogrammi, le etichette, le frasi di pericolo e di prudenza, le schede di sicurezza nonché i concetti di valore limite e di modalità di esposizione.

La seconda parte descrive i comportamenti da osservare in laboratorio e quelli da evitare per poter svolgere la propria attività in piena sicurezza.

La parte terza affronta invece le problematiche legate all'uso di gas e liquidi criogenici, mentre la quarta descrive le caratteristiche ed i rischi legati alle principali apparecchiature utilizzare nei laboratori. La quinta, infine, analizza i dispositivi di protezione collettivi ed individuali da utilizzarsi nei laboratori chimici e biologici.

Gli allegati, invece, riprendono in maggior dettaglio alcuni temi affrontati nel corpo del documento, quali le descrizioni delle frasi di rischio, di sicurezza, di pericolo e di prudenza, la descrizione del contenuto delle schede di sicurezza, l'incompatibilità dei prodotti chimici, la normativa relativa ai gas tossici, agli impianti in pressione ed a quelli utilizzanti gas ad effetto serra, ecc.

PARTE I

DEFINIZIONI E SISTEMI DI CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI



AGENTI CHIMICI

DEFINIZIONI

Agenti chimici: tutti gli elementi e i composti chimici, o loro miscugli, in condizioni naturali o non, utilizzati o presenti a qualunque titolo in una qualsiasi attività lavorativa (compresi i prodotti commerciali).
Agenti chimici pericolosi: sostanze o preparati che rientrano in una delle seguenti definizioni:
Agenti chimici classificati come sostanze pericolose ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 e agenti chimici classificati come preparati pericolosi ai sensi del decreto legislativo 16 luglio 1998, n. 285, quali:
comburenti: sostanze e preparati che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica;
infiammabili: sostanze e preparati liquidi con un basso punto di infiammabilità;
tossici: sostanze e preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccole quantità, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche;
nocivi: sostanze e preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche;
corrosivi: sostanze e preparati che, a contatto con i tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva;
irritanti: sostanze e preparati non corrosivi, il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o con le mucose può provocare una reazione infiammatoria;
sensibilizzanti: sostanze e preparati che, per inalazione o assorbimento cutaneo, possono dar luogo ad una reazione di ipersensibilizzazione per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce reazioni avverse caratteristiche;
pericolosi per l'ambiente: sostanze e preparati che, qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati differiti per una o più delle componenti ambientali.
Agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi in base ai punti sopra citati, **possono comportare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori** a causa di loro proprietà chimiche, chimico-fisiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o sono presenti sul luogo di lavoro (es. liquidi criogenici, polveri di saldatura, ecc.), compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale, oppure per gli effetti che possono produrre sull'organismo umano (es. il rischio asfissia nel caso dei gas inerti);
Agenti cancerogeni: sostanze e/o preparati che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza (Frasi di rischio R45, R49 ed R68);
Agenti mutageni: sostanze e/o preparati che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza (Frasi di rischio R46 ed R68);
Agenti teratogeni: sostanze e/o preparati i quali, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo da parte di donne in gravidanza possono provocare malformazioni (non ereditarie) dell'embrione oppure causare danni a carico della funzione riproduttiva maschile o femminile (Frasi di rischio R60, R61, R62 ed R63);
Sostanze e preparati prodotti nel corso di attività di ricerca e servizio, **i cui effetti sull'organismo umano non sono noti e quindi da considerarsi potenzialmente pericolosi**;
Rifiuti chimici inorganici ed organici (es. miscele di solventi organici clorurati, ecc.), **contenenti sostanze o preparati di cui ai punti precedent**i.

IDENTIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI

Tutte le sostanze chimiche sono identificabili, oltre che dal loro nome IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)[1], anche dal numero CAS. Il numero CAS è un identificativo numerico che individua in

Il Chemical Abstract Service (CAS), una divisione della American Chemical Society, ha il compito di assegnare tale identificativo ad ogni sostanza chimica descritta in letteratura. Attualmente oltre 30 milioni di composti hanno ricevuto un numero CAS e circa 7000 vengono aggiunti ogni giorno. La maggior parte dei database chimici permettono di fare ricerche in base al numero CAS.
Se una molecola ha più isomeri, a ciascun isomero sarà assegnato un numero CAS differente. Per esempio il numero CAS del D-glucosio è 50-99-7 mentre quello del L-glucosio è 921-60-8. In alcuni casi particolari, ad

una intera classe di composti è stato assegnato un unico numero CAS: per esempio tutte le alcol deidrogenasi hanno come numero CAS 9031-72-5.
Le sostanze chimiche immesse sul mercato dell'Unione Europea prima del 18 settembre 1981 sono inoltre identificabili anche da un numero EINECS (European INventory of Existing Commercial chemical Substances), mentre quelle immesse dopo tale data sono caratterizzate da un numero ELINCS (European List of Notified Chemical Substances).

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI – DSP E DPP

Gli agenti chimici possono essere classificati secondo categorie di pericolo. Di seguito sono riportate le indicazioni, i simboli ed i pittogrammi che corrispondono a ciascuna categoria sulla base delle direttive 67/548/CEE e s.m.i. (direttiva relativa alle sostanze pericolose, DSP) e 99/45/CE (direttiva relativa ai preparati pericolosi, DPP).

Categoria di pericolo	Simbolo	Pittogramma	Indicazioni
Esplosivo	E		Sostanze e preparati 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 possono esplodere, detonare o deflagrare.
Comburente	O		Sostanze e preparati in grado di fornire ossigeno e, pertanto, di alimentare un incendio anche in assenza di aria. A contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica
Estremamente infiammabile	F+		Sostanze e preparati i cui gas e vapori formano con l'aria miscele esplosive e/o infiammabili capaci di innescarsi facilmente per qualsiasi fonte di calore (punto di infiammabilità < 0 °C)
Facilmente infiammabile	F		Sostanze e preparati i cui gas e vapori formano con l'aria miscele esplosive e/o infiammabili in presenza di innesco (punto di infiammabilità < 21 °C)
Infiammabile	*nota 1*		Sostanze e preparati i cui gas e vapori formano con l'aria miscele esplosive e/o infiammabili in presenza di innesco (punto di infiammabilità < 55 °C)
Molto tossico	T+		Sostanze e preparati in grado di provocare, anche in piccolissime dosi, gravi danni alla salute, fino alla morte
Tossico	T		Sostanze e preparati che possono provocare, anche in piccole quantità, seri danni alla salute, con effetti anche letali
Nocivo	Xn		Sistanze e preparati che possono provocare danni alla salute più o meno gravi, in relazione alle quantità.
Corrosivo	C		Sostanze e preparati in grado di provocare lesioni alla pelle e alle mucose

[1] LA IUPAC è un'organizzazione non governativa internazionale dedita al progresso della chimica i cui membri sono le varie società chimiche nazionali. Essa, attraverso il Comitato interdivisionale per la nomenclatura e i simboli, si riunisce periodicamente per aggiornare le regole riguardanti la nomenclatura chimica degli elementi e dei composti.
La nomenclatura IUPAC è sviluppata in modo che, per ogni composto, sia possibile definirne il nome seguendo delle regole standard ed evitando la duplicazione dei nomi.

Categoria di pericolo	Simbolo	Pittogramma	Indicazioni
Irritante	Xi		Sostanze e preparati che possono provocare arrossamenti e reazioni infiammatorie della pelle e delle mucose
Sensibilizzante	*nota 2*		Sostanze e preparati che possono provocare, per inalazione o assorbimento cutaneo, una reazione di ipersensibilizzazione, per la quale una successiva esposizione provoca fenomeni allergici
Cancerogeno	*nota 3*		Sostanze e preparati che possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza
Mutageno	*nota 4*		Sostanze e preparati che possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza
Tossico per il ciclo riproduttivo	*nota 4*		Sostanze e preparati che 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
Pericoloso per l'ambiente	N		Sostanze e preparati che qualora si diffondano in ambiente presentano o possano presentare rischi immediati o differiti per una o più componenti ambientali

Tabella 1.1 – Pittogrammi e classificazione delle sostanze e dei composti chimici pericolosi ai sensi dei Regolamenti DSP e DSP

- **nota 1:** le sostanze infiammabili non hanno pittogramma ma le caratteristiche di infiammabilità sono indicate dalle frasi di rischio (R10)
- **nota 2:** le sostanze sensibilizzanti non hanno pittogramma ma possono essere indicate con quelli delle sostanze nocive ed irritanti e con le relative frasi di rischio
- **nota 3:** le sostanze cancerogene non hanno pittogramma ma possono essere indicate con quelli delle sostanze nocive e tossiche e con le relative frasi di rischio.
- **nota 4:** le sostanze mutagene e teratogene non hanno pittogramma ma possono essere indicate con quelli delle sostanze nocive e tossiche e con le relative frasi di rischio.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI – IL REGOLAMENTO CLP

Il regolamento CLP (CE) n. 1272/2008 è il nuovo regolamento relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, il quale modifica ed abroga, in maniera graduale, le direttive 67/548/CEE del Consiglio (direttiva relativa alle sostanze pericolose, DSP) e 99/45/CE (direttiva relativa ai preparati pericolosi, DPP) e modifica il regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH).
Il regolamento CLP riguarda, in sostanza, i pericoli delle sostanze e delle miscele chimiche ed il modo di fornire informazioni in proposito. Esso introduce, in tutta l'Unione Europea, un nuovo sistema per la classificazione e l'etichettatura delle sostanze chimiche basato sul sistema mondiale armonizzato delle Nazioni Unite (GHS dell'ONU). Nonostante il regolamento sia entrato in vigore il 20 gennaio 2009, non tutte le disposizioni in esso contenute sono diventate immediatamente obbligatorie.

L'articolo 61 del regolamento CLP contiene infatti disposizioni transitorie che graduano l'entrata in vigore della nuova normativa. In particolare:

Dal 1° dicembre 2010 il regolamento CLP ha sostituito la DSP per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze. A partire da questa data si applicano pertanto le seguenti disposizioni:

- le sostanze *devono* essere classificate conformemente alla DSP ed al regolamento CLP;
- le sostanze *devono* essere etichettate e imballate unicamente in conformità al regolamento CLP, tuttavia le sostanze già classificate, etichettate e imballate in base alla DSP e immesse sul mercato (ossia "sugli scaffali") antecedentemente al 1° dicembre 2010 possono essere commercializzate fino al 1° dicembre 2012, dopo di che dovranno essere necessariamente rietichettate e reimballate;
- fino al 1° giugno 2015 le miscele possono continuare a essere classificate, etichettate e imballate conformemente alla DPP, tuttavia una miscela *può* anche essere classificata, etichettata e imballata conformemente al regolamento CLP. In questo caso, le disposizioni della DPP relative all'etichettatura e all'imballaggio non si applicano più alla miscela, la quale dovrà rispettare unicamente le disposizioni del regolamento CLP;
- fino al 1° giugno 2015, oltre alla classificazione a norma del regolamento CLP, nella scheda dati di sicurezza di una sostanza deve essere riportata anche la classificazione a norma della DSP. Ciò vale sia per le schede di dati di sicurezza relative alle sostanze in quanto tali, sia per le schede di dati di sicurezza relative alle miscele contenenti tali sostanze;
- fino al 1° giugno 2015, nella scheda dati di sicurezza di una miscela deve essere riportata la classificazione a norma della DSP;
- fino al 1° giugno 2015 se una miscela è classificata, etichettata e imballata conformemente al regolamento CLP, la classificazione ai sensi di tale regolamento deve figurare nella scheda di dati di sicurezza, insieme alla classificazione basata sulla DPP. I fornitori possono tuttavia decidere di individuare in anticipo la classificazione di una miscela ai sensi del regolamento CLP applicando ad essa detto regolamento nella sua integralità. In questo caso, i fornitori possono includere questa informazione nella scheda di dati di sicurezza di accompagnamento, alla voce "altre informazioni".

Il 1° giugno 2015 il regolamento CLP sostituisce la DPP per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle miscele.

A partire da questa data si applicano le seguenti disposizioni:

- le sostanze devono essere classificate soltanto conformemente al regolamento CLP;
- le miscele devono essere classificate, etichettate e imballate unicamente in conformità al regolamento CLP, tuttavia le miscele già classificate, etichettate e imballate in base alla DPP e immesse sul mercato (ossia "sugli scaffali") antecedentemente al 1° giugno 2015 possono continuare ad essere commercializzate fino al 1° giugno 2017, dopo di che dovranno essere rietichettate e reimballate;
- le schede dati di sicurezza delle sostanze e delle miscele dovranno riportare le classificazioni a norma del regolamento CLP.

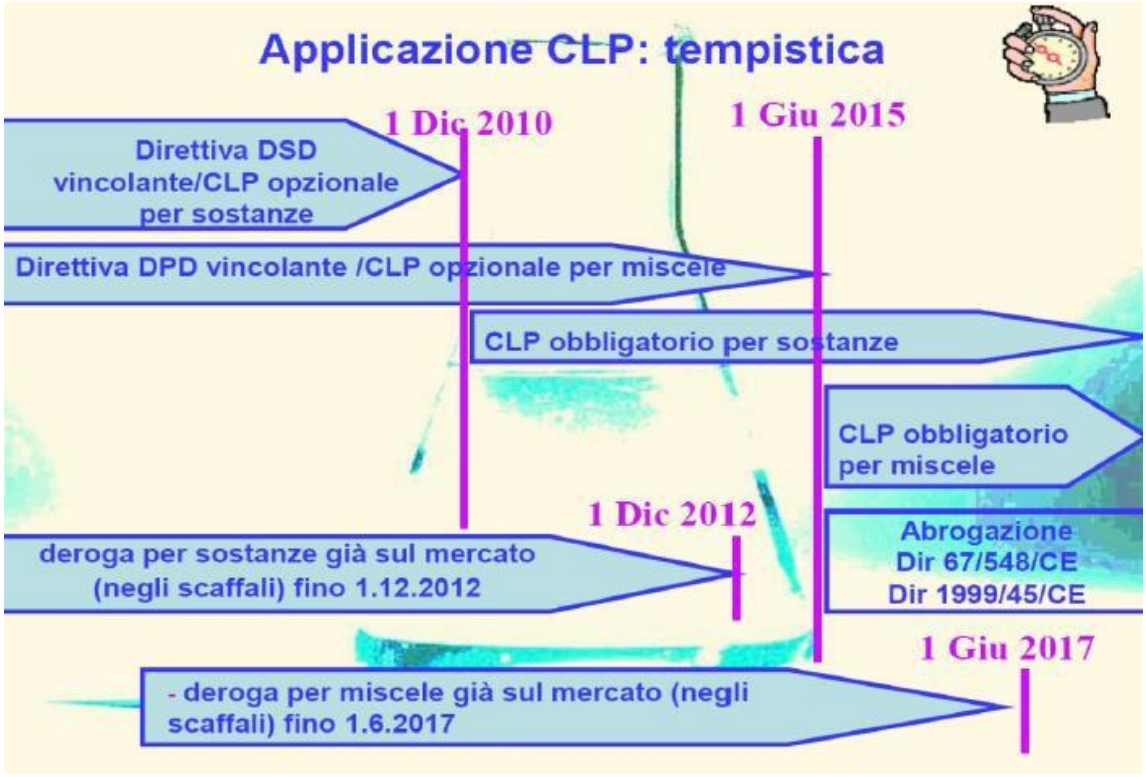


Figura 1.1 – Cronoprogramma relativo alla piena applicazione del Regolamento CLP





Il regolamento CLP introduce nuovi pittogrammi. I pittogrammi attuali (simbolo nero su sfondo di colore arancione) sono sostituiti dai pittogrammi GHS (simbolo nero su sfondo bianco in un riquadro rosso) non solo per le sostanze chimiche usate sul posto di lavoro, ma anche per i prodotti di consumo quali detersivi o prodotti per la pulizia della casa.

La terminologia, inoltre, ha subito alcune variazioni. Il CLP, ad esempio, utilizza il termine miscela al posto di preparato, classe di pericolo al posto di categoria di pericolo. Le classi di pericolo, poi, sono suddivisibili in categorie che specificano la gravità del pericolo stesso.
Con il CLP sono adesso previste 28 classi di pericolo, 27 riprese dal GHS ed 1 dalla DSP. I criteri utilizzati per la classificazioni sono parzialmente differenti, ad esempio, i valori limite per la tossicità acuta orale, cutanea ed inalatoria cambiano. Le due categorie per la corrosione cutanea (R35 e R34) diventano tre in base al tempo di esposizione necessario all'insorgere degli effetti.
Anche le temperature di infiammabilità, che definiscono le classi di pericolo per i liquidi infiammabili, sono diverse rispetto alla DSP.
Si aggiungono inoltre nuovi pittogrammi, cambiano le frasi di rischio (frasi R), che adesso diventano indicazioni di pericolo (Hazard Statements o frasi H) e vengono introdotti i consigli di prudenza (Precautionary Statements o frasi P, in luogo delle precedenti frasi di sicurezza o frasi S) che sintetizzano adesso le azioni da intraprendere in caso di esposizione.

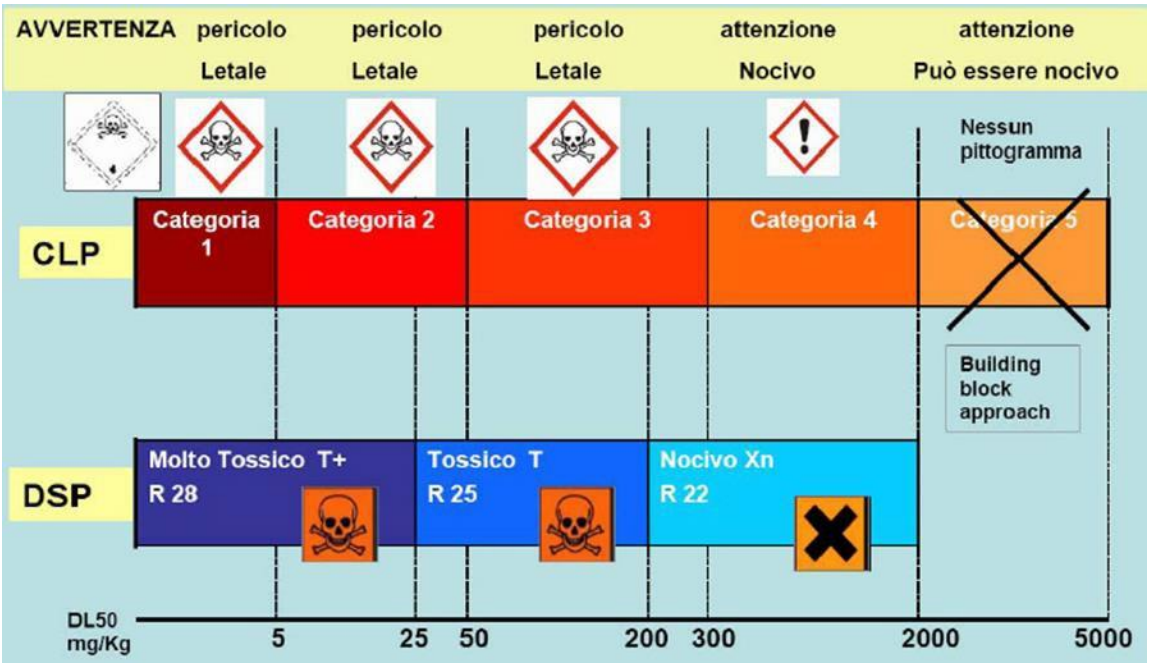


Figura 1.2 - Differenze nei criteri di classificazione della la tossicità acuta orale fra DSP e CLP

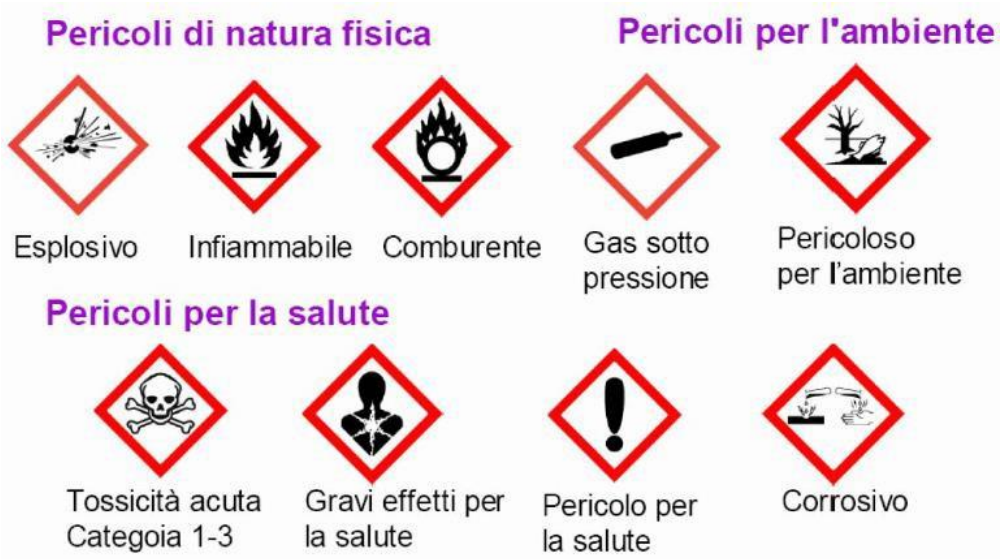


Figura 1.3 – Regolamento CLP: famiglie di pericolo e relativi pittogrammi

Classe di pericolo	Simbolo	Classe di pericolo	Simbolo
Tossicità Acuta		Cancerogenicità	
Corrosione/ irritazione cutanea		Tossicità riproduttiva	
Gravi danni agli occhi/irritazione		Tossicità sistemica su organi bersaglio (STOT), sigola	
Sensibilizzazione cutanea e respiratoria		Tossicità sistemica su organi bersaglio (STOT), ripetuta	
Mutagenicità		Pericolo di aspirazione	

Tabella 1.2 - Regolamento CLP: classi di pericolo e relativi pittogrammi

Nuovo pittogramma	Note	Vecchio pittogramma
	Questi prodotti possono esplodere a seguito del contatto, per esempio, con una sorgente di innesco o di urti. Comprendono quindi sostanze e miscele autoreattive ed alcuni perossidi organici.	
	Questi prodotti possono infiammarsi se: • a contatto con sorgenti di innesco (scintille, fiamme, calore...) • a contatto dell'aria • a contatto dell'acqua (se c'è sviluppo di gas infiammabili) Oltre alle sostanze infiammabili comprendono sostanze e miscele autoreattive ed autoriscaldanti, sostanze piroforiche ed alcuni perossidi organici.	
	Questi prodotti, tutti i comburenti, possono provocare o aggravare un incendio o anche una esplosione se in presenza di prodotti infiammabili.	
	Questi prodotti sono gas sotto pressione contenuti in un recipiente. Possono esplodere a causa del calore. I gas liquefatti refrigerati possono causare ferite e ustioni criogeniche. Comprendono gas compressi, liquefatti, liquefatti refrigerati e disciolti.	**Non presente**
	Questi prodotti sono corrosivi e comprendono quelli che: • possono attaccare i metalli • possono provocare corrosione cutanea o gravi lesioni oculari	
	Questi prodotti avvelenano rapidamente anche a piccole dosi, causano cioè tossicità acuta. Gli effetti sono molto vari dalle nausee alla perdita di conoscenza fino alla morte.	
	Questi prodotti possono provocare uno o più dei seguenti effetti: • avvelenamento ad alte dosi • irritazione agli occhi, la pelle o le vie respiratorie • sensibilizzazione cutanea (es. allergie o eczemi) • sonnolenza o vertigini	
	Questi prodotti possono rientrare in una o più delle seguenti categorie: • cancerogeni • mutageni: modificazioni del DNA con danni sulla persona esposta o sulla sua discendenza • tossici per la riproduzione: effetti negativi sulle funzioni sessuali, diminuzione della fertilità, morte del feto o malformazioni • prodotti con tossicità specifica per organi bersaglio (es. fegato o sistema nervoso) sia per esposizioni singole che ripetute • prodotti con gravi effetti sui polmoni, anche mortali, se penetrano attraverso le vie respiratorie (anche a seguito di vomito) • prodotti che possono provocare allergie respiratorie (es. asma)	
	Questi prodotti sono pericolosi per l'ambiente acquatico (es. pesci, crostacei, alghe o piante acquatiche)	

Tabella 1.3 – Regolamenti CLP e DSP-DPP: differenze fra nuovi e vecchi pittogrammi

IL SISTEMA NFPA

Esiste anche un altro sistema di identificazione dei pericoli associati alle sostanze ed ai prodotti chimici: quello adottato dalla National Fire Protection Agency (NFPA) statunitense che, sebbene sia nato per la protezione dal rischio incendio, ora è adottato, negli Stati Uniti, anche per i prodotti chimici. Esso è basato su un codice colore con numeri e lettere distribuiti in una forma a losanga (diamond) come di seguito riportato.

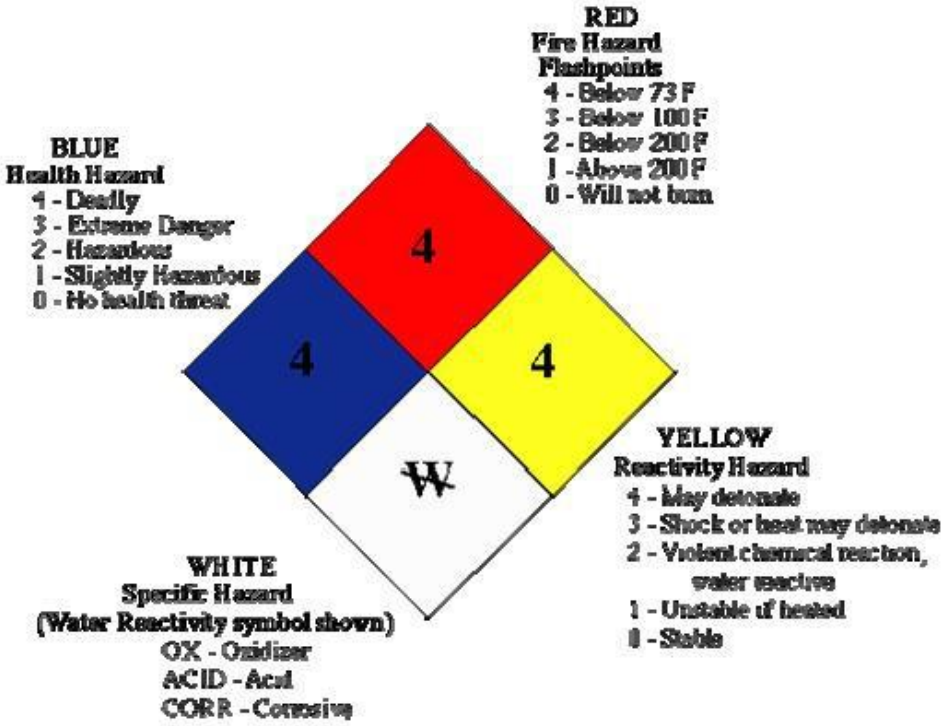


Figura 1.4 – Classificazione NFPA

I campi blu, rosso e giallo riportano, rispettivamente, i pericoli associati alla tossicità, all'infiammabilità e alla reattività della sostanza quantificati mediante una scala che, per ciascun pericolo, varia da 0 a 4 dove 0 rappresenta un pericolo assente e 4 quello più elevato.

Nella losanga bianca vengono riportati simboli che richiamano specifiche precauzioni da adottare nella manipolazione del prodotto chimico. Il campo può anche rimanere bianco se non vi sono indicazioni particolari. Solo due di questi simboli sono stati effettivamente introdotti dalla NFPA gli altri sono ormai entrati nell'uso comune.

Simboli introdotti dalla NFPA		Simboli di uso comune	
W	Sostanze estremamente reattive con l'acqua	ACID	Sostanze acide
OX	Sostanze con proprietà ossidanti	ALK	Sostanze basiche
		COR	Sostanze corrosive
		☢	Sostanze radioattive

Tabella 1.4 – Simboli relativi a specifiche precauzioni da adottare nella manipolazione dei prodotti chimici

Health Hazard	Fire Hazard	Reactivity Hazard
4 Materials which on very short exposure could cause death or major injury, even with prompt medical attention.	4 Materials which will rapidly vaporize at atmospheric pressure and normal temperature, or which are readily dispersed in air and which will burn readily.	4 Materials which are readily capable of detonation or of explosive decomposition or reaction at normal temperatures and pressures.
3 Materials which on short exposure could cause death or major injury even though prompt medical treatment is given.	3 Liquids and solids that can be ignited under almost all temperature conditions.	3 Materials which in themselves are capable of detonation or explosive reaction but require a strong initiating source or which must be heated under confinement before initiation or which react explosively with water.
2 Materials which on intense or continued exposure could cause temporary incapacitation or possible residual injury unless prompt medical treatment is given.	2 Materials that must be moderately heated or exposed to relatively high ambient temperatures before ignition can occur.	2 Materials which are normally unstable and readily undergo violent chemical change but do not detonate. Also materials which may react violently with water or which may form explosive mixtures with water.
1 Materials which on exposure would cause irritation but only minor residual injury, even if no treatment is given.	1 Materials that must be preheated before ignition can occur.	1 Materials which are normally stable, but which can become unstable at elevated temperatures and pressures or which may react with water with some release of energy but not violently.
0 Materials which on exposure under fire conditions would offer no hazard beyond that of ordinary combustible materials.	0 Materials that will not burn.	0 Materials which are normally stable, even under fire exposure conditions, and which are not reactive with water.

Tabella 1.5– Descrizione dei livelli di pericolo NFPA

IL REGOLAMENTO REACH

L'Unione Europea con il Regolamento (CE) n. 1907/2006 ha istituito il sistema REACH, un sistema integrato di registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche. Il sistema REACH obbliga le imprese che fabbricano e importano sostanze chimiche nei paesi dell'Unione Europea a valutare i rischi derivanti dal loro uso ed a prendere le misure necessarie per gestire qualsiasi rischio venga individuato. L'onere della prova con riguardo alla sicurezza delle sostanze chimiche fabbricate o commercializzate spetta alla singola impresa produttrice/importatrice.

Il regolamento è inteso ad assicurare un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente, nonché a rafforzare la competitività del settore delle sostanze chimiche e l'innovazione.

Il regolamento esclude dal suo campo d'applicazione le sostanze radioattive, a cui si applica la direttiva 96/29/Euratom.

La registrazione costituisce l'elemento fondamentale del sistema REACH. Le sostanze chimiche fabbricate o importate in quantitativi pari o superiori ad una tonnellata l'anno devono essere obbligatoriamente registrate in una banca dati centrale, gestita dall'Agenzia europea delle sostanze chimiche. In assenza di registrazione, la sostanza non può essere fabbricata o immessa sul mercato europeo.
L'obbligo di registrazione si applica a partire dal 1° giugno 2008, ma per alcune sostanze che devono essere oggetto di una registrazione preliminare è istituito un regime transitorio, che in taluni casi può essere esteso fino al 1° giugno 2018.

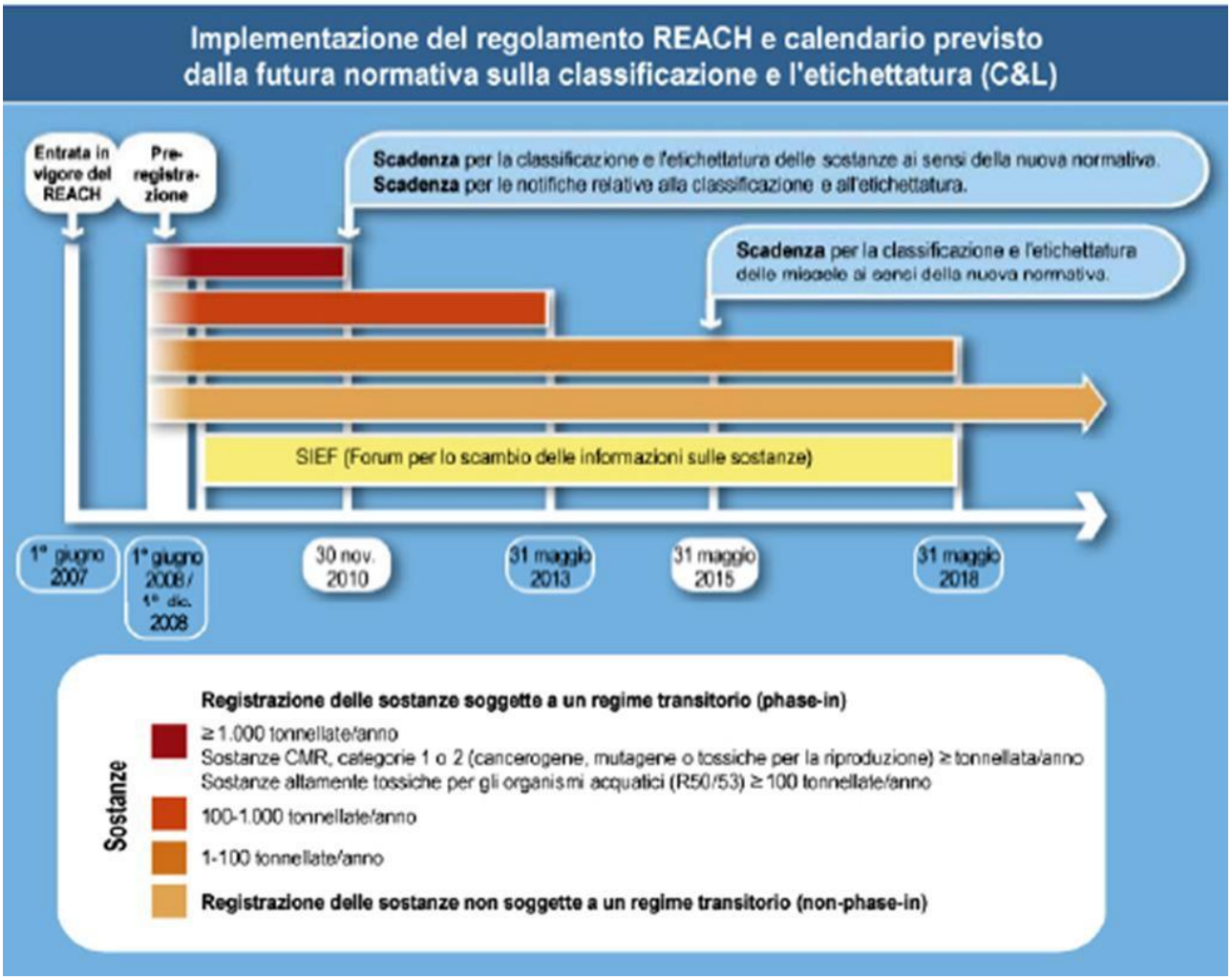


Figura 1.5– Cronoprogramma relativo alla piena applicazione del Regolamento REACH

Alcuni gruppi di sostanze sono tuttavia esentati dall'obbligo di registrazione, come ad esempio:

- i polimeri (i monomeri che compongono i polimeri devono però essere registrati);
- talune sostanze per le quali il rischio è considerato trascurabile (acqua, glucosio, ecc.);
- talune sostanze esistenti in natura e non modificate chimicamente;
- le sostanze utilizzate nell'ambito della ricerca e dello sviluppo, a talune condizioni.

La registrazione esige che l'industria (fabbricanti e importatori) fornisca informazioni relative alle proprietà, alle utilizzazioni ed alle precauzioni per l'uso delle sostanze chimiche (fascicolo tecnico). I dati richiesti sono proporzionati ai volumi di produzione e ai rischi che la sostanza presenta (ad esempio test complessi di tossicità

per le sostanze di cui è fabbricato o importato un quantitativo superiore a 1.000 tonnellate). Peraltro, una domanda di registrazione concernente una sostanza di cui è importato o fabbricato un quantitativo pari o superiore a 10 tonnellate annue deve indicare dettagliatamente i rischi che la sostanza presenta, i diversi scenari d'esposizione possibili e le misure di gestione di tali rischi (relazione sulla sicurezza chimica).
Modalità semplificate di registrazione sono previste per le sostanze intermedie isolate che restano sul sito, a condizione che siano fabbricate in condizioni strettamente controllate, e per le sostanze intermedie isolate che sono trasportate ed utilizzate nel quadro di rigidi controlli in quantitativi inferiori a 1.000 tonnellate. In questi casi, sono richieste unicamente la classificazione, le misure di gestione dei rischi e le informazioni già disponibili concernenti le proprietà. Sono necessarie maggiori informazioni se il trasporto riguarda un quantitativo superiore a 1.000 tonnellate della sostanza in questione.

Inoltre, un regime speciale è applicato alla registrazione delle sostanze presenti negli articoli: tenuto conto dei milioni di articoli immessi sul mercato nell'Unione, nonché del rischio potenziale che alcuni di essi comportano per la salute umana e per l'ambiente, occorre registrare alcune sostanze integrate negli articoli. Tale registrazione è obbligatoria quando la sostanza in questione è abitualmente rilasciata durante l'utilizzazione dell'articolo[2] ed è presente negli articoli di cui trattasi in misura superiore ad una tonnellata per produttore/importatore per anno. Per le sostanze che non sono rilasciate in condizioni d'uso normali, ma che presentano particolari rischi, che sono contenute in una concentrazione minima dello 0,1% e che sono commercializzate in misura superiore ad una tonnellata per produttore/importatore per anno, tale obbligo prende la forma di una semplice notifica, sulla base della quale l'Agenzia europea delle sostanze chimiche può chiedere una registrazione.
L'Agenzia europea delle sostanze chimiche è incaricata di gestire la banca dati, di ricevere i fascicoli di registrazione e di elaborare orientamenti tecnici per assistere i fabbricanti e gli importatori, nonché le autorità competenti, nell'applicazione delle suddette disposizioni. Nei primi 11 anni di applicazione del sistema REACH, la registrazione dovrebbe riguardare circa 30.000 sostanze già in commercio. Si prevede peraltro che l'80% circa di tutte le sostanze registrate non richiederà ulteriori interventi.

I dati di sicurezza vanno trasmessi lungo tutta la catena di approvvigionamento, in modo da permettere a chi fa uso di sostanze chimiche nel processo di produzione, per fabbricare altri preparati o articoli, di operare in modo sicuro e responsabile senza mettere in pericolo la salute dei lavoratori e dei consumatori e senza rischi per l'ambiente. Ciò implica che le informazioni siano trasmesse a monte e a valle della catena di approvvigionamento e tra tutti gli attori che intervengono in tale catena.
I dati trasmessi riguardano, tra l'altro, l'identificazione, la composizione e le proprietà delle sostanze, le misure da prendere per l'uso ed il trasporto sicuri, le misure in caso di rilascio accidentale o d'incendio nonché le informazioni tossicologiche ed ecologiche. Non è necessaria la trasmissione di informazioni sensibili a carattere commerciale.

Gli utilizzatori a valle sono tenuti a valutare la sicurezza chimica delle sostanze, basandosi innanzi tutto sulle informazioni comunicate dai fornitori, e ad adottare provvedimenti idonei per la gestione dei rischi. Queste disposizioni consentono inoltre alle autorità di prendere conoscenza degli usi che vengono fatti di una sostanza lungo tutta la catena d'approvvigionamento e, se necessario, di chiedere ulteriori informazioni e di adottare le misure del caso.

Le sostanze che si ritiene comportino rischi per la salute umana o per l'ambiente possono inoltre essere oggetto di una valutazione da parte delle autorità competenti degli Stati membri al fine di determinare se sono necessarie ulteriori informazioni. Il programma di valutazione delle sostanze è sviluppato dall'Agenzia, in collaborazione con dette autorità competenti.

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

Qualora sospetti che una sostanza comporti rischi per la salute umana o per l'ambiente, l'Agenzia includerà tale sostanza in un elenco specifico e uno Stato membro designato all'uopo procederà ad una valutazione al fine di determinare se occorrono informazioni supplementari da parte del dichiarante.
La valutazione può dar luogo alle seguenti conclusioni:

- la sostanza deve essere sottoposta alle procedure di restrizione o di autorizzazione;
- la classificazione e l'etichettatura della sostanza devono essere armonizzate;
- delle informazioni devono essere trasmesse alle altre autorità al fine di permettere loro di adottare le opportune misure. Ad esempio, se durante la valutazione della sostanza diventano disponibili informazioni sulle misure di gestione dei rischi suscettibili di influire sulle condizioni d'uso della sostanza, tali informazioni dovrebbero essere trasmesse alle autorità incaricate della normativa.

Le sostanze estremamente problematiche possono essere sottoposte all'autorizzazione della Commissione in vista di utilizzazioni particolari. Lo scopo è garantire la possibilità di gestire adeguatamente i rischi che comportano tali sostanze e la progressiva sostituzione delle sostanze in esame con altre sostanze o tecnologie appropriate, quando esistono alternative economicamente e tecnicamente idonee.
L'Agenzia pubblica ed aggiorna regolarmente un elenco di sostanze («elenco delle sostanze candidate») identificate come aventi caratteristiche che destano serie preoccupazioni, fra cui figurano:

- le sostanze CMR (sostanze cancerogene, mutagene e tossiche per il sistema riproduttivo);
- le sostanze PBT (sostanze persistenti, bioaccumulanti e tossiche);
- le sostanze vPvB (sostanze molto persistenti e molto bioaccumulanti);
- talune sostanze problematiche aventi effetti gravi irreversibili sull'essere umano e sull'ambiente, come i perturbatori endocrini.

L'inclusione delle sostanze candidate nell'elenco comporta, a talune condizioni, un obbligo d'informazione circa la presenza di questa sostanza negli articoli. In seguito all'inclusione di questa sostanza nell'allegato XVI del regolamento, qualsiasi commercializzazione o utilizzazione di una sostanza chimica di questo tipo dovrà essere oggetto di una domanda di autorizzazione. Quest'ultima viene concessa se i rischi derivanti dall'uso di tale sostanza possono essere adeguatamente gestiti. In caso contrario, e se non esistono prodotti sostituitivi, la Commissione valuta il livello di rischio ed i vantaggi socioeconomici dell'uso della sostanza e decide se autorizzare o meno tale sostanza. Alcune sostanze, come i PBT ed i vPvB, possono essere autorizzate soltanto se i vantaggi socioeconomici prevalgono sui rischi e non esistono sostituti.
L'onere della prova spetta al richiedente. Tutte le autorizzazioni devono essere rivedute dopo un certo periodo, da stabilire caso per caso.
Gli utilizzatori a valle possono destinare una sostanza ad un uso autorizzato, a condizione che si procurino la sostanza presso un'impresa alla quale è stata rilasciata un'autorizzazione e che rispettino le condizioni a cui è subordinata tale autorizzazione. Essi sono tenuti ad informare l'Agenzia, di modo che le autorità siano pienamente informate dell'uso che viene fatto di alcune sostanze estremamente problematiche.

Il sistema REACH sostituisce oltre 40 direttive e regolamenti e crea un solo sistema applicabile a tutte le sostanze chimiche.
Il sistema REACH è completato dal regolamento (CE) n. 1272/2008 (regolamento CLP) relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, che integra i criteri di classificazione e le norme di etichettatura del Sistema mondiale armonizzato (GHS) delle Nazioni Unite nella legislazione comunitaria e riprende le disposizioni di REACH che regolano l'inventario delle classificazioni e delle etichettature.

FRASI DI RISCHIO, di SICUREZZA, di PERICOLO e di PRUDENZA

Le Frasi R (frasi di rischio)

Sono chiamate **Frasi R** (frasi di rischio) alcune frasi convenzionali che descrivono i rischi per la salute umana, animale ed ambientale connessi alla manipolazione delle sostanze chimiche
Sono frasi codificate dall'Unione Europea nella direttiva 88/379/CEE, sostituita dalla direttiva 99/45/CE, a sua volta modificata dalla direttiva 2001/60/CE. La normativa prevedeva che ogni confezione di prodotto chimico recasse sulla propria etichetta le Frasi R e le Frasi S corrispondenti al prodotto chimico in essa contenuto. In seguito, la direttiva 99/45/CEE è stata abrogata dal Regolamento CPL (CE) n°1272/2008, che ha sostituito le frasi R con le Frasi H.
Ad ogni frase è associato un codice univoco composto dalla lettera **R** seguita da un numero. Ad ogni codice corrispondono le diverse traduzioni della frase in ogni lingua ufficiale dell'Unione Europea.
Le Frasi R e le possibili combinazioni di Frasi R sono riportate in "*Ordinance on Hazardous Substances*" (vedi anche "*Legal Conditions for the Handling of Hazardous Substances*" e "*Technical Guidelines on Safety in Chemical Laboratory Courses*"). Tali normative trovano analoga applicazione anche a livello della legge italiana (D. L. 626/94, D.M. 363/98 e successive).

Le Frasi R sono composte da un codice che le identifica e da una descrizione del rischio.
La separazione di due Frasi R con un trattino (- , ad esempio: R12-20) significa che devono essere considerate sia la Frase R12, sia la Frase R20 (e non tutte le Frasi da R12 a R20). Nel caso in cui le Frasi R fossero separate da uno slash (/ , ad esempio: R26/27/28), si intende un'indicazione che comprende tutte le tre Frasi R: la R26, la R27 e la R28 (combinazione di Frasi R).

L'elenco completo delle frasi R è riportato in allegato I.

Le Frasi S (frasi di sicurezza)

Sono chiamate **Frasi S** (frasi di sicurezza) alcune frasi convenzionali che descrivono i consigli di prudenza cui attenersi in caso di manipolazione di sostanze chimiche.
Esse dovrebbero permettere all'operatore di lavorare riducendo al minimo il pericolo durante l'utilizzo si queste sostanze, di prendere misure contro la loro dispersione, di gestire le conseguenze degli incidenti e di fornire correttamente il primo soccorso.
La lettera "S" sta proprio ad indicare la parola "Sicurezza". Le Frasi S e le possibili combinazioni di Frasi S sono riportate in "*Ordinance on Hazardous Substances*". In analogia alle Frasi R, anche quelle S sono composte da un codice e dalla relativa descrizione.
La normativa prevedeva che ogni confezione di prodotto chimico recasse sulla propria etichetta le Frasi R e le Frasi S corrispondenti al prodotto in essa contenuto. In seguito, la direttiva 99/45/CE è stata abrogata dal Regolamento CLP (CE) n°1272/2008, che ha sostituito le frasi S con le Frasi P.

La separazione di due Frasi S con un trattino (- , ad esempio: S10-23) significa che devono essere considerate sia la Frase S10, sia la Frase S23 (e non tutte le Frasi da S10 a S23). Nel caso in cui le Frasi S fossero separate da uno slash (/ , ad esempio: S36/37/38), si intende un'indicazione che comprende tutte le tre Frasi S: la S36, la S37 e la S38 (combinazione di Frasi S).
In alcuni casi (S5, S6 ed altri) il numero che segue la prescrizione di sicurezza fornisce ulteriori indicazioni sulle procedure da seguire. Ad esempio la frase S5 2 significa "Conservare sotto cherosene".

L'elenco completo delle frasi S è riportato in allegato I.

Le Frasi H e le Frasi P (indicazioni di pericolo e consigli di prudenza)

Il *Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008*, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* il 31 dicembre 2008 e riguardante la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele (Regolamento CLP), modifica ed abroga le direttive 67/548/CEE (direttiva relativa alle sostanze pericolose, DSP) e 99/45/CE (direttiva relativa ai preparati pericolosi, DPP) e reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006 (Regolamento REACH).

Con tale regolamento le Frasi R vengono sostituite dalle **Frasi H** (*Hazard statements*, "indicazioni di pericolo"), e le Frasi S dalle **Frasi P** (*Precautionary statements*, "consigli di prudenza").

L'elenco completo delle frasi H e P è riportato in allegato II.

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CANCEROGENE

Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il Regolamento DSP

Sono classificate come cancerogene tutte le sostanze ed i preparati che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza, Secondo i vecchi criteri ufficiali dell'Unione Europea (direttiva DDSP CE 67/548/CEE e s.m.i.), a suo tempo recepiti dal nostro ordinamento, i prodotti cancerogeni erano suddivise in tre categorie.

Categoria 1	Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo alla sostanza e lo sviluppo di tumori.
Simbolo	Molto tossico: **T**$^{+}$ 
Frasi di rischio	R45 (Può provocare il cancro) R49 (Può provocare il cancro per inalazione)

Categoria 2	Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di: adeguati studi a lungo termine effettuati sugli animali; altre informazioni specifiche.
Simbolo	Tossico: **T** 
Frasi di rischio	R45 (Può provocare il cancro) R49 (Può provocare il cancro per inalazione)

Categoria 3	Sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo per le quali tuttavia le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente. Esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2.
Simbolo	Tossico: **Xn** 
Frasi di rischio	R 68 (Possibilità di effetti irreversibili)

Tabella 1.6 – Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il regolamento DSP

Una sostanza viene inserita nella categoria 1 in base ai dati epidemiologici, mentre la collocazione nelle categorie 2 e 3 si basa fondamentalmente sugli esperimenti sugli animali. Per classificare una sostanza come cancerogena della categoria 2 è necessario disporre di risultati positivi in due specie di animali, o di prove positive evidenti in una specie, nonché di altri elementi quali i dati sulla genotossicità, gli studi metabolici o biochimici, l'induzione di tumori benigni, la relazione strutturale con altre sostanze cancerogene note, o i dati derivanti da studi epidemiologici che mettano in relazione la sostanza con l'insorgenza della malattia. La distinzione tra le categorie 2 e 3 si fonda sulle informazioni elencate di seguito che ridimensionano la rilevanza di tumori indotti per via sperimentale:

- effetti cancerogeni solo in presenza di dosi molto elevate;
- comparsa di tumori solo in determinati organi di alcune specie note per la loro propensione all'insorgenza spontanea dei tumori;
- comparsa dei tumori solo nel punto di applicazione;
- mancanza di genotossicità in prove a breve termine in vivo ed in vitro.

La distinzione fra le sostanze da inserire nella categoria 3 e quelle non classificabili in alcuna categoria si basa su informazioni che escludono un'eventuale pericolosità per gli esseri umani:

- quando esistono prove sufficienti secondo cui il meccanismo tumorale non può svilupparsi negli esseri umani;
- se gli unici dati disponibili sono rappresentati da tumori epatici in talune razze di topi sensibili;
- se gli unici dati disponibili sono relativi all'insorgenza di neoplasie in sedi ed in razze che presentano un elevato tasso di insorgenza spontanea.

Un preparato, come previsto dal D. Lgs. 285/98, 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 cancerogenità riportati bella scheda delle singole sostanze di cui all'Allegato I alla Direttiva 67/548 CEE e s.m.i.

Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il Regolamento CLP

Il nuovo sistema di classificazione basato sul regolamento GHS CLP prevede due categorie di rischio, la 1 e la 2. La categoria 1, cancerogeni conosciuti o presunti, è ulteriormente suddivisa al suo interno in categoria 1A ed 1B, sulla base dei dati epidemiologici e degli effetti sugli animali.

Categoria 1A	Cancerogeni conosciuti o presunti - Effetti cancerogeni noti per l'uomo
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H350 (Può provocare il cancro)

Categoria 1B	Cancerogeni conosciuti o presunti - Effetti cancerogeni presunti sull'uomo
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H350 (Può provocare il cancro)

Categoria 2	Sospetto cancerogeno – Prove non sufficienti
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H351 (Sospettato di provocare il cancro)

Tabella 1.7 – Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il regolamento CLP

Con Circolare Ministeriale del 30/06/2011 si è chiarito che sono da sottoporre a sorveglianza sanitaria specifica prevista dal CAPO II – "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni" di cui al D.Lgs. 81/08 i lavoratori per cui la valutazione dell'esposizione abbia evidenziato un rischio per la salute riguardante le **sostanze e le miscele cancerogene e/o mutagene delle classi 1A e 1B, che corrispondono alle precedenti categorie 1 e 2** (ex R45, R46 ed R49). Nel registro di esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni andranno quindi inseriti solo gli esposti a queste categorie cioè quelli contraddistinti dalle indicazioni **H340 e H350**.



Figura 1.6 - Differenze nella classificazione delle sostanze cancerogene e mutagene fra DSP e CLP

In definitiva, non cambiano i criteri di classificazione, ma cambiano la suddivisione in classi, i simboli e le frasi di rischio. Alla Categoria 1 della DSP corrisponde la 1A del CLP, alla Categoria 2 la Categoria 1B e alla Categoria 3 della DSP la Categoria 2 del CLP.

Al fine della classificazione della cancerogenità/mutagenità delle miscele, non cambiano i limiti precedentemente previsti rispetto alle quantità minime di sostanze cancerogene e/o mutageni in esse contenute.

Classificazione IARC delle sostanze cancerogene

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) è un organismo dell'Organizzazione Mondiale della Sanità deputata allo studio del cancro, delle sue cause e delle strategie per il suo controllo. E' un organismo la cui autorevolezza è riconosciuta a livello mondiale e a cui si fa riferimento per molte questioni riguardanti il problema dei tumori.
Lo IARC valuta gli studi scientifici esistenti in merito all'azione cancerogena di agenti, miscele e circostanze di esposizione e classifica le evidenze di cancerogenità, in ordine decrescente, in: *sufficiente, limitata, inadeguata, assente.*
Dopo aver valutato separatamente la cancerogenità nell'uomo, negli animali da esperimento e tutti gli altri elementi rilevanti a questo proposito, lo IARC conclude con una valutazione complessiva che classifica l'agente (miscela o circostanza di esposizione) in: gruppo 1, 2 (2A e 2B), 3 o 4.

Gruppo 1
La sostanza è sicuramente cancerogena per l'essere umano

Gruppo 2A
La sostanza è probabilmente cancerogena per l'essere umano

Gruppo 2B
La sostanza è un possibile cancerogeno per l'essere umano

Gruppo 3
La sostanza non può essere classificata come cancerogena per l'essere umano

Gruppo 4
La sostanza è probabilmente non cancerogena per l'essere umano

Tabella 1.8 - Classificazione delle sostanze cancerogene secondo lo IARC

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE MUTAGENE

Classificazione delle sostanze mutagene secondo il Regolamento DSP

I mutageni sono quegli agenti che causano delle mutazioni o delle alterazioni a carico del materiale genetico, danneggiando così quell'insieme codificato di informazioni che è presente in ogni cellula e che è responsabile dei vari processi biochimici e della trasmissione dei caratteri ereditari.
Le sostanze mutagene possono agire essenzialmente in tre modi:

- provocando dei cambiamenti nella composizione chimica del DNA;

- determinando delle alterazioni del riarrangiamento fisico di questa macromolecola;
- causando la fusione o la perdita di interi cromosomi.

In alcuni casi, l'azione dei mutageni non comporta alcun effetto negativo, in quanto colpisce quella parte del DNA che non è attiva. Infatti, pur avendo ogni cellula un corredo genetico completo, gran parte dei geni non svolgono alcuna funzione effettiva, per cui non si manifestano conseguenze a carico della salute.
Anche per le sostanze mutagene sono individuabili tre categoria di mutagenicità.

Categoria 1	Sostanze note per gli effetti mutageni sull'uomo. Esiste prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra esposizione umana ad una sostanza ed alterazioni genetiche ereditarie.
Simbolo	Molto tossico: **T^+** 
Frasi di rischio	R 46 (Può causare danno genetico trasmissibile)

Categoria 2	Sostanze da considerarsi mutagene per l'uomo. Esistono elementi 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 a lungo termine effettuati sugli animali; altre informazioni specifiche.
Simbolo	Tossico: **T** 
Frasi di rischio	R 46 (Può causare danno genetico trasmissibile)

Categoria 3	Sostanze da considerarsi con sospetto per possibili effetti mutageni. Esistono prove ottenute dastudi specifici, ma non sono sufficienti per classificare la sostanza in Categoria 2.
Simbolo	Tossico: **Xn** 
Frasi di rischio	R 68 (Possibilità di effetti irreversibili)

Tabella 1.9 – Classificazione delle sostanze mutagene secondo il regolamento DSP

Secondo la direttiva 67/548/CEE e s.m.i. (regolamento DSP), le sostanze mutagene che hanno rilevanza ai fini della legislazione attuale sono quelle contenute nelle prime due categorie.

Classifica zione delle sostanze mutagene secondo il regolamento CLP

Il nuovo sistema di classificazione basato sul regolamento GHS CLP prevede due categorie di rischio, la 1 e la 2. La categoria 1, mutageni conosciuti o presunti, è ulteriormente suddivisa al suo interno in categoria 1A ed 1B, sulla base dei dati epidemiologici e degli effetti sugli animali.

Categoria 1A	Sostanze capaci di indurre mutazioni ereditarie o che devono essere capaci di indurre mutazioni nelle cellule germinali umane - Effetti mutageni noti per l'uomo
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H340 (Può provocare alterazioni genetiche)

Categoria 1B	Sostanze capaci di indurre mutazioni ereditarie o che devono essere capaci di indurre mutazioni nelle cellule germinali umane - Effetti mutageni presunti sull'uomo
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H340 (Può provocare alterazioni genetiche)

Categoria 2	Sospetto mutageno – Prove non sufficienti
Simbolo	**Pericolo** 
Frasi di rischio	H341 (Sospettato di provocare alterazioni genetiche)

Tabella 1.10 – Classificazione delle sostanze mutagene secondo il regolamento CLP

Una sostanza viene inserita nella categoria 1A di mutagenicità in base ai risultati positivi di studi epidemiologici sull'uomo. La classificazione in categoria 1B si basa su risultati positivi di test in vivo su cellule germinali e/o cellule somatiche. La collocazione nella categoria 2 si basa sui risultati positivi di esperimenti su mammiferi e/o esperimenti in vitro su cellule somatiche di mammiferi.

Con Circolare Ministeriale del 30/06/2011 si è chiarito che sono da sottoporre a sorveglianza sanitaria specifica prevista dal CAPO II – "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni" di cui al D.Lgs. 81/08 i lavoratori per cui la valutazione dell'esposizione abbia evidenziato un rischio per la salute riguardante le **sostanze e le miscele cancerogene e/o mutagene delle classi 1A e 1B, che corrispondono alle precedenti categorie 1 e 2** (ex R45, R46 ed R49). Nel registro di esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni andranno quindi inseriti solo gli esposti a queste categorie cioè quelli contraddistinti dalle indicazioni **H340 e H350**.

ETICHETTA

Sull'imballaggio o sui contenitori delle sostanze e dei preparati classificati come pericolosi è presente un'etichetta che costituisce la prima fonte informativa sulla manipolazione del prodotto. È quindi essenziale saperla leggere e poterne capirne il significato. L'etichetta contiene informazioni concise ma ben definite sui pericoli dovuti alla manipolazione e sulle più idonee procedure da adottare per la riduzione di tali rischi.
Essa deve contenere le seguenti informazioni:

- nome, indirizzo e numero di telefono del fornitore o dei fornitori;
- quantità nominale della sostanza o miscela contenuta nel collo messo a disposizione;
- identificatori di prodotto (nome e numeri);
- eventuali pittogrammi di pericolo;
- avvertenze, se ve ne sono;
- indicazioni di pericolo, se ve ne sono;
- eventuali consigli di prudenza;
- informazioni supplementari, se necessarie.

Un esempio di tali informazioni, relativamente al vecchio sistema di etichettatura (Regolamenti DSP e DPP) è riportato nella figura sottostante.

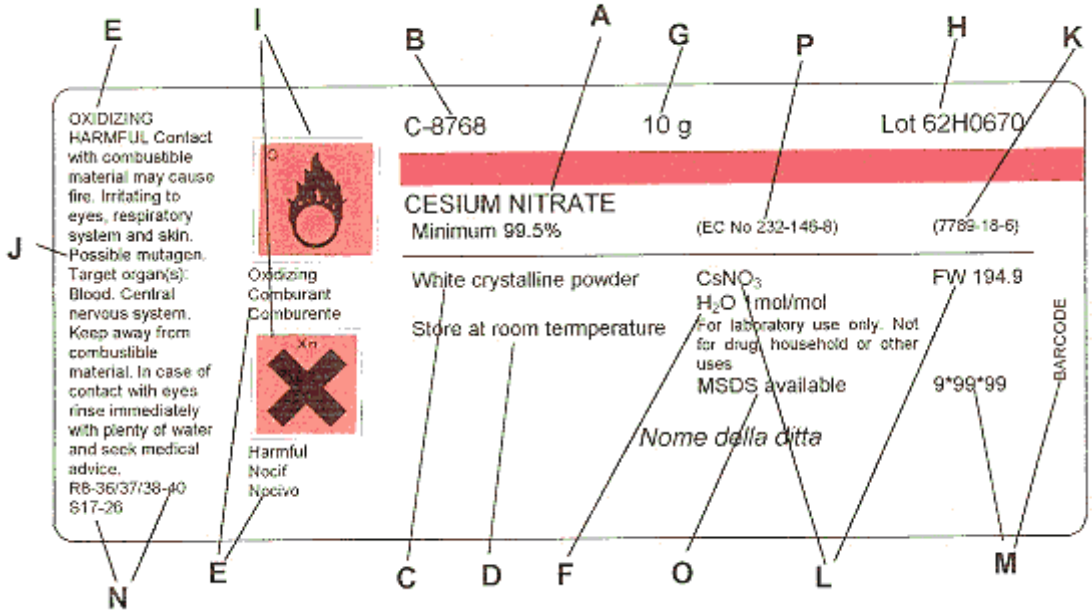


Figura 1.7 – Esempio di etichetta in accordo ai Regolamenti DSP e DPP

A. Norme e descrizione del prodotto
B. Codice del prodotto
C. Altre informazioni descrittive
D. Raccomandazioni per manipolazioni e conservazione. Le temperature indicate si riferiscono alla conservazione a lungo termine. Le condizioni di spedizione possono essere differenti da quelle di conservazione, secondo criteri di economia di trasporto, ma comunque sempre garantendo la qualità del prodotto.
E. Indicazione dei rischi
F. Analisi del lotto. Dati su attività, purezza, grado di idratazione, ecc. per quel lotto specifico.
G. Formato della confezione. A meno che il materiale sia a peso predeterminato, la confezione normalmente contiene almeno il quantitativo indicato e solitamente un po' di più. Per alcuni prodotti è indicata anche la quantità effettiva al momento del confezionamento. L'utente dovrà sempre misurare il quantitativo di prodotto necessario.

H. Numero del lotto
I. Pittogramma di rischio. Per conoscere a prima vista i rischi che l'uso comporta.
J. Altre informazioni sui rischi. Descrizione più completa dei rischi effettivi, precauzioni di manipolazione e procedure per la gestione di emergenze.
K. Numero CAS. Numero del Chemical Abstract Service indicato ove possibile. I numeri CAS variano a seconda della specificità con cui definiscono il materiale. Quando il numero CAS viene fornito per una miscela o soluzione, solitamente si riferisce al soluto o al componente indicato.
L. Formula bruta e peso formula. Se nella formula non è indicata acqua di idratazione, il peso della formula si riferisce al materiale anidro.
M. Codice a barre ed equivalente di lettura a vista. I codice a barre e l'equivalente di lettura a vista sono per uso interno di SIGMA e per l'identificazione dell'etichetta.
N. Frasi di rischio e consigli di prudenza
O. Scheda di sicurezza disponibile. Per questo prodotto è disponibile una scheda di sicurezza.
P. Numero EC. Questo prodotto è identificato con un numero EC (EINECS o ELINCS). I prodotti senza numero EINECS riportano la seguente avvertenza: "Attenzione - sostanza non completamente saggiata".

Nel seguito sono invece riportati alcuni esempi di etichette redatte secondo il nuovo regolamento CLP.

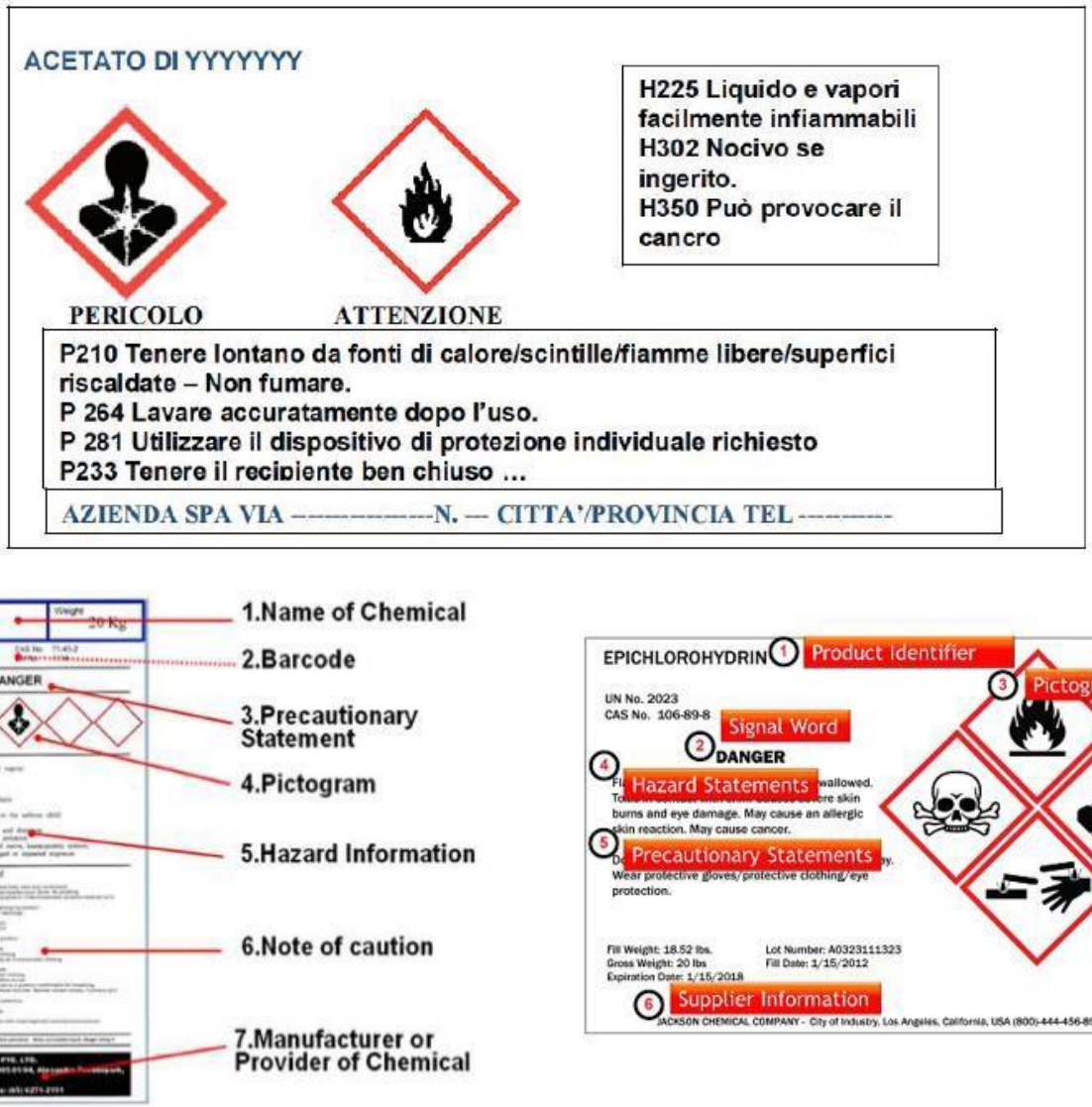


Figura 1.8 – Esempi di etichette in accordo al Regolamenti CLP

Ai fini di contenere il numero dei consigli di prudenza è stabilito che sull'etichetta non figurino più di sei consigli di prudenza, a meno che non lo richieda la natura e la gravità dei pericoli. Il fornitore è libero di scegliere l'ordine delle indicazioni di pericolo.
È importante ai fini di una maggiore comprensibilità dell'etichetta che su di essa non figurino consigli di prudenza ridondanti o superflui.
Nel caso la sostanza o miscela sia **fornita al pubblico** è necessario riportare sull'etichetta il consiglio di prudenza che riguarda lo smaltimento della sostanza o miscela, nonché dell'imballaggio, a meno che questi non presentino alcun pericolo per la salute umana o per l'ambiente.
L'etichetta va apposta saldamente su più facce dell'imballaggio che contiene la sostanza o miscela e deve poter essere letta orizzontalmente quando l'imballaggio è posto in condizioni normali.
Il colore e la presentazione dell'etichetta sono tali che i pittogrammi devono risultare **chiaramente visibili.**
Le informazioni contenute nell'etichetta devono essere **facilmente leggibili ed indelebili**.

SCHEDA DI SICUREZZA DEI PRODOTTI CHIMICI (SDS)

L'attuale normativa di riferimento per la compilazione di una SDS è il Regolamento REACH, successivamente modificato dal Regolamento UE n. 453 del 20 maggio 2010 che ha rivisto, alla luce dei nuovi criteri di classificazione ed etichettatura stabiliti dal CLP, le disposizioni previste dall'Allegato II del REACH.

La SDS, secondo l'art. 31 del Regolamento REACH, deve essere obbligatoriamente fornita all'utilizzatore professionale della sostanza se questa:

- soddisfa i criteri di classificazione come pericolosa conformemente alla direttiva 67/548/CEE (che verrà abrogata nel 2015 dal CLP);
- è persistente, bioaccumulabile e tossica (PBT) o molto persistente e molto bioaccumulabile (vPvB), conformemente ai criteri specificati nell'allegato XIII del Regolamento REACH;
- è presente nell'elenco delle sostanze candidate per l'eventuale inclusione nell'allegato XIV del Regolamento REACH (sostanze soggette ad autorizzazione).

Analogamente il fornitore deve rendere disponibile la SDS di una miscela se questa soddisfa i criteri di classificazione come pericolosa conformemente alla direttiva 99/45/CE (che verrà abrogata nel 2015 dal CLP).
Inoltre, su richiesta, un fornitore, provvede a consegnare la SDS al destinatario di una miscela se questa, pur non rientrando nei casi d'obbligo, contiene:

- almeno una sostanza che pone rischi per la salute umana o per l'ambiente in concentrazione individuale ≥1% in peso per i preparati non gassosi e ≥ 0,2% in volume per i preparati gassosi;
- almeno una sostanza persistente, bioaccumulabile e tossica (PBT) o molto persistente e molto bioaccumulabile (vPvB) in concentrazione individuale ≥ 0,1% in peso per i preparati non gassosi;
- una sostanza presente nell'elenco di quelle candidate per l'inclusione nell'allegato XIV (sostanze soggette ad autorizzazione) in una concentrazione individuale ≥ 0,1% in peso per i preparati non gassosi;
- una sostanza in riferimento alla quale esistono limiti comunitari di esposizione sul luogo di lavoro.

Alle SDS sono allegati gli scenari di esposizione, se occorre predisporre una relazione sulla sicurezza chimica.
La SDS può essere fornita in formato cartaceo o elettronico e deve essere disponibile nella lingua del paese destinatario. Le informazioni in essa contenute devono essere riportate in forma chiara e sintetica e devono tener conto delle specifiche esigenze degli utilizzatori.

Non sono previste schede di sicurezza per le sostanze e le miscele offerte o vendute al pubblico, se queste sono corredate da informazioni sufficienti a consentire agli utilizzatori di adottare le misure necessarie ai fini della protezione della salute umana, della sicurezza e dell'ambiente.
Un utilizzatore o un distributore a valle può comunque richiederla.
Il fornitore (produttore o distributore) è tenuto a mantenere aggiornate le schede dati di sicurezza delle sostanze o miscele che pone in commercio.

La SDS è obbligatoriamente costituita da 16 punti, che devono essere rispettati, a meno che non sia giustificata l'assenza di informazioni relative ad uno di essi. I punti costituenti una SDS sono riportati qui di seguito.

1. Identificazione della sostanza o della miscela e della società/impresa *1.1 Identificatore del prodotto* *1.2 Usi pertinenti identificati della sostanza o miscela e usi sconsigliati* *1.3 Informazioni sul fornitore della scheda di dati di sicurezza* *1.4 Numero telefonico di emergenza*
2. Identificazione dei pericoli *2.1 Classificazione della sostanza o della miscela* *2.2 Elementi dell'etichetta* *2.3 Altri pericoli*
3. Composizione/informazione sugli ingredienti *3.1 Sostanze* *3.2 Miscele*
4. Misure di primo soccorso *4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso* *4.2 Principali sintomi ed effetti, sia acuti e che ritardati* *4.3 Indicazione dell'eventuale necessità di consultare immediatamente un medico oppure di trattamenti speciali*
5. Misure antincendio *5.1 Mezzi di estinzione* *5.2 Pericoli speciali derivanti dalla sostanza o dalla miscela* *5.3 Raccomandazioni per gli addetti all'estinzione degli incendi*
6. Misure in caso di rilascio accidentale *6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza* *6.1.1 Per chi non interviene direttamente* *6.1.2 Per chi interviene direttamente* *6.2 Precauzioni ambientali* *6.3 Metodi e materiali per il contenimento e per la bonifica* *6.4 Riferimenti ad altre sezioni*
7. Manipolazione ed immagazzinamento *7.1 Precauzioni per la manipolazione sicura* *7.2 Condizioni per l'immagazzinamento sicuro, comprese eventuali incompatibilità* *7.3 Usi finali specifici*
8. Controllo dell'esposizione/protezione personale *8.1 Parametri di controllo* *8.2 Controlli dell'esposizione* *8.2.1 Controlli tecnici idonei* *8.2.2 Misure di protezione individuale, quali dispositivi di protezione individuale* *8.2.3 Controlli dell'esposizione ambientale*
9. Proprietà fisiche e chimiche *9.1 Informazioni sulle proprietà fisiche e chimiche fondamentali* *9.2 Altre informazioni*

10. Stabilità e reattività

10.1 Reattività
10.2 Stabilità chimica
10.3 Possibilità di reazioni pericolose
10.4 Condizioni da evitare
10.5 Materiali incompatibili
10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

11. Informazioni tossicologiche

11.1 Informazione sugli effetti tossicologici
11.1.1 Sostanze
11.1.2 Miscele
11.1.7 Informazioni sulle vie probabili di esposizione
11.1.8 Sintomi connessi alle caratteristiche fisiche, chimiche e tossicologiche
11.1.9 Effetti immediati, ritardati e cronici derivanti dall'esposizione a breve e a lungo termine
11.1.10 Effetti interattivi
11.1.11 Assenza di dati specifici
11.1.12 Informazioni sulle miscele rispetto alle informazioni sulle sostanze
11.1.13 Altre informazioni

12. Informazioni ecologiche

12.1 Tossicità
12.2 Persistenza e degradabilità
12.3 Potenziale di bioaccumulo
12.4 Mobilità nel suolo
12.5 Risultati della valutazione PBT e vPvT
12.6 Altri effetti avversi

13. Considerazioni sullo smaltimento

13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

14. Informazioni sul trasporto

14.1 Numero ONU
14.2 Nome di spedizione dell'ONU
14.3 Classi di pericolo connesso al trasporto
14.4 Gruppo d'imballaggio
14.5 Pericoli per l'ambiente
14.6 Precauzioni speciali per gli utilizzatori
14.7 Trsporto di rinfuse secondo l'allegato II di MARPOL 73/78 e il codice IBC

15. Informazioni sulla regolamentazione

15.1 Norme e legislazione su salute, sicurezza e ambiente specifiche per la sostanza o la miscela
15.2 Valutazione della sicurezza chimica

16. Altre informazioni

Altre informazioni non fornite nelle sez. da 1 a 15, comprese quelle sulla revisione della scheda, quali:

a) indicazioni di dove sono state apportate modifiche rispetto alla versione precedente;
b) spiegazione o legenda delle abbreviazioni e degli acronimi utilizzati;
c) principali riferimenti bibliografici e fonti di dati;
d) per le miscele, segnalazione del metodo di valutazione impiegato per la classificazione;
e) elenco e testo completo delle indicazioni di pericolo e/o consigli di prudenza;
f) *indicazioni su eventuali formazioni adeguate per i lavoratori al fine di garantire la protezione della salute umana e dell'ambiente.*

Tabella 1.11 – Elementi costitutivi delle schede di sicurezza dei prodotti chimici

Le Schede di Sicurezza costituiscono il principale strumento per informare i lavoratori (utilizzatori) sui rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare dagli effetti degli agenti chimici presenti sul luogo di lavoro e costituiscono pertanto uno degli strumenti base di prevenzione. Esse costituiscono un elemento in ingresso per la valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori (Documento di Valutazione dei Rischi) e devono essere accessibili ad ogni lavoratore al quale vengono distribuite in occasione dell'assunzione o del cambio di mansione o comunque di modifiche dei pericoli connessi con i prodotti, nuove lavorazioni/nuovi prodotti, ecc. La Scheda di Sicurezza, completa delle informazioni di cui sopra, dev'essere trasmessa dal fornitore al destinatario della sostanza/miscela gratuitamente, in formato cartaceo o elettronico ed in lingua italiana per le sostanze/miscele immesse sul mercato nazionale, in occasione della prima fornitura e dell'aggiornamento di nuovi elementi che lo giustifichino.

La descrizione dettagliata delle varie voci che compongono una scheda di sicurezza è riportata in allegato III.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICIE DEI LIVELLI DI BIOSICUREZZA

Le attività lavorative che espongono professionalmente agli agenti biologici sono molteplici e ormai non più limitate a quelle note da tempo (zootecnia, trattamento dei rifiuti, agricoltura, ecc.). Molte nuove tecnologie biologiche, farmaceutiche e alimentari comportano un notevole rischio di contagio con Agenti Biologici deliberatamente utilizzati o potenzialmente presenti. Ai fini di una corretta applicazione delle disposizioni di legge, l'art. 267 del D.Lgs. n. 81/2008 definisce:

- agente biologico: qualsiasi microrganismo anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni. E' evidente che il legislatore ha compreso qualunque forma di vita che, in seguito alla penetrazione nell'organismo umano possa produrre uno stato di malattia, non solo di tipo infettivo (malattie batteriche o virali), ma anche di tipo allergico quale reazione ad una "sostanza" estranea di tipo tossico;
- microrganismo: qualsiasi entità microbiologica, cellulare o meno, in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico. Tale definizione comprende TUTTI i microrganismi, così come definiti dalla biologia, cioè organismo vivente invisibile ad occhio nudo; particolare importanza rivestono le precisazioni circa la possibilità che si tratti anche di entità non cellulari o incapaci di riprodursi autonomamente: vengono compresi anche i virus che non sono cellule e che per riprodursi devono trasferire il proprio materiale genetico all'interno della cellula infettata.
- coltura cellulare: il risultato della crescita in vitro di cellule derivate da organismi pluricellulari. Spesso tali colture vengono utilizzate per la riproduzione di virus e, per tale motivo, sono potenzialmente patogene.

ALTRE DEFINIZIONI:

- **Infettività:**
  capacità di un microrganismo di penetrare e moltiplicarsi dell'ospite;
- **Patogenicità:**
  possibilità di produrre malattia a seguito di infezione e gravità della stessa;
- **Trasmissibilità:**
  caratteristica di un microrganismo di essere trasmesso da un soggetto infetto ad un soggetto suscettibile;
- **Neutralizzabilità:**
  disponibilità o meno di efficaci misure profilattiche per prevenire la malattia o terapeutiche per la sua cura.

  Solo la capacità infettante è una grandezza misurabile e viene indicata come Dl 50 (dose infettante 50) ed esprime il numero di microrganismi necessari per causare un'infezione rilevabile nel 50% degli animali sottoposti a contagio sperimentale.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI

Gli agenti biologici (art. 268 D.Lgs. 81/08) sono ripartiti nei seguenti quattro gruppi a seconda del rischio di infezione che essi possono provocare.

Nel caso in cui l'agente biologico oggetto di classificazione non possa essere attribuito in modo inequivocabile ad uno fra due dei gruppi contigui sottoindicati, esso va classificato nel gruppo di rischio più elevato tra le due possibilità. L' Allegato XVLI del D.Lgs 81/08 riporta l'elenco degli agenti biologici classificati nei gruppi 2, 3 e 4.

Gruppo 1	Agente biologico che presenta poche probabilità di causare malattie in soggetti umani.
Gruppo 2	Agente biologico che può causare malattie in soggetti umani e costituire un rischio per i lavoratori; è poco probabile che si propaga nella comunità; sono di norma disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche.
Gruppo 3	Agente biologico che può causare malattie gravi in soggetti umani e costituisce un serio rischio per i lavoratori; l'agente biologico può propagarsi nella comunità, ma di norma sono disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche
Gruppo 4	Agente biologico che può provocare malattie gravi in soggetti umani e costituisce un serio rischio per i lavoratori e può presentare un elevato rischio di propagazione nella comunità; non sono disponibili, di norma, efficaci misure profilattiche o terapeutiche.

Tabella 2.1 - Classificazione degli agenti biologici in base al loro livello di pericolosità

La possibile esposizione agli agenti biologici può derivare da due situazioni tipiche:

USO DELIBERATO

Quando gli agenti biologici vengono introdotti deliberatamente nel ciclo lavorativo per esservi trattati, manipolati o trasformati, ovvero per sfruttarne le proprietà biologiche a qualsiasi titolo.

Università e centri di ricerca,
Sanità, Zootecnia e Veterinaria,
Industrie delle biotecnologie,
Farmaceutica, Alimentare,
Miniere, Agricoltura, Industria bellica

ESPOSIZIONE POTENZIALE

Quando si determina la presenza di agenti biologici, anche di gruppo 4, non orientata ad un vero e proprio uso, mancando il deliberato intento di farne oggetto dell'attività lavorativa.

Industrie alimentari, Agricoltura,
Zootecnica, Macellazione e lavorazione delle carni,
Servizi veterinari, Servizi sanitari,
Laboratori diagnostici,
Servizio di raccolta, trattamento e smaltimento rifiuti,
Servizio di disinfezione e disinfestazione,
Impianto di depurazione di acque di scarico

2.2. LIVELLI DI BIOSICUREZZA E DI CONTENIMENTO

Sono definiti quattro livelli di Biosicurezza in corrispondenza di ciascun gruppo di pericolosità associato agli agenti biologici. A ogni livello di Biosicurezza corrispondono misure di sicurezza e di contenimento dell'agente biologico in modo da garantire la salute e la sicurezza degli addetti ai laboratori ed alle aree di lavoro ed impedire l'eventuale diffusione all'esterno di infezioni o contaminazioni da parte degli agenti biologici trattati.

Gruppo	Livello di Biosicurezza	Tipo di Laboratorio	Pratiche	Attrezzature
1	Base Livello 1	Insegnamento di base, ricerca	Buona pratica di laboratorio	Nessuna, banco da lavoro
2	Base Livello 2	Diagnostica di base, ricerca	Buona pratica di laboratorio più Dispositivi di protezione Individuali (DPI) e segnale di pericolo	Banco da lavoro più Cappe di sicurezza per le procedure che producono aerosol
3	Contenimento Livello 3	Diagnostica specialistica, ricerca	Come Livello 2 più DPI speciali, accesso controllato, ventilazione senza ricircolo	Cappe di sicurezza per tutte le procedure
4	Massimo contenimento Livello 4	Patogeni pericolosi	Come Livello 3 più ingresso autorizzato, doccia di decontaminazione, adeguato sistema di smaltimento dei materiali monouso come rifiuti	Cappe di sicurezza di classe III (glove-box) o Tute pressurizzate con Cappe di classe II, più autoclave passante e sistema di ventilazione con filtri assoluti

Tabella 2.2 – Gruppi di rischio per livello di Biosicurezza

L'assegnazione di un dato livello di Biosicurezza per le attività di laboratorio che vedono coinvolto uno specifico microrganismo deve derivare da una attiva valutazione del rischio, piuttosto che essere fatta automaticamente in base al solo gruppo di rischio cui l'agente patogeno appartiene.
L'assegnazione deve tener conto del microrganismo usato così come delle specifiche lavorazioni da svolgere, delle strutture e attrezzature di cui dispone e delle pratiche operative e procedure necessarie per lavorare in sicurezza. Ad esempio, un agente assegnato al gruppo di rischio 2 in genere richiede strutture, attrezzature, pratiche di laboratorio e procedure per la conduzione del lavoro in sicurezza con livello di Biosicurezza 2. Tuttavia, per le attività nelle quali si producono aerosol molto concentrati, potrebbe essere più indicato il livello di Biosicurezza 3, che assicura maggiore contenimento.
Qui di seguito sono riassunte le strutture necessarie per ciascuno dei quattro livelli di Biosicurezza:

	Livelli di Biosicurezza			
	1	2	3	4
La zona di lavoro deve essere separata da qualsiasi altra attività nello stesso edificio[a]	No	No	Si	Si
La zona di lavoro deve poter essere chiusa a tenuta per consentire la disinfezione	No	No	Si	Si
Ventilazione:				
• la zona di lavoro deve essere mantenuta ad una pressione negativa rispetto a quella atmosferica	No	Auspicabile	Si	Si
• sistema di ventilazione controllato	No	Auspicabile	Si	Si
• l'aria estratta nella zona di lavoro deve essere filtrata attraverso un ultrafiltro (HEPA)	No	No	Si/No[b]	Si
Doppia porta di accesso	No	No	Si	Si
Zona filtro con porte interbloccate a tenuta d'aria	No	No	No	Si
Zona filtro con porte interbloccate a tenuta d'aria e doccia	No	No	No	Si
Stanza filtro	No	No	Si	-
Stanza filtro con doccia	No	No	Si/No[c]	No
Trattamento di decontaminazione degli scarichi	No	No	Si/No[c]	Si
Autoclave:				
• nelle vicinanze	No	Auspicabile	Si	Si
• in laboratorio	No	No	Auspicabile	Si
• passante	No	No	Auspicabile	Si
Cappa di Biosicurezza	No	Auspicabile	Si	Si
Possibilità di vedere il personale dall'esterno[d]	No	No	Auspicabile	Si

[a] Ambientale e funzionale dal traffico generale.
[b] Dipende dal posizionamento della bocca di espulsione (vedi capitolo 4).
[c] Dipende dagli agenti biologici usati in laboratorio.
[d] Esempio, finestra di ispezione, circuito televisivo interno, doppia via di accesso.

Tabella 2.3 – Caratteristiche generali dei livelli di contenimento

Misure di contenimento	Livelli di contenimento		
	2	3	4
1. La zona di lavoro deve essere separata da qualsiasi altra attività nello stesso edificio	No	Raccomandato	Si
2. L'aria immessa nella zona di lavoro e la aria estratta devono essere filtrate attraverso un ultrafiltro (HEPA) o un filtro simile	No	Si, sull'aria estratta	Si, sull'aria immessa e quella estratta
3. L'accesso deve essere limitato alle persone autorizzate	Raccomandato	Si	Si, attraverso una camera di compensazione
4. La zona di lavoro deve poter essere chiusa a tenuta per consentire la disinfezione	No	Raccomandato	Si
5. Specifiche procedure di disinfezione	Si	Si	Si
6. La zona di lavoro deve essere mantenuta ad una pressione negativa rispetto a quella atmosferica	No	Raccomandato	Si
7. Controllo efficace dei vettori, ad esempio, roditori ed insetti	Raccomandato	Si	Si
8. Superfici idrorepellenti e di facile pulitura	Si, per il banco di lavoro, arredo	Si, per il banco di lavoro, e il pavimento	Si, per il banco di lavoro, arredo, muri, pavimento e soffitto
9. Superfici resistenti agli acidi, agli alcali, ai solventi, ai disinfettanti	Raccomandato	Si	Si
10. Deposito sicuro per agenti biologici	Si	Si	Si, inaccessibile a personale non autorizzato
11. I laboratori devono contenere l'attrezzatura a loro necessaria	Raccomandato	Raccomandato	Si
12. I laboratori devono contenere l'attrezzatura a loro necessaria	No	Raccomandato	Si
13. I materiali infetti, compresi gli animali, devono essere manipolati in cappe di sicurezza, isolatori o altri adeguati contenitori	Ove opportuno	Si, quando l'infezione è veicolata dall'aria	Si
14. Inceneritori per l'eliminazione delle carcasse di animali	Raccomandato	Si (disponibile)	Si, sul posto
15. Mezzi e procedure per il trattamento	Si	Si	Si con sterilizzazione dei rifiuti
16. Trattamento delle acque reflue	No	Facoltativo	Si

Tabella 2.4 – Misure di contenimento da adottare in relazione ai diversi livelli di contenimento

ADEMPIMENTI CONNESSI ALL'USO DI AGENTI BIOLOGICI

Comunicazione (art. 269 D.Lgs. 81/08)

Nel caso in cui si intenda esercitare attività che comportino uso di agenti biologici dei gruppi 2, 3 o 4, il datore di lavoro deve comunicar all'organo di vigilanza territorialmente competente, almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori, le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo dell'azienda e il suo titolare;
- il documento di valutazione dei rischi comprendente la valutazione del rischio biologico.

E' necessario inviare una nuova comunicazione ogni qualvolta si verificano nelle lavorazioni mutamenti che comportino una variazione significativa del rischio per la salute sul posto di lavoro, o, comunque, ogni qualvolta si intenda utilizzare un nuovo agente classificato dal datore di lavoro in via provvisoria.

Nel caso in cui le attività oggetto di comunicazione comportino la presenza di microrganismi geneticamente modificati, ai quali si applicano i livelli di contenimento 2, 3 e 4 individuati all'Allegato IV del decreto legislativo 12 aprile 2001, n. 206, il documento di valutazione dei rischi è sostituito da copia della documentazione prevista per i singoli casi di specie dal predetto decreto.

Autorizzazione (art. 270 D.Lgs. 81/08)

Nel caso in cui si intenda utilizzare, nell'esercizio della propria attività, un agente biologico del gruppo 4, il datore di lavoro deve munirsi di autorizzazione del *Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali*.
La richiesta di autorizzazione è corredata dalle medesime informazioni di cui alla comunicazione, con l'aggiunta dell'elenco degli agenti che si intende utilizzare.
L'autorizzazione è rilasciata dai competenti uffici del *Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali* sentito il parere dell'Istituto superiore di sanità. Essa ha la durata di 5 anni ed è rinnovabile. L'accertamento del venir meno di una delle condizioni previste per l'autorizzazione ne comporta la revoca.

Registro degli esposti e degli eventi accidentali (art. 280 D.Lgs. 81/08)

I lavoratori addetti ad attività comportanti uso di agenti del gruppo 3 ovvero del gruppo 4 sono iscritti in un registro in cui sono riportati, per ciascuno di essi, l'attività svolta, l'agente utilizzato e gli eventuali casi di esposizione individuale. Il datore di lavoro istituisce ed aggiorna il registro e ne cura la tenuta tramite il responsabile del servizio di prevenzione e protezione. Il datore di lavoro consegna copia del registro all'ISPESL ed all'organo di vigilanza competente per territorio, comunicando ad essi ogni tre anni e comunque ogni qualvolta questi ne facciano richiesta, le variazioni intervenute.

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

Il "valore limite di esposizione professionale" rappresenta un parametro di riferimento per valutare la salubrità degli ambienti di lavoro ed è definito (art. 222 del D.Lgs 81/08) come:

> *"il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione in relazione ad un determinato periodo di riferimento".*

I Valori Limite sono in genere stabiliti per periodi di riferimento di 8 ore, tuttavia possono essere fissati anche per periodi più brevi (15 minuti). Essi contribuiscono a mantenere sotto controllo l'esposizione a sostanze pericolose sui luoghi di lavoro, perché definiscono, allo stato attuale delle conoscenze, il valore massimo di concentrazione in aria di una sostanza affinché non vi sia un danno per la salute.
Mantenere la concentrazione degli inquinanti al di sotto dei valori limite di esposizione professionale tutela la salute della maggioranza dei lavoratori. I limiti obbligatori per legge si basano sull'esposizione di soggetti adulti in buona salute e, di conseguenza, non sono applicabili ai casi che richiedono interventi specifici, come le donne in stato di gravidanza e i lavoratori ipersuscettibili.

Gli Allegati XXXVIII e XLIII del D.Lgs. 81/08 riportano i valori limite di esposizione professionale rispettivamente per una serie di agenti chimici e per alcuni cancerogeni (benzene, cloruro di vinile monomero, polveri di legno) che possono essere presenti negli ambienti di lavoro, in dipendenza del ciclo produttivo aziendale.
Pur essendo stati emanati dei valori limite per alcuni agenti cancerogeni, si precisa che per essi vale il principio della riduzione dell'esposizione al più basso valore possibile, in quanto il valore limite non rappresenta una soglia al di sotto della quale è possibile escludere il rischio ed è garantita la tutela globale dei lavoratori.
I limiti, oltre ad essere fissati dalla normativa, sono oggetto di studio della comunità scientifica.
Nel caso l'agente chimico di interesse non compaia negli Allegati del D.Lgs 81/08, si può fare ricorso ai valori limite di soglia (TLV – Threshold Limit Value) fissati dall'Associazione americana degli Igienisti Industriali (ACGIH).

TLV (Threshold Limit Value)

I **Threshold Limit Value** o **TLV**, ovvero "valore limite di soglia", indicano le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza alcun effetto negativo per la salute.
I valori di TLV relativi alle varie sostanze vengono pubblicati ogni anno dall'associazione americana degli igienisti industriali (ACGIH), insieme agli Indici Biologici di Esposizione, e ripresi in Italia sotto l'autorizzazione della stessa ACGIH, dall'AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali). Sono espressi solitamente in valori ponderali (mg/m^3) o in valori volumetrici (parti per milione o ppm) e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.
L'esigenza di stabilire dei Valori limite di soglia, deriva dal fatto che sia negli ambienti di vita che in quelli di lavoro si è spesso esposti ad agenti chimici, la cui presenza, seppur minima, può avere effetti gravi per la salute. Sebbene i TLV-TWA siano un riferimento importante per il lavoratore, è necessario tenere presente che questi non rappresentano il confine oltre il quale si manifesta materialmente un danno alla salute, così come non rappresentano una soglia universalmente valida per ogni individuo. Pertanto devono essere utilizzati come indice di raccomandazione per la prevenzione dei rischi in ambiente di lavoro.

Esistono numerose possibili motivazioni per un aumento della suscettibilità individuale ad una o più sostanze chimiche, inclusi ad esempio l'età, il sesso, l'etnia, fattori genetici (predisposizione), stili di vita e abitudini personali, cure mediche o preesistenti condizioni di disturbo della salute (ad es.: aggravio dell'asma o di disturbi cardiocircolatori). La suscettibilità può dipendere anche dall'attività che il soggetto compie (lavoro pesante o leggero) o di esercizio e se queste vengono svolte a temperature troppo calde o fredde. La Documentazione per ogni TLV adottato quindi deve essere studiata ricordando che altri fattori possono modificare la risposta biologica. Esistono tre tipi di TLV:

- **TLV-TWA: Time Weighted Average o Valore Limite Ponderato**

  Rappresenta la concentrazione media, ponderata nel tempo, degli inquinanti presenti nell'aria degli ambienti di lavoro nell'arco dell'intero turno lavorativo ed indica il livello di esposizione al quale si presume che, allo stato delle attuali conoscenze scientifiche, il lavoratore possa essere esposto 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana, per tutta la durata della vita lavorativa, senza risentire di effetti dannosi per la salute.

  Per le sostanze per le quali viene proposto tale limite, inoltre, viene accettata la possibilità di escursioni durante la giornata lavorativa che tuttavia non dovranno eccedere di 3 volte il valore del TLV - TWA per più di 30 minuti complessivi nell'arco del turno di lavoro, e senza mai superare il valore di 5 volte il TLV - TWA.

- **TLV-STEL: Short Term Exposure Limit o Valore Limite per brevi esposizioni**

  Rappresenta le concentrazioni medie che possono essere raggiunte dai vari inquinanti per un periodo massimo di 15 minuti, e comunque per non più di 4 volte nell'arco della giornata, con intervalli di almeno 1 ora tra i periodi di punta.

  Il TLV-STEL è la concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possano essere esposti per breve periodo senza che insorgano: irritazione, danno cronico o irreversibile ai tessuti, effetti tossici dose risposta, narcosi di grado sufficiente ad accrescere le probabilità di infortuni o di influire sulle capacità di mettersi in salvo o ridurre materialmente l'efficienza lavorativa. Il TLV STEL non protegge necessariamente da questi effetti se viene superato il TLV-TWA. 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-C: Ceiling o Valore Limite**

  Rappresenta la concentrazione che non può essere mai superata durante tutto il turno lavorativo.

  Tale limite viene impiegato soprattutto per quelle sostanze ad azione immediata, irritante per le mucose o narcotica, tale da interferire rapidamente sullo stato di attenzione del lavoratore con possibili conseguenze dannose sulla persona stessa (infortuni) e/o sulle operazioni tecniche che svolge.

  L'ACIGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygenists) è del parere che i limite di concentrazione indicati per prevenire irritazione non debbano essere considerati meno vincolanti di quelli raccomandati per evitare l'insorgenza di un danno per la salute. Sono sempre più frequenti le constatazioni che l'azione irritativa può avviare, facilitare o accelerare un danno per la salute attraverso l'interazione con altri agenti chimici o biologici o attraverso altri meccanismi.

Salvo che si possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e protezione, il datore di lavoro, periodicamente, e ogni qual volta sono modificate le condizioni che possono influire sull'esposizione, provvede ad effettuare misure degli agenti chimici che rappresentano un rischio per la salute.

Ai fini di tutelare la salute nei luoghi di lavoro si attua spesso anche il monitoraggio biologico, che consiste nella misura di un indicatore chimico in un mezzo biologico delle persone esposte (sangue, urina, ecc.). Per valutare i risultati del monitoraggio si utilizzano gli **IBE** o **Indici Biologici di Esposizione**, dei valori di

concentrazione al di sotto dei quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori esposti non subisce effetti negativi sulla salute.

A fini della valutazione dei rischi, si considera irrilevante per la salute l'esposizione ad una sostanza se la sua concentrazione è pari o inferiore a 1/10 del TLV-TWA.

Dose Letale $_{50}$ o DL $_{50}$

In tossicologia il termine **DL $_{50}$** è l'acronimo di *"Dose Letale $_{50}$"* (in inglese **LD $_{50}$** da *"Lethal Dose $_{50}$"*) e si riferisce alla dose di una sostanza, somministrata in una volta sola, in grado di uccidere il 50% (cioè la metà) di una popolazione campione di cavie (generalmente ratti, ma anche altri mammiferi come cani, quando il test riguarda la tossicità nell'uomo). Oggi questo parametro tossicologico non è più in uso per motivi etici ed economici.
Questa misurazione fu proposta per la prima volta nel 1927 da J.W. Trevan come tentativo di trovare un modo per stimare la potenzialità tossica di medicine e sostanze chimiche in generale.
Questa misurazione, dato il modo di somministrazione, è un modo per testare il potenziale tossico di una sostanza solo a breve termine (tossicità acuta) e non si riferisce alla tossicità a lungo termine (cioè dovuta a contatto con modiche quantità di una certa sostanza per lunghi periodi).
L'LD $_{50}$ viene espresso di solito come quantità di sostanza somministrata rispetto al peso dell'animale usato come campione, normalmente mg/100g o, più spesso, in mg/kg, ovvero in milligrammi di sostanza per 100 grammi (per piccoli animali) o per chilogrammi (per animali più grandi) di peso vivo.
Per quanto riguarda sostanze gassose invece la via di ingresso è ovviamente per inalazione e viene calcolata come concentrazione di gas in grado di uccidere il 50% delle cavie in un certo lasso di tempo (**LCt_{50}**), dove *C* è la concentrazione (espressa come *parti per milione*) e *t* è il tempo.

TIPOLOGIE DI ESPOSIZIONE AGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI

È definita *tossica* una sostanza o una miscela, in grado di produrre un effetto indesiderato su organismi viventi o di alterare in modo significativo la funzione di organi ed apparati o di comprometterne la sopravvivenza.
Un tossico può entrare nell'organismo umano attraverso la respirazione, il contatto con la pelle o perché ingerito. Gli organi del sistema respiratorio (naso, gola, trachea, bronchi, polmoni) hanno una loro capacità di difesa nei confronti dell'introduzione degli agenti chimici, il cui assorbimento varia anche in relazione allo stato fisico in cui si trova la sostanza.

Gas	Sostanza presente in natura allo stato gassoso (es. ossigeno)
Vapore	Sostanza aerodispersa a temperatura inferiore al proprio punto di ebollizione; a temperatura ambiente possono coesistere la fase vapore con la fase liquida o solida (es. vapore acqueo)
Polvere	Materiale solido di dimensioni comprese tra 0,25 e 500 micron. Le particelle hanno la stessa composizione del materiale da cui si sono generate
Aerosol	Dispersione di solido o liquido in atmosfera (nebbia o fumo)
Nebbia	Dispersione di liquido in atmosfera
Fumo	Dispersione in atmosfera di solidi prodotti da processi chimici o termici. Le particelle solide presenti hanno una composizione diversa da quella del materiale da cui si sono generate
Fibra	Particella di forma allungata e sottile, con rapporto lunghezza/larghezza superiore a 3

Tabella 4.1 – Forma in cui l'agente chimico tossico può presentarsi

Una volta assorbita, una sostanza tossica può accumularsi in un tessuto di "deposito" dal quale viene lentamente rilasciata in circolo ed eliminata come forma libera. Il sito di deposito della sostanza tossica raramente coincide con il sito di azione. La diffusione della sostanza in siti dotati di maggiore affinità chimica, avviene grazie alle proteine plasmatiche (sangue) e dipende da vascolarizzazione, permeabilità e presenza di siti di legame.
Il viaggio del tossico nell'organismo può essere associato ad una graduale riduzione dell'azione lesiva (accumulo e neutralizzazione). Il metabolismo delle sostanze avviene principalmente nel fegato: qui vengono trasformate in altre molecole (metaboliti), che possono avere caratteristiche tossicologiche non presenti all'origine (anche più dannose del tossico originario) e acquisiscono maggiore idrosolubilità, in modo da essere rapidamente escrete con le urine.

Il danno conseguente all'azione dell'agente può manifestarsi immediatamente o dopo periodi più o meno lunghi. Nel primo caso si parla di ***infortunio***: il danno si manifesta subito dopo il contatto con l'agente chimico. Ad esempio schizzi di acido possono causare ustioni sulla pelle. In particolare si parla di ***infortunio sul lavoro*** quando l'infortunio avviene in occasione di lavoro.
Nel secondo caso l'agente chimico provoca una malattia. La quale si manifesta dopo un certo periodo di tempo dall'esposizione (*periodo di latenza*), che può essere anche di molti anni nel caso dei tumori. Se la causa è riconducibile in modo dimostrato ad un'esposizione sul luogo di lavoro si parla di ***malattia professionale***.

Il modo un cui sostanza tossica esercita la sua azione dannosa dopo essere venuta a contatto con l'organismo umano tramite una o tutte le vie sopra descritte dipende da molti fattori oggetto di studio della tossicologia. In generale gli effetti tossici possono essere locali o sistemici:

- sono effetti locali quelli che si esercitano sull'area del corpo entrata direttamente a contatto con la sostanza. Essi sono, ad esempio, da sostanze reattive o corrosive quali acidi e basi forti oppure agenti ossidanti;
- sono effetti sistemici, invece, quelli che si verificano a carico di tessuti o degli organi in seguito all'assorbimento delle sostanze ed al conseguente trasporto nel flusso sanguigno. Per esempio il metanolo, se ingerito, può causare cecità, mentre il contatto dermico con nitrobenzene può avere effetti a carico del sistema nervoso centrale. Alcune sostanze possono agire preferenzialmente su organi bersaglio, Ad esempio, il piombo si accumula preferenzialmente nel sistema nervoso centrale, nei reni e nei globuli rossi, mentre altre sostanze, quali gli isocianati, agiscono colpendo il sistema immunitario e possono causare reazioni allergiche.

E' importante inoltre distinguere tra tossicità acuta o cronica:

- la tossicità acuta si verifica in seguito ad una breve e singola esposizione. Normalmente gli effetti appaiono velocemente e sono spesso reversibili;
- la tossicità cronica può invece derivare anche da una esposizione a dosi basse o bassissime per un lungo periodo o ripetuta nel tempo.

L'esposizione cronica può dar luogo ad effetti diversi rispetto all'esposizione acuta allo stesso tossico. Gli effetti acuti e cronici sono normalmente riportati nella scheda di sicurezza del prodotto.
Un fattore estremamente importante rimane poi la suscettibilità individuale alla sostanza tossica, suscettibilità che può determinare effetti anche diversi o con diverso grado di gravità.

Risulta quindi chiaro che lavorare in sicurezza in un laboratorio chimico significa diminuire il fattore di rischio e ciò può essere fatto agendo sui fattori di danno, di esposizione, di tossicità e di probabilità:

- il danno può, per esempio, essere limitato diminuendo i quantitativi in uso ed isolando o contenendo le operazioni;
- diminuire l'esposizione significa utilizzare correttamente i dispositivi di protezione collettiva e individuale e attenersi alle norme di buon comportamento;
- per diminuire la tossicità si può agire, ad esempio, scegliendo attentamente le sostanze da utilizzare e, se possibile, sostituendole con altre meno tossiche;
- diminuire la probabilità di esposizione significa invece redigere procedure di lavoro che permettano di tenere sotto controllo tutte le fasi operative delle attività in laboratorio.

ESPOSIZIONE PER CONTATTO CON OCCHI E CUTE

La pelle è una via tramite cui possono essere assorbite molte sostanze: in questo caso una difesa naturale è costituita dal rivestimento cutaneo di lipidi e proteine, che aiutano a prevenire lesioni e assorbimento di sostanze. Per tale motivo la presenza di abrasioni, ferite, flogosi e riduzione del film lipidico favoriscono l'assorbimento dei tossici.
Il contatto diretto con occhi o cute, infatti, è un modo per una sostanza tossica di penetrare il corpo umano più semplice di quanto non si pensi. Il contatto con la cute può portare ad una reazione di tipo locale, quale un'ustione o un'irritazione, o all'assorbimento della sostanza tossica con conseguente penetrazione fino al flusso sanguigno. Sulla scheda di sicurezza è riportata l'informazione, se per la sostanza in esame, l'assorbimento dermico è un fattore significativo di esposizione. L'assorbimento dermico dipende sia dallo stato di salute della

pelle, che dalle proprietà della sostanza chimica. Una cute sana e intatta, infatti, offre una barriera migliore all'assorbimento. Le sostanze liposolubili, fra cui molti solventi organici, possono facilmente penetrare la cute e in alcuni casi ne alterano la capacità di resistere all'assorbimento di altre sostanze.

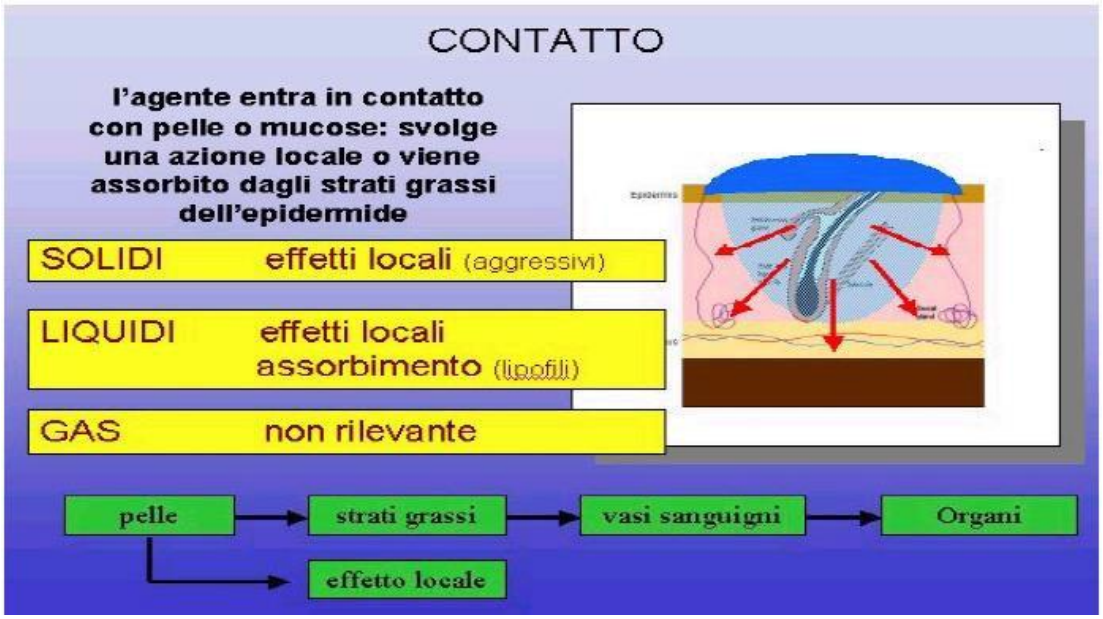


Figura 4.1 – Esposizione per contatto

ESPOSIZIONE PER INALAZIONE

L'inalazione è la strada più comune di penetrazione nel corpo umano per gas, vapori, particelle e aerosol. Le sostanze inalate possono essere trasportate fino ai polmoni e qui agire dando luogo ad effetti localizzati oppure essere assorbite e poi trasportate a tutto il corpo mediante il flusso sanguigno. Diversi fattori possono influenzare il processo di assorbimento fra cui la tensione di vapore, la solubilità, la dimensione delle particelle, la concentrazione nell'aria inalata e le proprietà della sostanza.
Le particelle con diametro superiore ai 5 micron non giungono ai polmoni, ma vengono ricondotte verso l'esterno dall'azione dei peli e delle ciglia vibratili presenti nel naso e nella trachea.
Le particelle di diametro pari od inferiore ai 5 micron, i gas e i vapori invece, raggiungono i polmoni dove vengono assorbiti. La quantità di tossico che viene assorbita per via inalatoria dipende principalmente dalla concentrazione di questo in aria e dal volume di aria respirata nell'unità di tempo (ventilazione polmonare).
Tanto più il lavoro è pesante tanto maggiore è l'assorbimento.

Molte sostanze chimiche hanno un odore percepibile al di sopra di una certa concentrazione in aria (soglia olfattiva) tuttavia non c'è una relazione diretta tra odore e tossicità. I sintomi di una sovraesposizione ad agenti chimici possono essere mal di testa, irritazione degli occhi e delle alte vie respiratorie e a volte possono darsi anche effetti di tipo narcotico, quali confusione, sonnolenza, perdita di orientamento.

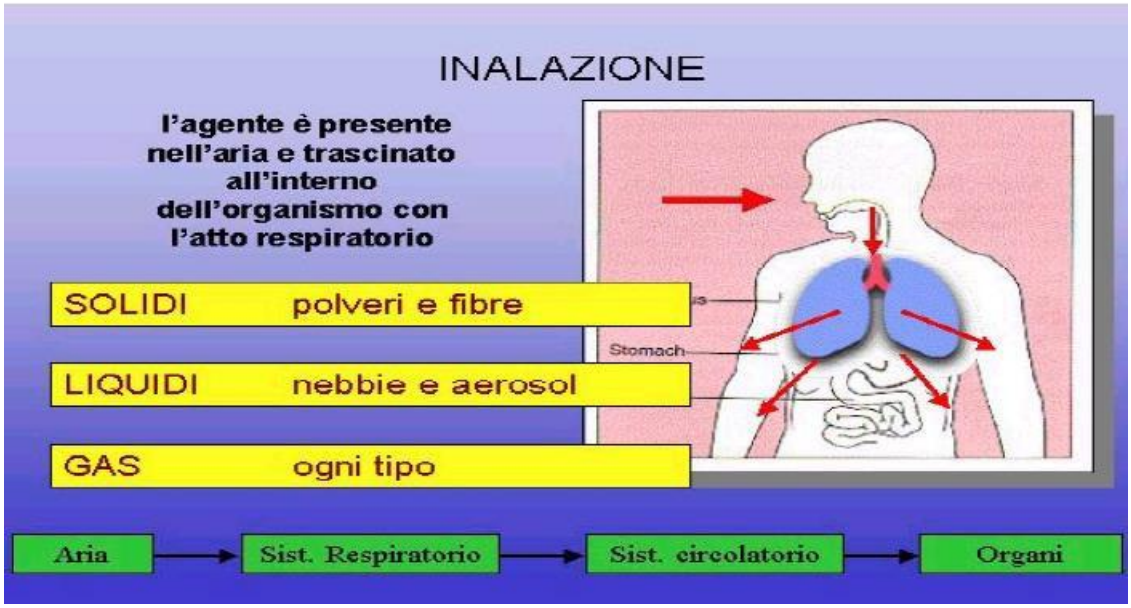


Figura 4.2 – Esposizione per inalazione

ESPOSIZIONE PER INGESTIONE

La via dell'ingestione, sebbene meno frequente in quanto più controllabile, può essere molto pericolosa perché eventuali sostanze penetrano direttamente nell'apparato digestivo.

L'esposizione mediante questa via di assunzione può avvenire per ingestione di cibi o bevande contaminati o portando alla bocca le mani, le penne, le matite precedentemente contaminate. La possibilità di esposizione per ingestione è sensibilmente ridotta dal divieto di bere, mangiare o riporre cibi in laboratorio e dall'abitudine di lavarsi spesso le mani.

L'ingestione diretta può avvenire se si pipetta una sostanza direttamente con la bocca, pratica assolutamente vietata.



Figura 4.3 – Esposizione per ingestione

ESPOSIZIONE PER INIEZIONE

L’iniezione di una sostanza chimica tossica sotto cute è una evenienza piuttosto rara, si verifica per esempio durante le iniezioni su animali da laboratorio o con materiali contaminati e taglienti. La cautela, quando si maneggiano oggetti taglienti, è sempre necessaria.

PARTE II

IN LABORATORIO



ACCESSO AI LABORATORI E QUALIFICAZIONE DEGLI ADDETTI

L'accesso e l'utilizzo dei laboratori dell'ENEA di Bologna è consentito, di norma, unicamente al personale esplicitamente autorizzato e qualificato allo scopo.

Eventuali ospiti o visitatori potranno accedervi solo previa autorizzazione del "Datore di Lavoro" o del "Dirigente/Preposto" responsabile del laboratorio stesso. In tal caso essi dovranno essere accompagnati da personale autorizzato e qualificato, il quale dovrà vigilare sull'osservanza e sul rispetto delle norme di sicurezza e di comportamento, nonché sull'utilizzo di eventuali Dispositivi di Protezione Individuali, se necessari.

Il personale autorizzato ad operare nei laboratori si divide in due categorie:

- personale senza limitazioni che, in virtù del suo ruolo all'interno dell'organizzazione, delle sue competenze e della sua esperienza, può accedere e lavorare all'interno del laboratorio in piena autonomia;
- personale in affiancamento, in particolare tesisti, dottorandi, personale in formazione, ecc., il quale, non essendo ancora pienamente autonomo nello svolgimento delle sue attività, necessita della presenza e della supervisione di un addetto senior al fine di poter permanere ed operare all'interno del laboratorio stesso.

L'autorizzazione ad accedere e ad operare nei laboratori, in una delle due modalità di cui sopra, viene concessa in forma scritta, secondo il format di cui in allegato IV , dal responsabile dell'Unità Tecnica a cui il laboratorio afferisce, previa verifica ed attestazione che il dipendente da autorizzare:

- sia stato sottoposto ai previsti accertamenti medici ed abbia ricevuto l'idoneità alla mansione da parte del Medico Competente;
- abbia ricevuto la formazione di cui all'art. 37 del D.Lgs. 81/08;
- sia stato opportunamente addestrato, ai sensi dell'art. 37, comma 5 e dell'art. 73 del D. Lgs. 81/08, in merito alle specifiche attività che sarà chiamato a svolgere ed alle attrezzature che dovrà utilizzare;
- sia in possesso dei requisiti e delle competenze tecniche necessarie per svolgere in sicurezza le attività previste in laboratorio.

Tale autorizzazione, per essere valida, deve essere controfirmata dal Direttore di Centro, e la sua durata non può essere superiore alla validità residua della formazione di cui all'art. 37 del D.Lgs. 81/08.
L'autorizzazione può essere revocata in qualsiasi momento ad insindacabile giudizio del responsabile dell'Unità Tecnica o del Direttore di Centro.

Nel caso di Unità Tecniche la cui direzione si trovi presso altri Centri dell'ENEA, la funzione di qualificazione e di autorizzazione di cui sopra può essere delegata per iscritto al responsabile in loco del laboratorio.

Fermo restando l'obbligo dell'abilitazione specifica prevista dall'art. 73, comma 5 del D. Lgs. 81/08 per determinate attrezzature (carrelli elevatori, piattaforme elevabili, gru, macchine operatrici, ecc.), il personale chiamato ad utilizzare apparecchiature che, per il loro impiego, richiedano conoscenze o abilità particolari in relazione ai rischi specifici che esse presentano (ad esempio machine utensili, carri ponte, apparecchiature particolarmente complesse e potenzialmente pericolose, ecc.), dovrà essere opportunamente autorizzato e qualificato in maniera analoga a quanto previsto per il personale dei laboratori.

Particolare cura ed attenzione dovrà essere prestata in relazione all'addestramento specifico, il quale dovrà risultare da documentazione scritta riportante l'indicazione del soggetto che ha svolto l'addestramento (dipendente esperto interno all'organizzazione, ente di formazione autorizzato, produttore dell'attrezzatura, associazione di categoria, ecc.) e la durata dello stesso, come da format di cui in allegato V.

Copia della predetta documentazione dovrà essere inoltrata al Servizio Prevenzione e Protezione del Centro, sia come riscontro e/o fonte di aggiornamento del Documento di Valutazione Registri, sia per poter essere eventualmente esibita agli organismi di controllo in occasione di possibili richieste od ispezioni.

L'elenco del personale autorizzato ad operare in un determinato laboratorio o qualificato per utilizzare una determinata e particolare attrezzatura deve essere affisso all'ingresso del laboratorio e/o in prossimità dell'attrezzatura stessa, in modo da risultare ben visibile e facilmente consultabile da chiunque.

FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO – MANUALE SPECIFICO DI LABORATORIO

La formazione ha un ruolo fondamentale nella prevenzione degli incidenti e nella protezione della salute sul lavoro, oltre che, più in generale, per un corretto e proficuo svolgimento delle attività.
A tal fine, il D.Lgs. 81/08 prevede un percorso formativo obbligatorio sulla sicurezza, sia di carattere generale che specifico, in relazione alle attività prevalenti dell'azienda, da svolgersi al momento dell'assunzione e da mantenere aggiornato mediante appositi corsi a cadenza quinquennale. Questo tipo di formazione primaria è organizzata a cura della Direzione di Centro, fermo restando l'obbligo, da parte delle Unità Tecniche, di promuovere la partecipazione del loro personale ai corsi di formazione.
Il comma 4 dell'art. 37 del D.Lgs. 81/08 prevede altresì che la formazione e, se del caso, l'addestramento, debba comunque effettuarsi anche in caso di:

- trasferimento o cambiamento di mansioni del lavoratore;
- introduzione di nuove attrezzature di lavoro o di nuove tecnologie, di nuove sostanze e preparati pericolosi;

formazione che, in quest'ultimo caso, per la sua specificità, non può che essere svolta a cura dei responsabili delle Unità Tecnica e dei singoli laboratori, come per altro ribadito dalla Circolare 89 Comm. del 2014.

Il Responsabile del Laboratorio, in particolare, per la peculiarità delle attività che vi si svolgono, ha l'obbligo di istruire adeguatamente il personale che afferisce alla propria struttura, compresi studenti, tirocinanti, borsisti, ospiti e altro personale non strutturato il quale, dal canto suo, ha il dovere di presenziare alle azioni di informazione e formazione programmate.
L'istruzione specifica deve essere focalizzata sulle attività svolte dal laboratorio, in modo che tutti gli addetti siano informati, formati e, se necessario, addestrati, su:

- rischi riferiti al posto di lavoro ed alle mansioni specifiche;
- possibili danni derivanti dall'utilizzo, senza le dovute precauzioni, di attrezzature o sostanze pericolose;
- misure di prevenzione e protezione da attuarsi in laboratorio per far fronte ad ogni prevedibile e specifica situazione;
- misure antincendio e vie di fuga.

Il Responsabile di Laboratorio deve inoltre vigilare sulla corretta applicazione delle misure di prevenzione e protezione da parte di tutti i frequentatori del laboratorio stesso, con particolare attenzione nei confronto di eventuale personale non strutturato.

Nell'ottica di una corretta e compiuta informazione e di una sicura gestione dei laboratori, ciascuna Unità è tenuta a predisporre, per ognuno dei laboratorio di sua competenza e ad integrazione e completamento del presente documento, uno specifico manuale operativo riportante:

- le norme di sicurezza specifiche relative alle attività svolte ed ai prodotti utilizzati;
- le indicazioni di utilizzo e di messa in sicurezza delle attrezzature e delle apparecchiature del laboratorio;
- il tipo e la periodicità delle manutenzioni da effettuarsi sulle apparecchiature del laboratorio, con particolare attenzione alle cappe aspiranti;
- le indicazioni relative all'impiego dei DPI in relazione alle diverse attività svolte;
- il comportamento e le procedure da attuarsi in caso di emergenza e/o di evacuazione del laboratorio.

ACQUISTO DI NUOVE APPARECCHIATURE O SOSTANZE - MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESISTENTI

ACQUISTO DI NUOVE APPARECCHIATURE O SOSTANZE

L'acquisizione di nuove apparecchiature o sostanze da parte dei laboratori e/o delle Unità Tecniche, nonché le modalità con cui le stesse si prevede debbano essere utilizzate, deve essere preventivamente e formalmente comunicato al Servizio di Medicina del Lavoro ed al Servizio Prevenzione e Protezione di Centro in modo che questi possano provvedere:

- alla valutazione degli eventuali rischi che tali nuove apparecchiature/sostanze potrebbero determinare ed all'adozione delle conseguenti misure di prevenzione e protezione;
- all'esperimento degli eventuali adempimenti di legge (richiesta di nulla osta, certificato di prevenzione incendi, notifiche all'INAIL o ad altri organismi di controllo, ecc.) che tali acquisizioni dovessero comportare.

MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESISTENTI

La corretta manutenzione delle apparecchiature, sulla base degli interventi e della periodicità indicata dal costruttore **è un obbligo di legge** (D.Lgs. 81/08, art. 15, comma 1, lettera z, art. 64, comma 1, lettera c, art. 71, comma 4, lettera a, punto 2) e riveste un ruolo fondamentale al fine di garantire nel tempo la sicurezza e l'operatività delle apparecchiature stesse, nonché la sicurezza e la salute degli operatori che le utilizzano.
Una macchina fuori manutenzione è una macchina fuori norma e, come tale, non può essere adoperata. E' pertanto compito e responsabilità dei responsabili delle Unità Tecniche e dei singoli Laboratori assicurare la corretta manutenzione, nei tempi previsti, di tutte le apparecchiature in essi impiegate, con particolare attenzione a quelle il cui mal funzionamento può avere conseguenze sulla salute e sulla sicurezza del personale, quali cappe aspiranti, apparecchiature in pressione, apparecchiature che impiegano prodotti tossici, corrosivi, infiammabili, ecc.
Di tutte le manutenzioni effettuate dovrà essere conservata la relativa documentazione.

NORME DI COMPORTAMENTO GENERALI NEI LABORATORI

I rischi derivanti dalla manipolazione di agenti chimici sono sia di tipo infortunistico, quali quelli da esplosione ed incendio (sostanze e preparati infiammabili, esplosivi, comburenti) oppure da contatto accidentale, ingestione, inalazione (sostanze e preparati irritanti, corrosivi, criogenici, ecc.), che di tipo igienico-ambientale, derivanti dall'esposizione acuta o prolungata a sostanze e preparati nocivi e/o tossici, assunti dall'organismo per contatto cutaneo, ingestione o inalazione.

L'utilizzo di tali agenti richiede pertanto grande attenzione ed il rispetto di alcune regole fondamentali.

PRIMA DI COMINCIARE

Dal momento in cui si entra in un laboratorio per lavorare occorre per prima cosa familiarizzare con il nuovo ambiente ed, in particolare:

- prendere visione delle procedure di emergenza, delle vie di esodo e del punto di raccolta esterno;
- individuare dove sono collocate, nel laboratorio o nelle immediate vicinanze, le eventuali docce di emergenza, i lavaggi oculari, la cassetta del pronto soccorso, il telefono con l'elenco dei numeri utili;
- individuare il luogo ove sono riposti i kit di emergenza ed i materiali adsorbenti;
- essere informati sui DPI a disposizione del laboratorio e sul loro corretto modo di utilizzo;
- essere informati sul corretto metodo di raccolta dei rifiuti in laboratorio e sul loro smaltimento.

IN LABORATORIO: COSA NON FARE

Nei laboratori è sempre necessaria la massima concentrazione ed attenzione:

- non sono ammessi giochi, scherzi o attività non previste, fra cui la preparazione di cibi;
- non fumare, mangiare, bere, e non detenere alimenti o bevande;
- evitare l'uso dei tacchi alti e delle scarpe aperte. I capelli lunghi dovrebbero essere tenuti raccolti. I gioielli, specialmente se penzolanti, (orecchini, bracciali ecc.) potrebbero rappresentare fattori di rischio;
- evitare, in generale, l'uso di lenti a contatto, poiché possono essere causa di un accumulo di sostanze nocive. In caso di incidente possono peggiorarne le conseguenze o pregiudicare le operazioni di primo soccorso;
- non introdurre in laboratorio materiali ed oggetti estranei all'attività lavorativa (cappotti, piumini, zaini);
- non abbandonare materiale non identificabile nelle aree di lavoro;
- non effettuare operazioni di qualsiasi tipo se non si è sicuri degli effetti che potranno avere;
- non lasciare incustodite le reazioni in corso a meno che gli apparecchi impiegati non siano specificatamente qualificati per funzionare in sicurezza in assenza di operatori. Se è necessario lasciare una reazione di lunga durata sotto cappa, segnalare con un cartello il tipo di reazione, i reattivi pericolosi presenti, il tempo di reazione (inizio/durata/fine);
- non avvicinarsi, se non vi è la necessità, a zone ove si effettuano operazioni pericolose;
- non annusare un prodotto per identificarne la natura;
- non utilizzare pipette a bocca, ma propipette;
- evitare il contatto di materiali pericolosi con la pelle, gli occhi e le mucose;

- non lavorare da soli, in laboratorio, in situazioni a rischio (utilizzo di sostanze, apparecchiature o reazioni pericolose, box per alte pressioni, celle fredde, ecc.);
- non toccare le maniglie delle porte e gli altri oggetti del laboratorio con i guanti con cui si sono maneggiate sostanze chimiche o isotopi radioattivi. E' assolutamente vietato mantenere indossati i guanti fuori dei laboratori;
- non tenere nelle tasche forbici, provette di vetro o altro materiale potenzialmente tagliente o contundente;
- nessun prodotto chimico deve essere eliminato attraverso i lavandini. Per la loro raccolta ed il loro smaltimento fare riferimento alla procedura specifica per i rifiuti di laboratorio;
- non ostruire i quadri elettrici ed i quadri contenenti i dispositivi di intercettazione e regolazione dei fluidi (gas da bombole, metano, acqua);
- non ostruire le attrezzature antincendio e di soccorso. Non ostruire né bloccare le uscite d'emergenza;
- impedire alle persone non addette l'accesso a zone a rischio.

IN LABORATORIO: COSA FARE

- leggere sempre attentamente l'etichetta del contenitore delle diverse sostanze che si intendono utilizzare. Le etichette forniscono infatti le prime indicazioni sulla pericolosità e sulle precauzioni da adottare (simbolo di pericolo, frasi di rischio R e consigli di prudenza S). Con il nuovo regolamento CLP le frasi R ed S sono state sostituite dalle indicazioni di pericolo H (Hazard statements) e dai consigli di prudenza P (Precautionary statements);
- leggere preventivamente ed attentamente la Scheda Dati di Sicurezza del prodotto prima di utilizzare un agente chimico per la prima volta o, comunque, ogni volta non se ne conoscano a fondo le caratteristiche di pericolosità. Tali schede, che devono essere fornite dal venditore dei prodotti, devono essere a disposizione degli addetti all'interno del laboratorio;
- considerare sempre come pericoloso un prodotto di cui non si conoscono le proprietà fisico-chimiche e/o tossicologiche;
- etichettare sempre ed in modo corretto tutti i contenitori, anche e soprattutto se trattasi di sostanze diluite o miscelate con altri prodotti, in modo da poterne riconoscere in ogni momento il contenuto e la sua pericolosità (deve essere indicato l'esatto nome chimico con i simboli di pericolo, nonché le frasi di rischio ed i consigli di prudenza);
- mantenere sempre perfettamente chiusi tutti i contenitori contenenti prodotti chimici;
- qualora si intenda riutilizzare un contenitore precedentemente usato con prodotti diversi da quelli che vi si vuole immettere, bonificarlo accuratamente, rimuovere completamente l'etichetta relativa al vecchio prodotto ed applicare quella riferita al nuovo;
- mantenere ordine e pulizia nel laboratorio. Evitare la presenza eccessiva di apparecchi, strumenti e materiali sui piani di lavoro. Rimuovere prontamente vetreria e attrezzature quando non servono più. Evitare la conservazione di prodotti chimici che non servono;
- detenere in laboratorio quantità di sostanze infiammabili molto limitate, sufficienti per il lavoro di alcuni giorni, lasciando i quantitativi maggiori negli appositi locali di deposito;
- sostituire, quando possibile, i prodotti pericolosi con altri che non lo siano o che lo siano di meno;
- comunicare alle altre persone presenti nel laboratorio la lavorazione che ci si appresta ad effettuare nel caso in cui essa presenti particolari pericoli;

- le apparecchiature del laboratorio devono essere utilizzate unicamente per lo scopo per cui sono state previste;
- lavorare su piani di lavoro (banchi e cappe) di materiale adatto e dotati di bordi di contenimento;
- tutte le operazioni e lavorazioni con materiali pericolosi (in relazione alle loro proprietà chimico-fisiche o alla loro pericolosità per la salute, quali tossici, nocivi, ecc., o sospettati tali) devono essere effettuate sotto cappa da laboratorio chimico della cui efficienza di aspirazione occorre essere certi mediante l'effettuazione di verifiche periodiche. Il pannello scorrevole frontale deve essere tenuto abbassato il più possibile. Se necessario, ricorrere anche a schermi protettivi;
- predisporre adeguate misure di sicurezza per le reazioni particolarmente pericolose (es. reazioni fuggitive), isolandole se necessario in aree del locale appositamente dedicate e protette;
- con le sostanze infiammabili lavorare preferibilmente sotto cappa ed esclusivamente lontano da fonti di calore o fiamme libere;
- le pesate delle polveri di sostanze pericolose devono essere effettuate sotto cappa, ovvero preparando sotto cappa i materiali da pesare trasferendoli successivamente su una bilancia esterna. Nel caso di composti molto tossici, cancerogeni o mutageni, 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. Tenere presente che molte sostanze possono essere assorbite anche tramite via cutanea, pertanto il solo utilizzo sotto cappa potrebbe non essere sufficiente;
- indossare sempre il camice di protezione, di cotone o tessuto non infiammabile. Evitare l'uso di camici o indumenti in materiale sintetico, in particolare acrilico, in quanto condensano l'elettricità elettrostatica e possono dar luogo a scintille. Inoltre, in caso prenda fuoco, il materiale acrilico fonde ed aderisce al corpo dell'infortunato;
- indossare sempre gli occhiali di sicurezza;
- usare sempre dispositivi di protezione individuale (DPI) appropriati per ogni tipo di rischio, così come indicato nella Scheda Dati di Sicurezza della sostanza manipolata e/o suggeriti dall'RSPP (camici, guanti adatti per l'agente che si deve manipolare, occhiali di sicurezza, visiere, maschere adatte per l'agente da cui ci si deve proteggere, calzature adeguate, ecc.) che devono essere utilizzati correttamente e tenuti sempre in buono stato di manutenzione, notificando eventuali deficienze al proprio Responsabile in modo che si possa provvedere alla loro sostituzione;
- tenere pulito e in ordine il banco di lavoro, le cappe, gli indumenti e le attrezzature di uso comune. Prima di lasciare il laboratorio al termine del lavoro, accertarsi che tutte le apparecchiature, eccetto quelle necessarie, siano state spente;
- pulire immediatamente i versamenti accidentali. Se il quantitativo e/o la natura del prodotto versato lo richiedono, fare prontamente ricorso agli appositi materiali assorbenti di cui il laboratorio deve essere dotato;
- riferire sempre prontamente al Responsabile del Laboratorio ed all'RSPP possibili condizioni di non sicurezza o eventuali incidenti, anche se non hanno avuto conseguenze;
- lavarsi sempre le mani e le parti della pelle esposte dopo l'uso di prodotti chimici.

IN LABORATORIO: PARTICOLARI CAUTELE

- **Gas inerti:**
  possono essere molto pericolosi nel caso in cui le quantità fuoriuscite (o evaporate) provochino l'abbassamento della concentrazione di ossigeno nell'aria ad un livello inferiore al 16% - 18%, con conseguente rischio di asfissia;
- **Ossigeno:**
  può essere molto pericoloso, con rischio d'incendio, se la quantità fuoriuscita determina una concentrazione in aria uguale o superiore al 25%.

STOCCAGGIO DEGLI AGENTI CHIMICI

Le attività di laboratorio sono caratterizzate dall'utilizzo e dallo stoccaggio di un gran numero di prodotti chimici molto diversi fra loro (sostanze e preparati). I volumi sono normalmente compresi fra qualche millilitro e qualche decina di litri, con la maggior parte che si attesta intorno a qualche litro. Le sostanze sono conservate in contenitori generalmente diversi fra loro sia per forma che per materiale.
I rischi principali connessi con lo stoccaggio dei prodotto chimici possono riassumersi in:

- Rischio di incendio o di esplosione
- Rischio di caduta o di rovesciamento dei contenitori
  con conseguenti possibili contusioni, ustioni chimiche, intossicazioni o creazione, nel locale, di atmosfere infiammabili o esplosive;
- Infragilimento dei contenitori
  causato da procedure di stoccaggio non adeguate, e che può portare a rotture accidentali dei contenitori stessi. I materiali dei contenitori possono essere suscettibili di degradazione:
  - ✓ per effetto del freddo (perdita di elasticità e di resistenza meccanica, rottura di un recipiente di vetro contenente una soluzione acquosa);
  - ✓ per effetto del calore (deformazione plastica, aumento del potere solvente del prodotto contenuto);
  - ✓ per effetto della luce (ultravioletta, infragilimento della plastica);
  - ✓ per effetto dell'atmosfera del locale di stoccaggio (corrosione dei metalli, infragilimento per assorbimento di vapori);
  - ✓ per effetto di una sovrapressione (rottura del contenitore)
- Aumento dei pericoli intrinseci dei prodotti
  uno stoccaggio non adatto alle caratteristiche del prodotto può indurre una modifica o una degradazione del prodotto stesso che può renderlo più pericoloso sia ai fini dello stoccaggio stesso che per un successivo utilizzo. Certi prodotti sono sensibili:
  - ✓ all'umidità (prodotti igroscopici, idrolizzabili, che sviluppano gas infiammabili come i metalli alcalini ed i loro idruri)
  - ✓ al calore (prodotti sublimabili, perossidabili, polimerizzabili);
  - ✓ al freddo (prodotti cristallizzabili, gelificabili, emulsionabili);
  - ✓ alla luce (prodotti perossidabili, polimerizzabili, ecc.);
  - ✓ al contatto con l'ossigeno dell'aria (prodotti ossidabili, perossidabili, polveri metalliche, ecc.).

Anche una durata eccessiva dello stoccaggio può provocare una degradazione o una trasformazione del prodotto, portando ad una differenza significativa tra il contenuto e quanto descritto sull'etichetta del contenitore.

INCOMPATIBILITA' FRA PRODOTTI CHIMICI

Uno stoccaggio corretto non può prescindere dall'incompatibilità chimica delle sostanze. Il contatto accidentale tra due sostanze chimicamente incompatibili può portare ad incendi, esplosioni, reazioni fortemente esotermiche, ecc. A tal fine sono stati proposti e sono utilizzati nei laboratori molti diversi schemi di stoccaggio. Il principio comune a tutti quanti è la separazione dei materiali chimicamente incompatibili, mentre le differenze

fra i vari schemi risiedono essenzialmente nel numero dei gruppi di prodotti che si devono tenere separati. I gruppi maggiormente considerati sono:

- infiammabili;
- ossidanti;
- acidi concentrati;
- basi concentrate;
- reattivi con l'acqua;
- estremamente tossici;
- composti che generano perossidi;
- composti piroforici;
- gas compressi.

I primi cinque gruppi sono separati per evitare un contatto accidentale che porterebbe, per la reattività dei prodotti, a reazioni violente o esplosive. I composti chimici reattivi con l'acqua sono isolati per ridurre la probabilità di un contatto accidentale con essa in casi di incendio, I composti estremamente tossici o cancerogeni sono segregati per aver un maggior controllo sulla loro distribuzione e per ridurre la possibilità di un versamento accidentale. I composti perossidabili devono essere conservati in luoghi freschi e al riparo dalla luce, mentre per i piroforici bisogna evitare anche il contatto con l'aria.

Un'aggregazione minima deve comunque quantomeno rispettare una separazione in classi di pericolo quali:

- infiammabili;
- corrosivi;
- altamente reattivi con l'acqua o con l'aria;
- tossici;

sulla base di quelle che sono le indicazioni date dalla scheda di sicurezza, secondo lo schema seguente:

Reagenti solidi	Liquidi	Gas compressi
Sali ossidanti	Acidi minerali	Tossici
Solidi infiammabili	Acidi organici	Infiammabili
Solidi reattivi con l'acqua	Basi	Ossidanti e inerti
Tutti gli altri solidi	Ossidanti	
	Perclorati	
	Infiammabili	
	Tutti gli altri liquidi	

Tabella 9.1 – Schema minimale di segregazione per incompatibilita dei prodotti chimici

Di seguito sono elencate le sette tipologie di sostanze con le indicazioni delle famiglie più significative, i cui componenti possono presentare analogo tipo di instabilità-reattività:

- sostanze instabili che esplodono più o meno spontaneamente per shock termici, meccanici per attrito o per azione della luce come composti nitroaromatici, nitroalcani, perossidi, idroperossidi, peracidi, acetiluri, azo e diazo composti, sali ammonici di acidi ossidanti, picrati e alchili;

- sostanze che reagiscono violentemente con se stesse sviluppando elevato calore polimerizzando, come monomeri vinilici, aloalcheni, epossidi azidrine o condensando con se stesse, come le aldeidi o subendo reazioni di isomerizzazione o dismutazione;
- sostanze che reagiscono violentemente con l'acqua, che sviluppano elevato calore e possono produrre gas infiammabili e/o tossici come metalli alcalini, idruri, metalloalchili, anidridi, epossidi, alogenuri acilici, clorosilani, cloruri e fluoruri inorganici, cianuri, nitruri, carburi, fosfiti e siliciuri;
- sostanze ossidanti che, se mescolate accidentalmente con altre riducenti, innescano violente reazione esotermiche, con sviluppo anche di gas, come F2, CL2, acido nitrico, acido perclorico, perossidi organici ed inorganici, nitriti, nitrati, cloriti, ipocloriti, perclorati. Cromati, iodati, composti nitrorganici ed acqua ossigenata.
  N.B. una sostanza fortemente ossidante reagisce praticamente con qualsiasi sostanza organica;
- sostanze riducenti che, se mescolate accidentalmente con altri ossidanti, sviluppano calore e prodotti che possono essere infiammabili e reattivi, come metalli alcalini, idruri organometallici, metallo acetiluri, solfiti e idrosolfiti inorganici, zolfo ed altri elemento non metallici, cloruro cromoso, cloruro ferroso, ossalato ferroso, nitruri, carburi, fosfiti, siliciuri;
  N.B. i forti riducenti reagiscono violentemente con gli ossidanti deboli, per esempio i metallo alcalini reagiscono con qualsiasi sostanza che ha un idrogeno attivo liberando idrogeno (esplosivo);
- sostanze acide organiche ed inorganiche che producono elevato calore in spazi limitati, neutralizzandosi con ammine e basi, reagiscono con molti metalli liberando idrogeno, iniziano reazioni di polimerizzazione di monomeri e accelerano le reazioni chimiche. Gli acidi reagiscono con cianuri, isocianati, ditiocarbammati, mercaptani, nitruri, nitrili, sviluppando gas infiammabili e/o tossici, reagiscono con solfiti, nitriti e carbonati sviluppando gas;
- sostanze basiche come le ammine e le basi inorganiche che, neutralizzandosi con acidi, producono elevato calore in uno spazio limitato e possono agire da catalizzatori in molte reazioni. Basi inorganiche sviluppano H2 reagendo con metalli come Al o Zn e gas infiammabili e/o tossici reagendo con nitruri, alogenuri organici, perossidi e idroperossidi;
- sostanze piroforiche che reagiscono violentemente con l'ossigeno a temperatura ambiente come: i metalli finemente suddivisi (per esempio catalizzatori), gli idruri e gli elemento alchili, le alchilfosfine, gli alchilsilani, i metallocarbonili, i metalli alcalini, il fosforo bianco;
- sostanze che formano facilmente perossidi, che successivamente si decompongono o che catalizzano reazioni di polimerizzazione, come aldeidi, dieni, aloalcheni, eteri, ciclolefine ed alcuni composti inorganici, come la SodioAmmide o la potassioammide;
  N.B. per sostanze che formano perossidi l'incidente è, in genere, dovuto ad un loro più lungo stoccaggio rispetto a quelli previsti o alla non conoscenza di luoghi idonei di stoccaggio.

Le classi di sostanze più frequentemente coinvolte in incidenti sono, nell'ordine:

- acidi
- ossidanti
- monomeri
- sostanze reattive con acqua
- basi

Un elenco più completo delle incompatibilità fra prodotti chimici è riportato in Allegato VI.

CONSERVAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI

Oltre ad una corretta segregazione dei composti chimici incompatibili, per uno stoccaggio in sicurezza devono essere osservate alcune basilari regole e raccomandazioni:

- i composti chimici devono essere conservati a temperatura ed umidità appropriate. Come regola generale non devono essere depositati vicino ad una fonte di calore, ad un generatore di vapore o sotto i raggi del sole;
- tutti i prodotti devono essere correttamente etichettati. Sul prodotto deve essere indicata la dati di ricevimento e quella di apertura. Nel caso in cui il prodotto si degradi con il tempo, occorre indicare anche la data di scadenza;
- devono essere condotte periodicamente ispezioni visive che pongano particolare attenzione a:
  - ✓ cambiamenti di colore;
  - ✓ comparsa di liquidi in solidi o di solidi in liquidi;
  - ✓ deterioramento del contenitore o della sua chiusura.

In laboratorio è consentito tenere agenti chimici nelle quantità strettamente necessarie alle sperimentazioni in corso, all'interno di armadi chiusi, preferibilmente di sicurezza. È da evitare l'utilizzo di scaffali aperti. Le scorte devono essere immagazzinate in locali separati, meglio se esterni all'edificio, ed adeguatamente compartimentati, dotati di idonei dispositivi antincendio e di adeguata aerazione (finestre o sistemi di ventilazione forzata).
Gli armadi devono essere posizionati lontano da corridoi, da aree di lavoro, dalle vie di accesso ai laboratori e, in generale, ai locali, da uscite di sicurezza, da fiamme libere e fonti di calore (bunsen, stufe, ecc.) e non devono ostacolare il raggiungimento di dispositivi di emergenza (estintori, cassetta del primo soccorso, stazioni di lavaggio oculari, ecc.). Gli armadi aspirati, in particolare, devono essere posizionati in modo tale che sia possibile il convogliamento del flusso d'aria in espulsione verso l'esterno.

Quantità maggiori per tipologia e quantità di prodotto possono essere conservate, in locali esterni al laboratorio vero e proprio, in appositi armadi definiti reagentari. Il reagentario deve essere un armadio a ripiani in materiale ignifugo e resistente agli acidi, preferibilmente di sicurezza (armadi aspirati/antincendio) per particolari categorie di prodotti (acidi, basi, sostanze infiammabili e/o tossiche) e dotato di porte che ne permettano la chiusura.
Tutti gli armadi devono inoltre essere dotati di:

- ripiani con bordo esterno rialzato per evitare lo scivolamento dei contenitori e per contenere eventuali perdite o versamenti. In alternativa si possono usare vaschette di materiale idoneo ove riporre flaconi e bottiglie;
- vasca di raccolta almeno alla base della pila di ripiani;
- indicazione dei pericoli dei prodotti contenuti, mediante apposita segnaletica di sicurezza;
- particolari caratteristiche di resistenza al fuoco, se trattasi di armadio antincendio.

Su ogni armadio deve inoltre essere affisso un foglio contenente le seguenti informazioni:

- **l'elenco dei prodotti contenuti con relative indicazioni di pericolo e la data di aggiornamento dell'elenco stesso;**
- i riferimenti su dove trovare le relative schede di sicurezza;
- il nome e il numero telefonico del Responsabile delle attività/di laboratorio.

All'interno degli armadi, i prodotti devono essere disposti in modo tale che:

- i corrosivi, i caustici e gli irritanti si trovino al di sotto del livello degli occhi;
- nei ripiani inferiori trovino posto i contenitori più grandi e le sostanze più pericolose;

- i contenitori non siano ammassati uno sopra l'altro e non sovraccarichino troppo il ripiano;
- i contenitori rechino idonea etichetta con indicazione almeno del nome chimico della sostanza o del preparato, della classe e del simbolo di pericolo;
- siano rispettate le eventuali indicazioni particolari indicate nella Scheda Dati di Sicurezza (voce Manipolazione e Stoccaggio);
- siano rispettate le reciproche incompatibilità (acidi e basi, combustibili e comburenti, ecc.);
- siano separati i solidi dai liquidi;
- siano al riparo dall'azione diretta dei raggi solari e da altre fonti di calore.

Presso ogni magazzino (scorte) e reagentario deve essere disponibile il materiale per l'assorbimento e la neutralizzazione di eventuali versamenti, così come indicato nelle Schede di Sicurezza dei prodotti.

Alcune sostanze necessitano di precauzioni particolari:

- i liquidi infiammabili devono essere conservati in armadi antincendio ad uso esclusivo. Quelli che necessitano di basse temperature, devono essere conservati in frigoriferi ad esecuzione, cioè privi di contatti elettrici interni;
- gli agenti ad elevata tossicità devono essere riposti separatamente in armadi aspirati e chiusi a chiave;
- per i prodotti particolarmente reattivi e soggetti a diminuzione della loro stabilità chimica col tempo o al contatto con l'aria (es. perossidi organici, acido perclorico, ecc.) deve essere indicata sull'etichetta la data di acquisto, quella di apertura e quella di scadenza.

La vasca posta sul fondo degli armadi ha lo scopo di contenere eventuali versamenti, non deve quindi essere utilizzata per lo stoccaggio di materiale. Controllare periodicamente che non ci siano oggetti o sostanze chimica al suo interno.

Controllare periodicamente (almeno mensilmente) la perfetta chiusura degli sportelli degli armadi antincendio e di quelli contenenti sostanze tossiche e/o cancerogene, nonché il corretto funzionamento degli impianti di aspirazione e l'integrità delle guarnizioni poste sul perimetro di apertura o sulle ante.

Lo stoccaggio nei frigoriferi, nei freezer o nelle camere fredde deve essere riservato ai prodotti che necessitano di una temperatura di stoccaggio inferiore a quelle ambiente. Tale forma di stoccaggio presenta tre rischi principali:

- rischio incendio/esplosione;
- rischio di intossicazione per inalazione;
- rischio di anossia (camera fredda).

Un riscaldamento accidentale, ad esempio, dovuto ad una mancanza di corrente elettrica o ad un guasto dell'apparecchio, può causare l'inizio di una reazione pericolosa o la formazione di un'atmosfera esplosiva o tossica per l'evaporazione dei prodotti contenuti.

Tali rischi possono essere ridotti:

- ponendo i prodotti in recipienti opportunamente chiusi ed in grado di contenere una moderata sovrapressione;
- collocando i recipienti in posizioni stabili;
- dotando l'apparecchio di dispositivi esterni di controllo della temperatura e di allarme;
- collegando l'apparecchio ad un UPS o a un gruppo elettrogeno;
- dotandosi di apparecchi di riserva ove ricollocare prontamente i prodotti in caso di necessità.

PRODOTTI CHIMICI IN LABORATORIO

- sui banconi di laboratorio devono essere posti solo i prodotti di consumo giornaliero;
- i ripiani devono essere dotati di bordi di contenimento e non devono elevarsi al di sopra del livello degli occhi;
- i contenitori in vetro non dovrebbero toccarsi gli uni con gli altri;
- i palloni devono essere sempre sostenuti dagli appositi anelli;
- non collocare prodotti sul pavimento, nemmeno temporaneamente;
- i liquidi infiammabili dovrebbero essere stoccati in bidoni di sicurezza quando la quantità superi i quattro litri;
- la quantità di liquidi infiammabili presente in laboratorio deve essere ridotta allo stretto indispensabile per l'attività di ricerca e comunque conservata negli appositi armadi antifiamma;
- è necessari smaltire tutti i prodotti cimici che possono generare perossidi entro la data di scadenza indicata;
- i liquidi corrosivi o altamente reattivi devono essere sempre conservati all'interno di bacinelle di contenimento;
- le bombole di gas compresso devono essere posizionate lontano da fonti di calore.

MOVIMENTAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI

Il versamento di prodotti chimici avviene spesso durante il trasporto o la loro movimentazione all'interno del laboratorio. Per evitare questo tipo di incidente:

- trasportare bottiglie di vetro, soprattutto con una capacità > 250 ml, in contenitori secondari per il trasporto. Essi sono in genere in plastica o in metallo, dotati di maniglie ed in alcuni casi di chiusura ermetica ed hanno una capacità tale da contenere l'intera eventuale fuoriuscita del materiale;
- spostandosi all'interno del laboratorio porre attenzione ai movimenti degli altri occupanti e, se il percorso è affollato, avvisare del proprio passaggio;
- se si cade trasportando un prodotto pericoloso cercare di gettarlo lontano da se stessi o da altri presenti;
- se possibile, trasportare i prodotti nel loro imballaggio originario;
- conoscere le proprietà del prodotto che si sta trasportando e quindi le procedure di emergenza più idonee in caso di incidente.

CANCEROGENI E MUTAGENI

Con riferimento specifico al Titolo IX, CAPO II del D.Lgs. 81/08 e successive modificazioni ed integrazioni, riguardante le attività lavorative in cui i lavoratori possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, è obbligatorio attenersi a quanto segue:
"tutte le lavorazioni che comportino l'impiego di sostanze o preparati recanti la dicitura ***H350*** (ex R45) ***'Può provocare il cancro'*** (cancerogenità di classe 1A o 1B, ex categorie 1 o 2)*, oppure* ***H340*** *(ex R46)* ***'Può provocare alterazioni genetiche ereditarie'*** (mutagenicità di classe 1A o 1B, ex categorie 1 o 2), *devono essere evitate o ridotte sostituendole, se tecnicamente possibile, con una sostanza o un preparato o un procedimento che nelle condizioni in cui viene utilizzato non risulti nocivo o risulti meno nocivo per la salute e la sicurezza dei lavoratori.*
Se non è tecnicamente possibile sostituire l'agente cancerogeno o mutageno, si deve provvedere 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 si deve provvedere affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile **(art. 235 del D.Lgs. 81/08).**

Per le sostanze cancerogene e/o mutagene non è possibile attribuire un valore limite di concentrazione sotto il quale vi sia la garanzia assoluta di non correre rischi, in quanto l'azione di queste sostanze può manifestarsi anche in seguito ad una singola dose a bassissima concentrazione.

SOSTITUZIONE DELL'AGENTE CANCEROGENO E/O MUTAGENO

Prima di iniziare a lavorare con un agente cancerogeno o mutageno, si deve sempre verificare la possibilità di poter sostituire tale prodotto con un altro che cancerogeno non è. Tale verifica implica spesso un lavoro di studio e di ricerca non indifferente, che spesso si conclude con la constatazione che il prodotto cancerogeno non è attualmente sostituibile. Nel caso in cui la sostituzione del prodotto cancerogeno e/o mutageno non sia possibile, le verifiche potranno indirizzarsi verso composti anche con tossicità equivalente, ma di più difficile captazione da parte del nostro organismo (polveri di maggior diametro, solventi con minor tensione di vapore, ecc.), oppure si dovrà cercare di sostituire la sua forma di aggregazione, per esempio un composto in polvere, con la sua soluzione acquosa a titolo noto. Gli sforzi fatti in tal senso devono essere documentabili.

CICLO CHIUSO E TECNOLOGIE PRODUTTIVE ALTERNATIVE

Se non è possibile sostituire l'agente cancerogeno o mutageno, si deve provvedere affinché l'utilizzo dell'agente stesso avvenga in un sistema chiuso, **sempre che ciò sia tecnicamente possibile**. Per sistema chiuso si intende una lavorazione che si svolga interamente in apparecchiature (reattore, serbatoi, tubazioni, ecc.) atte ad impedire, nelle normali condizioni di servizio e stato d'uso, qualsiasi diffusione all'esterno di un agente a rischio. In tal caso, la sola causa possibile di esposizione dei lavoratori è costituita dalla fuoriuscita accidentale o dalle operazioni elementari che comportano la temporanea sospensione delle segregazioni del circuito. Al fine della riduzione del rischio di esposizione accidentale, anche i sistemi a ciclo chiuso devono essere realizzati sotto cappa, Gli impianti di reazione dovranno quindi garantire non solo il ciclo chiuso del processo, ma anche i dispositivi di cattura dei prodotti prima della disattivazione del ciclo chiuso.

MASSIMA RIDUZIONE DEL NUMERO DI ADDETTI ESPOSTI E/O A RISCHIO ESPOSIZIONE

Considerata l'elevata pericolosità delle sostanze in oggetto, cautele e procedure non devono garantire solo il personale che manipola e che opera con tali sostanze, che comunque deve essere ridotto al minimo, compatibilmente con le esigenze di ricerca del laboratorio, ma anche tutti i componenti dello stesso che potrebbero diventare soggetti passivamente esposti, Le operazioni con detti prodotti devono pertanto essere realizzare in locali appositamente compartimentati e destinati al solo personale addetto. Se ciò non dovesse risultare possibile, è necessario che, in occasione dell'utilizzo di tali sostanze non vi siano altre attività in essere e/o altro personale impegnato in attività di laboratorio. Ridurre il numero di soggetti anche solo potenzialmente esposti garantisce una effettiva azione di prevenzione.

VENTILAZIONE GENERALE

Consiste nel sostituire l'aria interna di un locale con aria proveniente dall'esterno. Ciò non evita che l'inquinante venga respirato dal lavoratore posto vicino alla sorgente, ma ne riduce per diluizione la sua concentrazione. La ventilazione generale deve sempre essere presente nei luoghi di lavoro dove si utilizzano sostanze cancerogene e/o mutagene. Il ricircolo dell'aria, cioè la captazione e la reimmissione nell'ambiente confinato di aria in origine inquinata previo trattamento di depurazione, non è mai ammesso quando nell'aria inquinata sono presenti sostanze cancerogene e/o mutagene, per le quali non sono configurabili livelli di soglia.

ASPIRAZIONE LOCALIZZATA (CAPPE)

Tutte le operazioni con prodotti cancerogeni e/o mutageni devono avvenire sotto cappa. E' quindi fondamentale che le cappe siano di livello di sicurezza adeguato ed i grado di funzionare con efficacia ed efficienza. Sono da preferirsi cappe con motori che lavorano in aspirazione, con regolatori automatici della velocità dell'aria, non centralizzate, in grado di verificare la velocitò dell'aria mediante monitoraggio in continuo con allarme in caso di caduta di velocità, dotate di pulsante di emergenza in grado di mandare il motore al massimo dei giri in caso di incidente e provviste di abbattimento degli inquinanti. La verifica periodica dell'efficienza delle cappe ed una loro regolare manutenzione assicurano una misura di protezione fondamentale per ogni laboratorio.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI

Non esistono DPI specificatamente concepiti per essere utilizzati con sostanze cancerogene o mutagene in quanto tali. In relazione alla scelta del DPI l'inquinante, anche se cancerogeno, va semplicemente considerato alla stregua di un qualsiasi altro inquinante chimico del quale è importante conoscere la forma fisica (aerosol, solido, liquido oppure aeriforme) e le possibili vie di assorbimento dell'organismo umano.

REGISTRO CANCEROGENI/MUTAGENI

Tutti i prodotti cancerogeni e mutageni acquistati devono essere registrati con modalità tali da consentire il carico del prodotto in arrivo e lo scarico del prodotto esaurito. Per ogni prodotto devono essere indicati:

- nome del prodotto;
- numero EINECS e numero CAS
- frasi di rischio;
- consigli di prudenza;
- istruzioni per la conservazione;
- informazioni per la sicurezza;
- il lotto;

- il tipo;
- il codice;
- il numero del certificato, se presente;
- la scadenza;
- la collocazione;
- la quantità caricata o scaricata;
- l'unità di misura;
- la ditta fornitrice;
- la data di carico o di scarico;
- la rimanenza;
- il nome dell'esecutore dell'aggiornamento del registro (colui che ha caricato o scaricato il prodotto);
- eventuali note.

REGISTRO DEGLI ESPOSTI

I lavoratori esposti ad agenti cancerogeni/mutageni devono essere iscritti in un registro nel quale è riportata, per ciascuno di essi:

- l'attività svolta;
- l'gente cancerogeno o mutageno utilizzato;
- ove noto, il valore dell'esposizione a tale agente.

Tale registro è istituito ed aggiornato dal datore di lavoro che ne cura la tenuta per il tramite del medico competente (art. 243 del D.Lgs. 81/08).

In particolare, il datore di lavoro valuta l'esposizione ai possibili agenti cancerogeni e mutageni (art. 236), se tale valutazione ha evidenziato un rischio per la salute, si attiva la sorveglianza sanitaria obbligatoria (art. 242) nonché la registrazione degli esposti (art. 243).

Il registro deve costituire essenzialmente un strumento per la prevenzione e deve quindi entrare a far parte di un processo più ampio per l'identificazione, la valutazione e la gestione, ai fini della tutela della salute, degli specifici rischi cancerogeni e mutageni. **Il primo obbligo per il datore di lavoro, infatti, rimane quello di eliminare l'esposizione o di ridurla al minimo**. L'iscrizione di un soggetto nel registro degli esposti ad agenti cancerogeni e/o mutageni dovrebbe quindi intendersi come ***temporanea***, in quanto di deve perseguire l'obiettivo della eliminazione/riduzione al minimo del rischio.

Nel registro degli esposti ad agenti cancerogeni e/o mutageni vanno comunque inseriti solo gli esposti a sostanze e/o miscele di cui alle classi CLP 1A e 1B (indicazioni di pericolo H340 ed H350), corrispondenti alle precedenti categorie DSP 1 e 2 (Frasi di rischio R45, R46 ed R49).

NORME DI COMPORTAMENTO PER L'IMPIEGO DI CANCEROGENI e/o MUTAGENI

In aggiunta alle regole di comportamento generali da tenere in un laboratorio chimico, nel caso di prodotti cancerogeni e mutageni occorrerà che

- le lavorazioni interessate siano tassativamente effettuate separatamente dalle altre, in modo da non coinvolgere persone estranee alla lavorazione in questione, in un sistema chiuso, ovvero sotto cappa da laboratorio o sistemi equivalenti, usando gli opportuni DPI (guanti, occhiali, maschere, ecc.);
- la quantità di prodotto presente in laboratorio sia quella strettamente necessaria all'espletamento delle attività in corso;
- il numero degli addetti esposti sia limitato a quello strettamente necessario;
- l'addetto provveda, dopo l'uso, alla sistematica pulizia di attrezzature, ambienti, ecc. Decontaminare spesso

superfici e banchi di lavoro;

- particolare cura venga posta nella pulizia di DPI ed indumenti;
- nell'applicare la procedura generale per lo smaltimento dei rifiuti dei laboratori, ci si assicuri che la raccolta, in attesa dell'avvio allo smaltimento, avvenga in condizioni di sicurezza, utilizzando contenitori ermetici etichettati in modo chiaro, completo, ben visibile;
- in caso di esposizione non prevedibile, si abbandoni immediatamente l'area interessata e si avverta il Responsabile ed il Medico Competente. Dovranno essere segnalati al Responsabile e trascritti nel quaderno di laboratorio tutti gli incidenti (anche quelli che non hanno comportato infortuni e che si son risolti senza danni) evidenziando cause ed interventi di emergenza;

- ogni volta che un operatore utilizza un prodotto cancerogeno, effettui con cura la compilazione dell'apposito registro riportando tipo, quantità e nominativo dell'utilizzatore. I dati raccolti saranno utilizzati per l'aggiornamento dell'apposito registro degli esposti per conto del datore di lavoro e custodito dal medico competente.

E' opportuno che anche i prodotti sospettati di essere cancerogeni o mutageni (Frase di pericolo H351, *"Sospettato di provocare il cancro"* oppure H341, *"Sospettato di provocare alterazioni genetiche ereditarie",* siano trattati con le stesse modalità, ad esclusione della compilazione dell'apposito registro. Lo stesso dicasi per prodotti di nuova sintesi e/o intermedi di cui peraltro non si conosce la pericolosità.

E' tassativamente vietato far uso di prodotti cancerogeni e/o mutageni nei laboratori in cui non siano installate cappe idonee o sistemi equivalenti.

CONSERVAZIONE DELL'AGENTE CANCEROGENO/MUTAGENO

I prodotti cancerogeni e mutageni devono essere conservati in luoghi dedicati ed adeguatamente compartimentati, a temperatura ambiente (salvo diverse indicazioni specifiche), in appositi armadi di sicurezza, separati per incompatibilità chimica, chiusi a chiave ed adeguatamente segnalati. I composti cancerogeni che devono essere conservati a basse temperature, dovranno avere un frigorifero dedicato e, se infiammabili, dotato di apposite caratteristiche antideflagranti. Il tutto corredato delle indicazioni e della necessaria segnaletica di sicurezza. La corretta conservazione di questi prodotti garantisce da esposizioni causate da inquinamento ambientali e da eventi incidentali.

PROCEDURE DI EMERGENZA

- in caso di incendio astenersi da qualsiasi intervento, abbandonare il locale, avvisare la squadra di emergenza e riferire ai VV.F. la presenza di agenti cancerogeni nel locale che ha preso fuoco. Effettuare misure di contaminazione ambientale prima di riprendere l'attività;
- in caso di versamenti cospicui di materiale, rendere temporaneamente inagibile il locale fino a che non siano state condotte misure di contaminazione ambientale. Aerare il locale prima di riprendere l'attività lavorativa;

- in caso di intossicazione, consultare la Scheda Dati di Sicurezza dello specifico prodotto.

ALTRI AGENTI PERICOLOSI

INFIAMMABILI

Vengono definite sostanze infiammabili o combustibili quelle sostanze che, in condizioni standard, possono sviluppare vapori sufficienti per causare un incendio in presenza di una fonte di innesco. I vapori invisibili di queste sostanze possono raggiungere anche sorgenti di innesco lontane e causare fiamme di ritorno. L'incendio può essere causato anche da reazioni tra infiammabili e ossidanti. Durante le operazioni con tali sostanze è necessario osservare quanto meno le seguenti precauzioni:

- eliminare le sorgenti di innesco quali:

✓ fiamme libere,

✓ materiale fumante,

✓ superfici calde,

✓ scintille da saldatura o da taglio,

✓ apparecchiature elettriche non idonee a lavorare in atmosfere esplosive,

✓ elettricità statica;

dalle aree in cui sono usati o immagazzinati materiali infiammabili o combustibili;

- minimizzare le quantità di materiali infiammabili conservate nelle aree di lavoro. Effettuare lo stoccaggio in contenitori approvati per gli infiammabili, in armadi appositi o in particolari aree designate allo scopo ed, in ogni caso, sempre a debita distanza da sostanze ossidanti;
- la quantità di liquido infiammabile conservato in un contenitore di vetro non dovrebbe superare il litro, a meno che non occorra proteggerlo da possibili contaminazioni. In ogni caso, tale quantità non deve mai superare i quattro litri, al fine di evitare inutili rischi di rottura del contenitore e/o versamento del contenuto durante le operazioni di maneggio, travaso e trasporto. Se possibile è bene conservare tali sostanze in recipienti di plastica, di metallo o di sicurezza;
- i frigoriferi ed i congelatori usati per lo stoccaggio di infiammabili o combustibili devono essere a prova di esplosione;
- i contenitori devono essere aperti, ed i travasi effettuati solo sotto cappa chimica in modo da evitare l'accumulo di vapori infiammabili. Tali vapori sono in genere più pesanti dell'aria e tendono a stratificare verso il basso. Potrebbero pertanto diffondersi attraverso gli scarichi e raggiungere fonti di innesco anche lontane;
- assicurarsi che le aree in cui vengono usati o conservati liquidi infiammabili o combustibili siano dotate di estintori adatti allo scopo.

Nel caso di solidi infiammabili quali metalli alcalini, magnesio, idruri, alcuni composti organometallici e zolfo, occorre ricordarsi che:

- se un solido infiammabile e reattivo con l'acqua viene a contatto con la pelle occorre allontanarlo per quanto possibile e poi lavarsi con molta acqua;
- procurarsi un estintore di classe D, adeguato a spegnere le fiamme generate da metalli reattivi.

Alcuni catalizzatori idrogenati, fra cui palladio, ossido di platino, nichel raney, se ricoperti per idrogenazione possono risultare saturati da idrogeno e quindi essere potenzialmente infiammabili o esplosivi, ricordarsi pertanto di:

✓ filtrare il catalizzatore con particolare cautela;

✓ non permettere al filtrato di seccarsi;

✓ se possibile, eseguire le operazioni in atmosfera inerte.

PRODOTTI CORROSIVI

Nei laboratori chimici vengono normalmente impiegati numerosi prodotti corrosivi, che possono produrre gravi ustioni per contatto con gli occhi e con la pelle, per inalazione sul tratto respiratorio e per ingestione sul tratto gastroenterico.

Sono liquidi corrosivi gli acidi minerali, le soluzioni alcaline e alcuni ossidanti, i loro effetti sui tessuti generalmente si manifestano molto rapidamente. Il bromo, l'idrossido di sodio, l'acido solforico e il perossido di idrogeno sono esempi di liquidi fortemente corrosivi. Se si maneggiano questi prodotti occorre prendere quanto meno le seguenti precauzioni:

- indossare sempre guanti e occhiali di protezione. Uno schermo facciale, scarpe di gomma e grembiule di gomma possono essere appropriati in relazione al tipo di lavoro da eseguire;
- addizionare sempre l'acido all'acqua (mai il contrario) per evitare una reazione violenta e la formazione di fumi o schizzi;
- i liquidi corrosivi devono essere sempre stoccati ad una altezza inferiore al livello degli occhi;
- accertarsi che nelle immediate vicinanze della postazione di lavoro sia disponibile un kit per il controllo del versamento di acidi o basi;
- prendere preventivamente visione dell'ubicazione del lavaocchi e della doccia di sicurezza, verificando che siano funzionanti e prontamente accessibili. Nel caso di contatto della sostanza corrosiva con occhi o pelle, lavare immediatamente con acqua fredda per 15 minuti. Rimuovere tutti i vestiti contaminati e cercare un aiuto medico immediato.

I vapori e i gas corrosivi possono esplicare la loro azione su tutto il corpo in un modo che dipende dalla solubilità del composto chimico nei fluidi corporei. Gas altamente solubili, come ammoniaca e acido cloridrico causano forte irritazione al naso e alla gola, mentre sostanze di minor solubilità, come biossido di azoto, fosgene, biossido di zolfo, possono penetrate profondamente nei polmoni. Se si maneggiano questi prodotti occorre prendere le seguenti precauzioni:

- manipolare questi prodotti unicamente sotto cappa chimica;
- proteggere sempre tutta la pelle esposta;
- chiudere sempre le valvole ed il regolatore di flusso quando le bombole non sono in uso;
- se il gas viene gorgogliato in un liquido predisporre sempre delle trappole per evitare emissioni pericolose.

I solidi corrosivi, come idrossido di sodio e fenolo, possono causare ustioni nel contatto con la pelle o, più raramente, nel tratto respiratorio se inalate come polveri aereodisperse. Molti di questi solidi, fra cui gli idrossidi alcalini, sviluppano una notevole quantità di calore se dissolti in acqua. Nel maneggiare questi prodotti:

- indossare sempre guanti e occhiali di sicurezza;
- addizionarli all'acqua lentamente e sempre sotto agitazione, raffreddando se necessario;
- nel caso sia possibile generare polvere, condurre le operazioni sotto cappa chimica.

PRODOTTI PEROSSIDABILI

Si dicono prodotti chimici perossidabili quei composti che in genere, per esposizione all'aria e alla luce, provocano la formazione di pericolosi perossidi che possono detonare con estrema violenza, soprattutto se

concentrati per evaporazione e distillazione, se combinati con altri composti o se scaldati, urtati, agitati. I perossidi possono formarsi anche in contenitori non ancora aperti nel caso in cui il composto perossidibale è stato confezionato in aria, in genere però la formazione dei perossidi è accelerata nei contenitori aperti e parzialmente vuoti. Il raffreddamento non previene la formazione dei perossidi e l'aggiunta di stabilizzatori può ritardarne, ma non evitarne la formazione. Fra i composti perossidabili più comuni si possono citare:

- aldeidi
- eteri, in particolare eteri ciclici
- alcoli primari e secondari
- composti contenenti un atomo di idrogeno benzilico (soprattutto se l'idrogeno è su di un atomo di carbonio terziario)
- composti allilici
- composti vinilici o vinilidenici

A volte la formazione di perossidi può essere evidenziata anche da una semplice ispezione visiva, indicatori possono essere la formazione di cristalli e il cambiamenti nella viscosità delle soluzioni. Esistono comunque dei metodi chimici o dei kit già pronti per una analisi qualitativa o quantitativa della loro presenza. Se si lavora con prodotti perossidabili è necessario:

- identificare tutti i prodotti che possono formare perossidi o deteriorarsi in altri modo diventando più pericolosi con il passar del tempo e con l'esposizione all'aria;
- leggere attentamente la scheda di sicurezza del prodotto e documentarsi sulle sue proprietà e sulle sue caratteristiche;
- indicare sui contenitori la data di approvvigionamento, la data di apertura e la data consigliata per lo smaltimento;
- minimizzare la formazione di perossidi stoccando i prodotti in un luogo asciutto, fresco e buio;
- non stoccare gli eteri ad una temperatura inferiore a quella in cui precipitano i perossidi;
- acquistare solo le quantità necessarie ed in piccoli contenitori (< 1 litro) in modo tale da assicurarne il loro
- utilizzo entro la data di scadenza;
- controllare visivamente l'eventuale formazioni di perossidi prima di ogni utilizzo;
- non distillare o evaporare eteri senza aver fatto il test che dà una misura qualitativa dei perossidi in soluzione.;
- pulire immediatamente i versamenti assorbendoli con vermiculite o altro materiale adsorbente;
- indossare sempre occhiali di sicurezza e schermo facciale resistenti all'impatto di eventuali schegge o corpi estranei;
- non utilizzare soluzioni di composti perossidabili in solvente volatile nel caso in cui il solvente possa evaporare, poiché ciò porterebbe ad un aumento della concentrazione dei perossidi stessi;
- non usare spatole in metallo o barrette magnetiche con composti perossidabili perché i metalli possono innescare una decomposizione esplosiva. Preferire quindi spatole in legno, teflon o ceramica e agitatori a paletta in teflon;
- preferire contenitori in polietilene piuttosto che in vetro;
- non conservare gli eteri nei comuni frigoriferi o freezer. Il flash point della maggior parte degli eteri è ben al di sotto della temperatura operativa della maggior parte dei frigoriferi ed i vapori sono più pesanti dell'aria.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni esempi di prodotti perossidabili.

Formazione di perossidi per stoccaggio	Formazione di perossidi per concentrazione	Formazione di perossidi per polimerizzazione
Butadiene Cloroprene Divinil acetilene Isopropil etere Potassio amide Potassio metallico Sodio amide Tetrafluoroetilene	Acetaldeide Benzil alcol Cumene Clorofluoroetilene Cicloesene Ciclopentene Diciclopentadiene Diossano Etiletere Furano 4-eptanolo 2-esanolo 2-pentanolo Tetraidrofurano	Butadiene Clorobutadiene Cloroprene Stirene Vinilacetato Vinilacetilene Vinilcloruro
Smaltire dopo 6 mesi	*Smaltire dopo 1 anno*	*Smaltire dopo 1 anno*

Tabella 11.1 – Esempi di prodotti perossidabili

ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI

CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON LA PELLE O I VESTITI

- lavare immediatamente con acqua per non meno di 15 minuti (ad eccezione di acido fluoridrico, solidi infiammabili, fenolo >10%);
- durante il lavaggio rimuovere velocemente tutti i gioielli o i vestiti contaminati. Non tergiversare per pudore o vergogna, ne va della vostra salute;
- togliere maglioni o magliette con cautela per non contaminare gli occhi;
- verificare nella scheda di sicurezza possibili effetti ritardati sulla salute;
- lavare i vestiti contaminati in lavatrice separatamente dagli altri indumenti. Gli effetti personali che non possono essere decontaminati devono essere buttati;
- non usare solventi per lavare la pelle. I solventi alterano il normale strato lipidico della pelle causando irritazioni e infiammazioni e in alcuni casi possono facilitare il passaggio dermico del prodotto tossico;
- in caso di contatto sulla pelle con solidi infiammabili, spazzolarne via il più possibile prima di procedere come sopra;
- in caso di contatto con acido fluoridrico, lavare con acqua per 5 minuti e poi applicare un gel di calcio gluconato sull'ustione, quindi recarsi immediatamente al pronto soccorso;
- in caso di contatto con fenolo ad una concentrazione (maggiore del 10%), lavare con acqua per 15minuti fino a che l'area coinvolta non ha cambiato colore da bianca a rosa, quindi applicare glicole polietilenico.

CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON GLI OCCHI

- lavare immediatamente gli occhi con acqua per almeno 15 minuti avendo cura di tenere gli occhi ben aperti. L'uso delle fontane per i lavaggi oculari è preferibile in quanto consentono di avere le mani libere in modo da per potersi aiutare a tenere aperti gli occhi. Se la fontana per il lavaggio oculare non dovesse essere disponibile, lavare l'occhio sotto il rubinetto avendo cura di far scorrere l'acqua dall'interno dell'occhio verso l'esterno (dal naso verso la guancia), in modo da non contaminare l'altro occhio;
- rimuovere le lenti a contatto durante il lavaggio. Non perdere tempo per rimuoverle prima. Dopo il lavaggio non rimettere le lenti a contatto;
- recarsi al pronto soccorso per una visita oculistica.

INALAZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO

- chiudere il contenitore, aprire le finestre o aumentare la ventilazione, spostarsi all'aria aperta;
- se eventuali sintomi, quali mal di testa, irritazione degli occhi e delle vie respiratorie, nausea dovessero persistere, recarsi al pronto soccorso spiegando con precisione quale prodotto chimico si è inalato;

INGESTIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO

- controllare la scheda di sicurezza per verificare l'esistenza di possibili effetti ritardati sulla salute. contattare il più vicino centro antiveleni e, se necessario, recarsi al pronto soccorso con la scheda di sicurezza del prodotto;
- indurre il vomito solo se espressamente indicato dalla scheda di sicurezza.

INIEZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO

- lavare l'area con acqua e sapone e recarsi al pronto soccorso con la scheda di sicurezza del prodotto.

NORME DI PREVENZIONE INCENDI

Al fine di prevenire e ridurre al minimo le possibili cause e fonti di incendio nei laboratori, tutto il personale è tenuto a:

- limitare al minimo indispensabile i quantitativi di sostanze infiammabili e materiali incendiabili presenti nei laboratori;
- prestare la massima cura nella movimentazione dei contenitori di sostanze infiammabili e adottare tutte le precauzioni possibili in caso di travaso delle stesse;
- depositare sempre negli armadi a prova di fuoco o nei reagentari le sostanze infiammabili di uso meno frequente;
- utilizzare il frigorifero senza contatti elettrici interni per il deposito di sostanze altamente infiammabili o termolabili;
- tenere sostanze infiammabili e materiali combustibili lontano da fonti di calore, fornelli elettrici e fiamme libere;
- non fare uso di fiamme libere nei laboratori se non per il tempo strettamente necessario alle attività di ricerca in corso;
- effettuare nei locali delle officine lavorazioni con attrezzature che sviluppano calore per attrito e/o che producono scintille. Nel caso di interventi per lavori o manutenzioni in situ è indispensabile adoperare tutte le cautele necessarie, anche in funzione delle attività svolte nelle aree attigue;
- accertarsi, almeno ad inizio lavoro, che le bombole ed i circuiti di adduzione dei gas in uso nei laboratori non presentino perdite;
- chiudere tutte le bombole di gas che non devono essere utilizzate al momento;
- non utilizzare adattatori multipli nelle prese di corrente;
- non utilizzare prese elettriche multiple portatili (le cosiddette basette o ciabatte). In caso di necessità, ed in via del tutto eccezionale e temporanea, assicurarsi che le prese multiple siano del tipo protetto da fusibile o altro sistema di limitazione di corrente con portata massima non superiore a 6 ampere e che il cavo di alimentazione sia posizionato in modo da non costituire intralcio o pericolo;
- non utilizzare per alcun motivo apparecchi elettrici od elettronici danneggiati o difettosi;
- impiegare correttamente macchine e apparecchiature elettriche assicurandosi sempre che le aperture di ventilazione non siano ostruite da materiali o corpi estranei;
- non utilizzare apparecchi elettrici di riscaldamento portatili che non siano termostatati. Essi, in ogni caso, devono essere posizionati lontano da materiali facilmente combustibili o infiammabili, sorvegliati durante il loro utilizzo e disalimentati subito dopo;

- spegnere le attrezzature elettriche che non devono restare in servizio;
- non manomettere e/o effettuare alcun intervento sugli impianti elettrici;
- non fumare in laboratorio;
- non vuotare eventuali portacenere nel cestino dei rifiuti;
- non occultare con mobili, oggetti e materiali vari le attrezzature di pronto intervento (estintori, idranti, armadietti di custodia attrezzature antincendio, doccette lava occhi, ecc.), i percorsi di esodo e le uscite di sicurezza;
- non accumulare, anche temporaneamente e specialmente lungo le vie di esodo, rifiuti, carta o altro materiale combustibile che possa essere incendiato occasionalmente o deliberatamente;
- non consentire l'accesso ai luoghi di lavoro a persone non autorizzate a meno che non siano personalmente accompagnate, per tutta la loro permanenza, da personale del laboratorio.

LA GESTIONE DEI RIFIUTI DEL LABORATORIO

In genere, i rifiuti in un laboratorio tipo possono essere distinti nelle seguenti tipologie:

- solventi organici
- soluzioni acide
- soluzioni basiche
- soluzioni contenti metalli pesanti

Vi sono alcuni accorgimenti che dovrebbero essere sempre seguiti nello stoccaggio dei rifiuti chimici:

- i rifiuti che sono chimicamente incompatibili non possono essere mescolati. Se i contenitori devono essere stoccati nella stessa zona, è necessario utilizzare anche contenimenti secondari quali, per esempio vasche di teflon, per contenere eventuali versamenti;
- tutti i contenitori per i rifiuti devono essere etichettati non appena siano utilizzati a tale scopo. L'etichetta deve riportare:
  - ✓ identificativo del laboratorio che ha prodotto il rifiuto;
  - ✓ descrizione del rifiuto e codice CER;
  - ✓ se possibile elenco dei composti contenuti con le percentuali;
- occorre verificare che i contenitori siano costituiti da materiali compatibili con i rifiuti in essi raccolti;
- i contenitori dei rifiuti devono rimanere sempre chiusi ad eccezione del momento del travaso. Non è consentito lasciarli aperti con l'imbuto inserito;
- è buona norma porre sotto i contenitori per i rifiuti delle vasche, dei vassoi o dei bacini di contenimento anche al fine di contenere eventuali fuoriuscite che potrebbero verificarsi durante le operazioni di travaso;
- i contenitori posizionati all'interno del laboratorio devono essere posti in zone lontane da fonti di calore, passaggi o altre lavorazioni. Essi, inoltre, dovrebbero essere posti in ben ventilati e, possibilmente, dotati di aspirazione locale forzata in modo da evitare possibili contaminazioni durante la fase di travaso;
- i contenitori per rifiuti non vanno ma riempiti completamente;
- durante le fasi di travaso e di movimentazione dei rifiuti è necessario indossare sempre occhiali di sicurezza ed i guanti;
- è vietato accumulare più di un contenitore per tipo di rifiuto;
- non conservare in laboratorio i contenitori per più di 60-90 giorni;
- prevedere contenitori rigidi per la vetreria rotta o per altri materiali taglienti;

- una volta pieni, i contenitori con i rifiuti prodotti andranno trasferiti nell'apposito luogo di raccolta, previo accordo con il responsabile del contratto rifiuti.

MINIMIZZAZIONE DEI RIFIUTI

Una corretta gestione dei rifiuti non può prescindere dal tentativo di ridurre la quantità complessiva dei rifiuti prodotti, nonché di ridurne la pericolosità e la tossicità specifica. Il vantaggio risiede, ovviamente, in un abbattimento dei costi di smaltimento, in una minore necessità di spazio a loro dedicato, una minore movimentazione degli stessi es un miglioramento generale delle condizioni di sicurezza.
Per ridurre la quantità di rifiuti prodotti:

- ridurre la scala degli esperimenti;
- distillare i solventi esausti per il loro riutilizzo;
- separare attentamente i rifiuti;
- recuperare i metalli per precipitazione;
- **ordinare solo le quantità necessarie.**

Uno dei modi di ridurre la pericolosità dei rifiuti prodotti è quello di utilizzare, ogni volta che ciò sia possibile, prodotti meno pericolosi, per esempio:

- utilizzare detergenti biodegradabili per pulire la vetreria;
- sostituire i bagni di etanolo/base con detergenti biodegradabili come Alconox;
- sostituire i termometri a mercurio;
- sostituire il sodio bicromato con sodio ipoclorito;
- sostituire il tetracloruro di carbonio con il cicloesano;
- sostituire la formaldeide con etanolo;
- sostituire il benzene con toluene o alcoli;
- sostituire i solventi clorurati con solventi non clorurati.

Lo stadio finale di ogni procedura sperimentale dovrebbe poi includere dei metodi per ridurre o eliminare la pericolosità dei rifiuti prodotti, per esempio: la neutralizzazione di acidi e basi, la polimerizzazione di monomeri epossidici, la trasformazione dei cianuri in cianati.

RILASCIO ACCIDENTALE DI SOSTANZE PERICOLOSE

Tale evento è tra quelli ragionevolmente probabili che possono verificarsi in un laboratorio di ricerca. Il rilascio può avvenire a seguito della perdita da un'apparecchiatura sperimentale ovvero dalla rottura accidentale di un contenitore e può riguardare una molteplicità di sostanze variamente caratterizzate: infiammabili, tossiche o nocive, asfissianti, ecc. Considerate le ridotte capacità dei contenitori utilizzati, ovvero delle portate in gioco nelle apparecchiature sperimentali rispetto ai volumi dei locali interessati, si valuta sia estremamente improbabile che possano verificarsi emissioni di vapori o gas in quantità tali da raggiungere concentrazioni critiche medie ambientali. Tuttavia non si può escludere che dette concentrazioni possano riscontrarsi nelle immediate vicinanze del centro di rilascio.

Chiunque ravvisi uno spandimento, ovvero una perdita di sostanze pericolose o ritenute tali da un contenitore, da un'apparecchiatura o da un impianto sperimentale, deve avvertire immediatamente la portineria.

L'operatore interessato ad uno spandimento accidentale di sostanze pericolose o che avverta una perdita, dall'apparecchiatura o dall'impianto sperimentali utilizzati, che comporti l'immissione nell'ambiente di sostanze pericolose, deve:

- avvertire la portineria;
- indossare immediatamente i DPI predisposti nei casi d'emergenza previsti per l'attività svolta;
- se trattasi di liquidi, limitarne lo spandimento utilizzando i mezzi ad alto potere assorbente (granuli o fogli) in dotazione;
- attivare immediatamente la procedura d'arresto d'emergenza dell'impianto o dell'apparecchiatura in avaria;
- aprire le finestre per agevolare al massimo il ricambio d'aria.

VERSAMENTI

La maggior parte dei versamenti è prevedibile. Qui di seguito sono pertanto riportati alcuni accorgimenti che possono prevenire o minimizzare la quantità di un versamento:

- posizionare i contenitori in modo tale che sia difficile urtarli o rovesciarli accidentalmente;
- posizionare i contenitori con l'etichetta ben visibile;
- riporre sempre i contenitori all'interno di bacinelle o di ripiani con bordi di contenimento;
- muoversi sempre con cautela ed attenzione;
- seguire le procedure per il trasporto e lo stoccaggio in sicurezza dei prodotti chimici cos' come riportato nelle relative schede di sicurezza.

Nel caso che il versamento di un prodotto chimico abbia comunque luogo, coloro che lo hanno causato sono responsabili dell'immediata e adeguata pulizia dell'area interessata. E' necessario pertanto che ogni laboratorio disponga di un piano di controllo dei versamenti adeguato alla natura dei prodotti chimici che in esso vengono manipolati.
Nel seguito vengono fornite alcune indicazioni generali per i versamenti di agenti chimici:

- allertare immediatamente gli occupanti dell'area ed il responsabile ed evacuare l'area se necessario;
- aiutare chiunque possa essere stato contaminato così come descritto nel precedente capitolo 1**2;**
- se il prodotto versato è un liquido volatile ed infiammabile, controllare e possibilmente isolare tutte le fonti di ignizione, aumentare la ventilazione dell'area;

- indossare i DPI adeguati alla tossicità del prodotto versato come riportato nella scheda di sicurezza;
- a seconda dell'entità e dell'estensione del versamento, mettere in atto le misure di contenimento più opportune;

Estensione	Quantità	Risposta	Materiali
Piccolo	< 300 mL	Trattamento chimico o assorbimento	Neutralizzazione o kit di assorbimento
Medio	300 mL – 5 L	Assorbimento	Kit di assorbimento
Grande	> 5 L	Vigili del Fuoco	Aiuto esterno

Tabella 18.1 – Entità del versamento e misure di contenimento più opportune

- se il versamento è di grossa entità o interessa una sostanza estremamente tossica occorre evacuare il locale, chiudere la porta ed avvisare la portineria richiedendo l'intervento dei Vigili del Fuoco;
- contenere il più possibile il versamento. A tal fine esistono in commercio diversi materiali utili a tale scopo ma, in mancanza d'altro, può andar bene anche della comune sabbia a grana sottile;



Figura 15.1 – Materiale per il contenimento di versamenti di prodotti chimici

- il materiale assorbente, in polvere o granuli, deve essere distribuito sull'intera area partendo dall'esterno verso l'interno con movimenti circolari, in modo da ridurre la possibilità di schizzi del versato. Diversi materiali assorbenti per acidi e basi agiscono non solo adsorbendo il materiale ma anche tramite neutralizzazione chimica, spesso essi contengono indicatori che cambiando colore segnalano quando la neutralizzazione è completa. I prodotti di neutralizzazione per solventi agiscono riducendo la formazione di vapori e aumentando il flash-point della miscela;



- quando il prodotto versato è stato assorbito, è necessario raccogliere il materiale adsorbente utilizzando, se necessario, una paletta ed una scopina, e riporlo in un sacco di plastica, se si tratta di un piccolo versamento, o in un fusto nel caso di un versamento più grande. Il contenitore deve comunque essere sempre correttamente etichettato è smaltito;
- decontaminare l'area dove è avvenuto il versamento con detergenti non aggressivi e, se del caso, con acqua;
- riportare sempre al proprio Responsabile ed all'RSPP del Centro quanto accaduto.

Per sviluppare una procedura di controllo dei versamenti specifici per il proprio laboratorio, occorrerà più in dettaglio considerare:

- i quantitativi di sostanza in gioco;
- le caratteristiche chimiche, fisiche e tossicologiche delle sostanze impiegate;
- attingere dalla scheda di sicurezza informazioni sui materiali adatti per contenere i versamenti nonché sugli adeguati dispositivi di protezione individuali necessari;
- acquistare e tenere sempre pronto all'uso un kit di controllo dei versamenti;
- posizionare il kit di controllo dei versamenti in una posizione facilmente accessibile e ben segnalata;
- inserire nella procedura di sicurezza dello specifico laboratorio le norme di comportamento da seguire per contenere, raccogliere, smaltire, decontaminare il versamento.



Figura 15.2 – Kit per il controllo dei versamenti

Versamento di liquidi non infiammabili

- distribuire la polvere adsorbente dall'esterno verso l'interno coprendo completamente il liquido versato;
- lasciare agire fino a che non si è sicuri che l'adsorbimento sia completo;
- raccogliere la polvere cominciando sempre dall'esterno verso l'interno;
- riporre il materiale adsorbente in un sacco di plastica;
- pulire con carta adsorbente inumidita e riporla nel sacco di plastica.

Versamento di liquidi infiammabili

- controllare tutte le fonti di calore o di ignizione;
- stendere sul liquido carta o salviette adsorbenti in modo da limitare anche le emissioni di vapori;
- raccogliere la carta adsorbente con le pinze e riporla in un sacchetto di plastica;
- pulire con carta adsorbente inumidita e riporla nel sacco di plastica.

Versamento di solidi

- raccogliere con paletta e spazzola il solido e riporlo nel sacchetto di plastica;
- eseguire questa operazione sempre dall'esterno verso l'interno avendo cura di non sollevare polvere;
- pulire con carta adsorbente inumidita;
- mettere tutto nel sacco di plastica.

Versamento di mercurio

- utilizzare pipette aspiranti per le gocce più grosse;
- utilizzare materiali adsorbenti specifici che producono una amalgama con il mercurio;
- lavare più volte la zona.



Figura 15.3 - Kit per il controllo dei versamenti di mercurio

FUORIUSCITE DA CONTENITORI IN PRESSIONE

Perdite dal contenitore

- tentare di arrestare la fuoriuscita;
- assicurare la ventilazione;
- in caso di gas infiammabili o esplosivi è necessario allontanare eventuali sorgenti di ignizione;
- avvertire la portineria ed evacuare l'area.

In caso di incendio

- evacuare la zona;
- avvertire la portineria che provvederà a chiamare i VVF al cui arrivo si comunicherà il numero, il contenuto e la dislocazione delle bombole coinvolte;
- se possibile allontanare, dopo aver chiuso le valvole, le bombole in prossimità dell'incendio ma non lambite dalle fiamme;
- iniziare a raffreddare le bombole che non si possono spostare bagnandole su tutta la superficie da un luogo protetto, fino a che il fuoco non sia estinto. Continuare a bagnare le bombole per almeno altri 10 minuti dopo lo spegnimento delle fiamme; Le bombole di acetilene devono essere immerse nell'acqua per almeno 24 ore;
- nel caso siano coinvolti gas tossici e corrosivi è necessario inoltre:

✓ utilizzare gli appositi dispositivi di protezione individuale;
✓ ventilare il locale o portare le bombole all'aria aperta in posizione non pericolosa, in luogo recintato e segnalato,
✓ verificare l'assenza di perdite con l'acqua saponata;
✓ contattare il fornitore per le azioni del caso.

Se la valvola è in fiamme

- lasciare bruciare il gas raffreddando la bombola e la zona circostante con acqua;
- se si tentasse di spegnere la fiamma, infatti, il gas infiammabile che continuerebbe a fuoriuscire, miscelandosi con l'aria, potrebbe formare un'atmosfera suscettibile di esplosioni. E' pertanto opportuno tentare di spegnere la fiamma sole se:

✓ costituisce particolare pericolo;
✓ la fuoriuscita è minima;
✓ la valvola si può chiudere rapidamente (utilizzare guanti resistenti alle alte temperature);
✓ la bombola può essere portata rapidamente all'esterno,
✓ non esistono possibili sorgenti di innesco.

AGENTI BIOLOGICI

CARATTERISTICHE DEL LABORATORIO – LIVELLI DI BIOSICUREZZA 1 e 2

- le finestre che si possono aprire devono essere dotate di barriere per gli artropodi, per esempio zanzariere;
- le pareti, i soffitti ed i pavimenti devono essere lisci, facili da pulire, impermeabili ai liquidi e resistenti agli agenti chimici ed ai disinfettanti normalmente usati nei laboratori. I pavimenti devono essere antiscivolo;
- le superfici di lavoro devono essere impermeabili all'acqua e resistenti a disinfettanti, acidi, alcali, solventi organici ed al calore moderato;
- gli spogliatoi e gli armadietti per gli indumento devono essere posizionati al di fuori delle aree di lavoro del laboratorio;
- in ogni stanza del laboratorio devono essere presenti lavandini, se possibile con acqua corrente, per il lavaggio delle mani, posizionati possibilmente vicino alle porte di uscita;
- per il livello di Biosicureza 2 deve essere presente, o disponibile ad una distanza ragionevole dal laboratorio, un'autoclave o un altro mezzo di decontaminazione.

REGOLE PRATICHE – LIVELLI DI BIOSICUREZZA 1 e 2

- ogni laboratorio deve adottare un manuale operativo e di sicurezza che identifichi i rischi noti e potenziali e specifichi le pratiche e le procedure da adottare per eliminare o minimizzare tali rischi;
- il simbolo internazionale di rischio biologico deve essere esposto sulle porte delle stanze dove si manipolano microrganismi del gruppo 2 o superiore;
- per tutto il tempo in cui si lavora in laboratorio devono essere indossati camici, uniformi o divise da laboratorio;
- per tutte le procedure che prevedono contatto diretto o accidentale con sangue, liquidi biologici, animali o altri materiali potenzialmente infetti, occorre indossare guanti adeguati. Dopo l'uso bisogna rimuovere i guanti facendo in modo che tale manovra non comporti un'esposizione a rischio e dopo essersi tolti i guanti è necessario lavarsi le mani;



- il personale deve lavarsi le mani anche dopo aver manipolato animali o materiale infetto e prima di lasciare le aree di lavoro del laboratorio;
- occhiali di sicurezza, schermi facciali o latri dispositivi di protezione devono essere indossati quando è necessario proteggere occhi e faccia da spruzzi, urti e sorgenti di radiazione ultravioletta artificiale;
- è proibito indossare gli indumenti protettivi di laboratorio al di fuori del laboratorio quali, ad esempio, la mensa, il bar, l'ufficio, la biblioteca, gli ambienti comuni ed i bagni;
- è proibito indossare calzature aperte;
- è vietato mangiare, bere, fumare, truccarsi e maneggiare lenti a contatto nelle aree del laboratorio;
- è vietato conservare cibi o bevande in qualunque zona delle aree di lavoro del laboratorio;
- gli indumenti protettivi usati nel laboratorio non devono essere conservati negli stessi armadietti o mobiletti usati per gli indumenti personali;

- è severamente vietato pipettare a bocca. Utilizzare invece pipettatori automatici o elettrici;
- non si deve portare nessun materiale alla bocca. Le etichette non devono essere leccate;
- tutte le attività devono essere effettuate in modo da minimizzare la formazione di aerosol o goccioline;
- l'uso di aghi ipodermici o siringhe deve essere limitato. Non devono essere usati in sostituzione di altri strumenti per aspirare o per qualunque altro scopo che non siano iniezioni parentali o per l'aspirazione di liquidi da animali di laboratorio;
- è necessario utilizzare le cappe di Biosicurezza ogni qualvolta:

✓ vengono manipolati materiali infetti. Tali materiali possono essere centrifugati fuori dalla cappa nel caso si usino cestelli di sicurezza sigillati e qualora questi vengano aperti e chiusi sotto cappa;

✓ esiste un elevato rischio di contaminazione per via aerea;

✓ si svolgono procedure ad alto potenziale di produzione di aerosol. Queste possono includere la centrifugazione, frammentazione, omogeneizzazione, agitazione o miscelazione vigorosa, sonicazione, apertura di contenitori di materiali infetti a pressione diversa dalla pressione ambientale, inoculazione intranasale di animali e raccolta di tessuti infetti da animali e uova:

- utilizzare:

✓ pipette Pasteur ed anse di platica monouso, in modo da evitare il vetro, quando è possibile. In alternativa, sotto cappa di Biosicurezza possono essere utilizzati sterilizzatori elettrici per anse al fine di ridurre la produzione di aerosol;

✓ provette e contenitori con tappo a vite;

✓ autoclavi o altri mezzi per decontaminare materiali infetti;

- il Responsabile del Laboratorio, l'RSPP e il Medico Competente devono essere avvisati in caso di versamenti di liquido, incidente, esposizione definita o possibile a materiali infetti. Deve essere inoltre istituito un registro degli esposti e degli eventi incidentali;
- è necessario predisporre e seguire una procedura scritta per la gestione di ogni versamento accidentale di liquidi;
- i liquidi contaminati devono essere decontaminati (chimicamente o fisicamente) prima di essere versati nelle fognature;
- il materiale cartaceo che dovrà essere portato fuori dal laboratorio deve essere protetto dalla possibile contaminazione all'interno del laboratorio;
- il laboratorio deve essere mantenuto in ordine, pulito e libero da materiali che non siano strettamente necessari alle attività;
- le superfici di lavoro devono essere decontaminate dopo qualunque versamento di liquidi potenzialmente pericolosi ed alla fine di ogni giornata di lavoro;
- tutti i materiali contaminati, campioni e culture devono essere decontaminati prima della loro eliminazione o della pulitura per il loro riutilizzo;
- l'imballaggio ed il trasporto dei campioni devono seguire le norme nazionali e/o internazionali esistenti in materia.

Lavaggio delle mani

Le mani costituiscono il principale veicolo di trasmissione degli agenti patogeni, specie nelle strutture sanitarie. Esse vengono infatti contaminate da un elevato numero di microrganismi e dalla contaminazione della superficie si può arrivare all'infezione mediante penetrazione attraverso la cute o attraverso piccole lesioni della stessa. Dalle mani, poi, i microrganismi possono essere trasportati al viso, alle mucose congiuntivali nasali o orali.



Figura 16.1 – Contaminazione delle mani

Uso dei guanti

Non sostituisce il lavaggio delle mani, le quali possono comunque venire contaminate per:

- imperfezioni o rotture del guanto;
- errata manovra di rimozione del guanto.

Il guanto deve sempre essere sostituito in caso di contaminazione con materiale biologico. I guanti in lattice o in vinile non possono essere considerati completamente impermeabili ai microrganismi sia per la porosità del materiale che per la possibile presenza di piccoli fori.

PRECAUZIONI NELLA MANIPOLAZIONE DI MATERIALE BIOLOGICO

La manipolazione di materiale potenzialmente infetto deve essere eseguita in modo da evitare qualsiasi dispersione del materiale stesso:

- aprire con cautele le fiale o i contenitori di materiale liofilizzato o congelato;
- lavorare in modo da minimizzare la formazione di aerosol;
- evitare di riempire provette e contenitori fino all'orlo;

- conservare i campioni biologici in contenitori a tenuta stagna, dopo la chiusura ermetica non devono rimanere all'esterno tracce del contenuto, etichettare in modo che sia sempre possibile riconoscerne il contenuto;
- in caso di versamento di materiale potenzialmente infetto, coprire la superficie con un panno o carta assorbente imbevuto di disinfettante ed aspettare che il disinfettante eserciti la sua azione, quindi pulire usando le opportune precauzioni e riapplicare il sistema disinfettante. Informare sempre il responsabile del laboratorio dell'incidente;
- utilizzare appropriate cappe di sicurezza biologica per le manipolazioni di agenti biologici. Tali cappe vanno utilizzate sempre e per tutte le operazioni nel caso di agenti dei gruppi 3 e 4.

SORVEGLIANZA SANITARIA DEL PERSONALE IN CONTATTO CON MICRORGANISMI AL LIVELLO DI BIOSICUREZZA 1

Le evidenze a disposizione indicano che i microrganismi appartenenti a questo livello di rischio hanno scarsa probabilità di causare malattia negli esseri umani o di assumere importanza veterinaria. Tuttavia, tutto il personale dovrebbe essere ugualmente sottoposto, prima dell'assunzione, a controlli sanitari nel corso dei quali deve essere raccolta e registrata la storia medica. E' opportuno che le malattie o gli incidenti di laboratorio vengano segnalati tempestivamente e che tutto il personale sia informato dell'importanza di una buona pratica microbiologica.

SORVEGLIANZA SANITARIA DEL PERSONALE IN CONTATTO CON MICRORGANISMI AL LIVELLO DI BIOSICUREZZA 2

E' necessario un controllo sanitario prima dell'assunzione o prima dell'assegnazione ad un particolare lavoro. Occorre registrare la anamnesi della persona e fare una valutazione ad hoc del rischio occupazionale. Il Responsabile del Laboratorio dovrebbe tenere traccia delle assenze per malattia.
Le donne in età fertile devono essere informate dei rischi per un futuro bambino derivanti dall'esposizione occupazionale a certi microrganismi (esempio il virus della rosolia). Le misure prese a protezione del feto saranno variabili a seconda dei microrganismi a cui le donne possono essere esposte.

FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO

L'addestramento sulle misure di sicurezza deve essere parti integrante dell'inserimento del nuovo lavoratore nel laboratorio. L'addestramento del personale e le istruzioni sulle pratiche da adottare in laboratorio dovrebbero sempre prendere in considerazione i rischi associati a tutte le attività che vi vengono svolte ed, in particolare:

- rischi da inalazione (ad esempio produzione di aerosol) nell'usare anse, strisciare piastre di agar, pipettare, effettuare strisci, aprire recipienti di coltura, prendere campioni di sangue/siero, centrifugare, ecc.;
- rischi di ingestione nel manipolare campioni, strisci e colture;
- rischi di esposizione percutanea quando si usano aghi e siringhe;
- rischio da morsi o graffi nel lavorare con animali;
- manipolazione di sangue ed altri materiali patologici potenzialmente a rischio;
- decontaminazione ed eliminazione di materiale infetto.

TRATTAMENTO DEI RIFIUTI

Per rifiuto si intende qualsiasi cosa da eliminare.
Nei laboratori, la decontaminazione dei rifiuti è strettamente connessa alla loro eliminazione finale. Nell'uso quotidiano, poco o nulla del materiale contaminato richiederò di essere portato via dal laboratorio e distrutto.
La maggior parte della vetreria, degli strumenti e del vestiario di laboratorio verrò riutilizzato o riciclato. La condizione ideale sarebbe quella in cui tutto il materiale infetto fosse decontaminato, autoclavato o incenerito (ovviamente dipende dalle possibilità e dai quantitativi di materiale) nel laboratorio

Le domande principali da porsi prima di gettare qualunque oggetto o materiale utilizzato in un laboratorio nel quale si svolgono attività con microrganismi potenzialmente infettivi o tessuti animali sono:

- gli oggetti o il materiale infetto sono stati efficacemente decontaminati o disinfettati secondo una procedura approvata?
- in caso di risposta negativa, sono stati impacchettati secondo le regole per essere immediatamente inceneriti sul posto o trasferiti ad altro inceneritore?
- gli oggetti ed i materiali da decontaminare pongono dei rischi potenziali, biologici o no, nei confronti di chi si occuperà della loro eliminazione o potrebbe venirne a contatto all'esterno della struttura?

16.7.1 Decontaminazione

La sterilizzazione in autoclave a vapore è il metodo migliore di decontaminazione. Il materiale da decontaminare ed eliminare deve essere posto in contenitori, ad esempio buste di plastica autoclavabili con un codice colore diverso se il contenuto va autoclavato e/o incenerito. Metodi alternativi possono essere considerati solo se sono in grado di eliminare e/o uccidere i microrganismi

17.7.2 Procedure per la manipolazione e l'eliminazione dei materiali contaminati e dei rifiuti

I materiali infetti ed i contenitori devono essere ben identificabili, secondo le norme nazionali ed internazionali, vanno considerate le seguenti categorie:

- rifiuti non contaminati (non infetti), che possono essere riutilizzati o riciclati o eliminati come se fossero rifiuti comuni;
- oggetti taglienti contaminati (infetti) quali: aghi ipodermici, bisturi, coltelli e vetri rotti. Questi devono sempre essere raccolti in contenitori rigidi, resistenti e dotati di coperchio e quindi trattati come materiale infetto;
- materiale contaminato da decontaminare tramite passaggio in autoclave e successivamente a lavaggio e riutilizzo o riciclo;
- materiale infetto contaminato destinato a passaggio in autoclave ed eliminazione;
- materiale contaminato destinato direttamente all'inceneritore.

Oggetti taglienti

Dopo l'uso, gli aghi non devono essere reincappucciati, tagliati o staccati dalle siringhe monouso. Tutto l'insieme va smaltito in un contenitore per oggetti taglienti senza manipolazioni. Anche le siringhe monouso usate senza ago vanno smaltite nei contenitori di sicurezza.

I contenitori per la raccolta degli oggetti taglienti devono essere rigidi, a prova di puntura e non devono essere riempiti fino all'orlo. Quando sono pieni per i ¾ vanno chiusi e messi nei contenitori per rifiuti infetti" ed inceneriti, avendoli autoclavati se richiesto dalla pratica del laboratorio. I contenitori per gli oggetti taglienti no vanno buttati in discarica.

Materiale contaminato (potenzialmente infetto) destinato al passaggio in autoclave ed al riutilizzo

Non bisogna fare alcun tentativo di prelavaggio su materiali contaminati (potenzialmente infetti) destinati ad essere autoclavati e riutilizzati. Qualunque pulitura o riparazione vanno fatte solamente dopo il passaggio in autoclave o disinfezione.

Materiale contaminato (potenzialmente infetto) destinato all'eliminazione

A parte gli oggetti taglienti di cui si è parlato sopra, tutti i materiali contaminati (potenzialmente infetti) devono essere autoclavati in recipienti a tenuta (ad esempio le buste in plastica con codice colorato autoclavabili) prima di essere eliminati. Dopo essere stato autoclavato, il materiale può essere posto in contenitori di trasferimento per il trasporto all'inceneritore. Se possibile, il materiale derivante da attività sanitarie non deve essere mandato alle discariche nemmeno dopo decontaminazione ma deve essere destinato all'incenerimento.

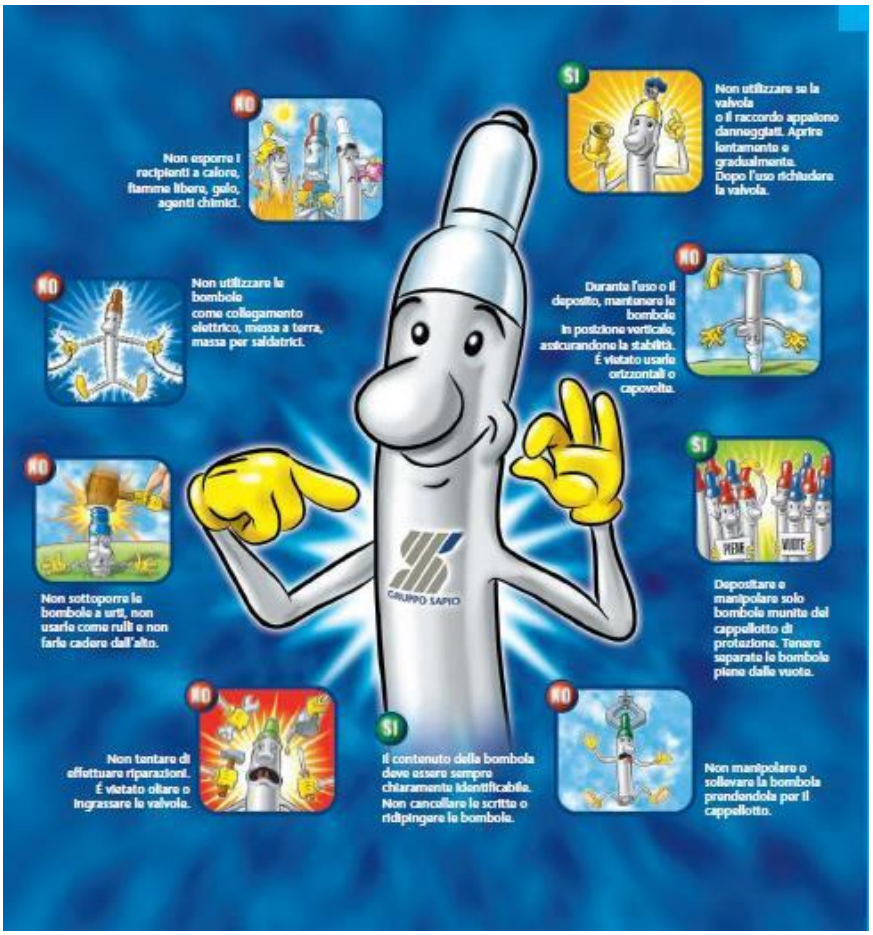
Se è presente un inceneritore presso il laboratorio, il passaggio in autoclave può essere evitato: i rifiuti contaminati vanno posti in appositi contenitori (ad esempio buste di plastica con codice a colori) e trasportate direttamente all'inceneritore. I contenitori si trasferimento riutilizzabili devono essere a prova di liquidi e con coperchio a

tenuta. Vanno disinfettati e puliti prima di essere restituiti al laboratorio per essere riutilizzati.

Ogni postazione di lavoro deve essere dotata di contenitori per i rifiuti, bacinelle e secchi, preferibilmente infrangibili (ad esempio di plastica). Quando si usano disinfettanti, i rifiuti devono rimanere in contatto stretto con il disinfettante (cioè senza l'interposizione di bolle d'aria) per il tempo previsto a seconda del disinfettante usato. I recipienti per rifiuti vanno decontaminati e lavati prima di essere riutilizzati.

PARTE III

GAS E LIQUIDI CRIOGENICI



GAS COMPRESSI

Nei laboratori chimici si utilizzano, spesso contemporaneamente, diversi tipi di gas che possono dare origine a seri rischi sia per la natura chimica del fluido (tossico, irritante, infiammabile, asfissiante) sia per il suo stato fisico (elevata pressione). Generalmente, i gas utilizzati vengono erogati da postazioni che contengono più bombole collegate agli utilizzi attraverso impianti fissi o, più raramente, da bombole posizionate direttamente in laboratorio, in prossimità dell'utenza.

TIPI DI GAS

In base alle loro proprietà chimico-fisiche i gas possono essere suddivisi in:

- **gas inerti [A]:** si definisce inerte un gas o una miscela di gas non tossici, non corrosivi, non infiammabili, e non ossidanti. Il rischio di asfissia è comunque sempre da prendere in considerazione. Esempi di tali gas sono:

✓ azoto;
✓ argon;
✓ elio;
✓ anidride carbonica;

- **gas infiammabili [F]:** si definisce infiammabile un gas o una miscela di gas che può infiammarsi in aria alla pressione atmosferica e ad una temperatura di 20 °C, quali, ad esempio:

✓ idrogeno;
✓ metano;
✓ etilene;
✓ etano;
✓ ossido di carbonio;
✓ idrogeno solforato;
✓ ammoniaca;

- **gas ossidanti [O]:** si definisce ossidante (comburente) un gas o una miscela di gas, che, a pressione atmosferica, ha un potenziale di ossidazione che favorisce una combustione più di quanto non faccia l'aria stessa. Ad esempio:

✓ ossigeno;
✓ protossido di azoto;
✓ biossido di azoto;

In base alle loro proprietà tossicologiche i gas possono essere suddivisi in:

- **gas tossici [T]:** si definisce tossico un gas o una miscela di gas che, per inalazione, causa la morte o danni acuti o cronici (CL50 ≤ 5000 ppm) Da un punto di vista normativo occorre poi ricordare che si individuano come gas tossici tutti i gas, compressi o liquefatti che sono definiti come tali dal Regio Decreto 127 del 09/01/1927, e successive modifiche ed integrazioni, e comunque dalla vigente normativa;
- **gas corrosivi [C]:** si definisce corrosivo un gas o una miscela di gas che può danneggiare o distruggere i tessuti viventi (occhi, pelle e mucose);
- Anche se normalmente ci si riferisce a tali sostanze come a gas compressi, non tutti sono presenti in questo stato all'interno dei recipienti con cui vengono commercializzati. Più precisamente i fluidi contenuti nei

recipienti denominati bombole possono essere allo stato di gas compresso (ad esempio l'ossigeno), liquefatto (ad esempio l'ammoniaca) o disciolto (ad esempio l'acetilene).

In particolare, vengono definiti:

- **gas compressi:** tutti i gas con temperatura critica (temperatura al di sopra della quale una sostanza non può esistere allo stato liquido) inferiore a –10 °C e trasportati allo stato gassoso sotto pressione;
- **gas liquefatti**: tutti i gas con temperatura critica uguale o superiore a –10°C e trasportati allo stato parzialmente liquido sotto pressione;
- **gas disciolti:** gas che in base alla loro solubilità in un liquido vengono in esso disciolti ad alta pressione.

Usualmente, tutti i recipienti contenenti gas compressi, liquefatti o disciolti sono denominati impropriamente bombole, le norme prevedono invece la seguente classificazione dei recipienti:

- **bidoni:** sono costruiti in lamiere di acciaio unite tra loro mediante saldature per fusione ed hanno una capacità compresa tra 5 e 150 litri. Sono destinati a contenere i gas compressi la cui pressione di carica riferita a 15 °C non superi i 20 kg/cm2, ad eccezione del fluoruro di boro;
- **bombole:** sono costruite in acciaio (o leghe leggere) in un solo pezzo senza saldatura longitudinale ed hanno una capacità fino a 150 litri; possono contenere gas compressi la cui pressione di carica riferita a 15 °C superi i 20 kg/cm2;
- **piccole bombole:** sono costruite con le stesse modalità delle bombole e sono idonee a contenere gli stessi gas compressi. Hanno una capacità compresa tra i 3 e i 5litri, la lunghezza esterna non supera di otto volte il diametro esterno;
- **bombolette:** sono costruite con le stesse modalità delle bombole e sono idonee a contenere gli stessi gas compressi. Hanno una capacità inferiore a 3 litri.

Le bombole vengono generalmente fornite con fondo bombato ad una estremità, ove è applicato il raccordo con filettatura interna per l'attacco della valvola. Di solitole bombole sono completate dalla valvola, dal cappellotto (di norma aperto) con relativo collare e dal piede di appoggio (zoccolo). Il cappellotto, avvitato sull'ogiva, serve a proteggere la valvola da urti o da altre cause che potrebbero comprometterne l'efficienza ed è aperto per consentire lo sfogo del gas in caso di perdita della valvola. Il cappellotto deve essere riavvitato al suo posto subito dopo l'uso della bombola. Lo zoccolo, oltre a mantenere la bombola verticale in posizione stabile, ne solleva il fondo da terra proteggendo da urti, da sfregamenti e dalla corrosione in presenza di umidità.

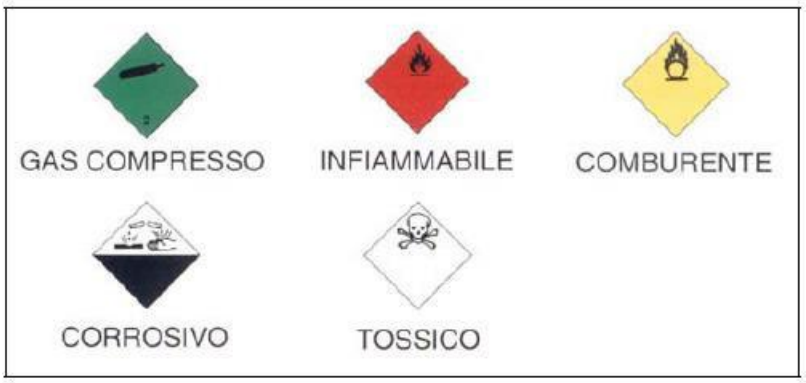


Figura 17.1– Pittogrammi di pericolo

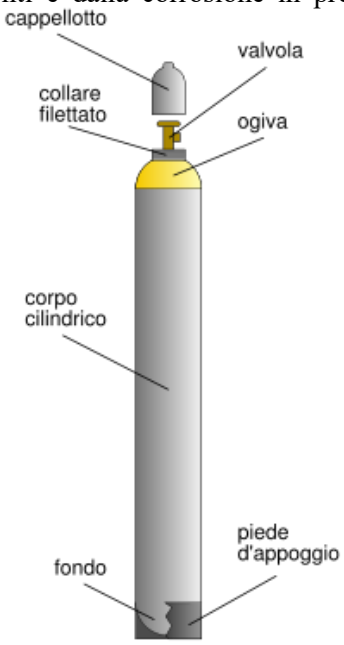


Figura 17.2 – Parti costituenti una bombola di gas compresso

Le bombole di gas compresso, liquefatto o disciolto devono essere utilizzate solo se il loro contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:

- colorazione dell'ogiva
- punzonatura del nome commerciale sull'ogiva del recipiente o la dicitura "miscela" accompagnata da etichette o cartellini riportanti la composizione;
- caratteristiche del raccordo filettato.

Identificazione del gas sulla base della colorazione dell'ogiva

Con Decreto 7 gennaio 1999 il Ministero dei Trasporti, ravvisando l'opportunità di uniformare le colorazioni distintive delle bombole nei Paesi CE, ha disposto l'applicazione della norma UNI EN 1089-3, che prevede un sistema di identificazione delle bombole con codici di colore delle ogive diverso da quello fino ad allora usato in Italia. Il nuovo sistema di identificazione è divenuto obbligatorio per le bombole nuove il 10 agosto 1999, mentre dal 30 giugno del 2006 è diventato obbligatorio anche per le bombole già in circolazione. Tale normativa è valida per le bombole di gas industriali, tecnici e medicinali, ma non si applica alle bombole di GPL (gas di petrolio liquefatto) e agli estintori.

La colorazione dell'ogiva nel nuovo sistema, quindi, non identifica più il gas, ma la natura del pericolo ad esso associato. E' quindi possibile risalire al pericolo anche a distanza, quando l'etichetta non è ancora leggibile. Solo per i gas più comuni sono previsti colori specifici.



Figura 17.3 - Natura del pericolo del gas in relazione al colore dell'ogiva della bombola

Nel periodo transitorio, fino al 30 giugno 2006, i due sistemi di colorazione hanno dovuto necessariamente coesistere e per evitare confusioni la codifica dei colori secondo la nuova normativa è stata individuata con la lettera maiuscola "N" riportata in 2 posizioni diametralmente opposte sull'ogiva. L'apposizione della lettera "N" non è necessaria per le bombole circolanti solo all'interno di paesi in cui il colore caratteristico non sia mutato rispetto a quanto precedentemente in uso.

TIPO DI GAS	VECCHIA COLORAZIONE	NUOVA COLORAZIONE
acetilene C_2H_2	arancione	marrone rossiccio
ammoniaca NH_3	verde	giallo
argon Ar	amaranto	verde scuro
azoto N_2	nero	nero
biossido di carbonio CO_2	grigio chiaro	grigio
cloro Cl_2	giallo	giallo
elio He	marrone	marrone
idrogeno H_2	rosso	rosso
ossigeno O_2	bianco	bianco
protossido d'azoto N_2O	blu	blu
aria ad uso industriale	bianco+nero	verde brillante
aria respirabile	bianco+nero	bianco+nero
miscela elio-ossigeno ad uso respiratorio	alluminio	bianco+marrone

Figura 17.4 - Colore dell'ogiva in funzione del tipo di gas

TIPO DI PERICOLO	VECCHIA COLORAZIONE	NUOVA COLORAZIONE
ASFISSIANTE (INERTE)	alluminio	verde brillante
INFIAMMABILE	alluminio	rosso
OSSIDANTE	alluminio	blu chiaro
TOSSICO	giallo	giallo
CORROSIVO	giallo	giallo
TOSSICO E INFIAMMABILE	giallo	giallo+rosso
TOSSICO E OSSIDANTE	giallo	giallo+blu chiaro

Figura 17.5 - Colore dell'ogiva in funzione del tipo di pericolo

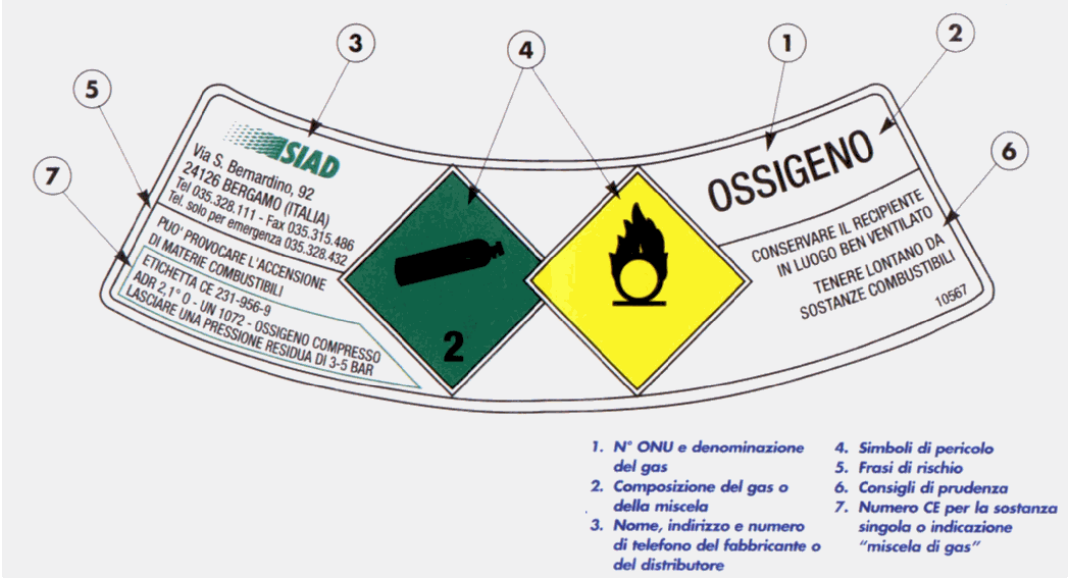
La codifica dei colori riguarda solo l'ogiva delle bombole, in generale il corpo della bombola può essere dipinto di qualsiasi colore che non comporti il pericolo di erronee interpretazioni del rischio associato al colore dell'ogiva. Attualmente, la colorazione verde del corpo identifica, in Italia, la bombola di ossigeno e di protossido di azoto per uso medicale. E' tuttavia previsto che, in futuro, tale colorazione venga modificata, adottando per il corpo di tutte le bombole di gas medicale il colore bianco, in conformità alla prassi prevalente in Europa

Nel caso che sia richiesta una codificazione a due colori si raccomanda che essi vengano applicati in segmenti circolari sovrapposti, la norma consente tuttavia la loro disposizione anche in quadranti alternati.

Occorre considerare, infine, che i colori possono subire alterazioni e modificarsi nel corso del tempo, fino a finire per confondersi. E' pertanto necessario controllare periodicamente che sia il colore dell'ogiva che l'etichetta siano sempre integri.

Etichettatura e punzonatura dell'ogiva

L'etichettatura delle bombole rispetta le norme previste per il trasporto, nonché per la classificazione, imballaggio ed etichettatura delle merci pericolose.



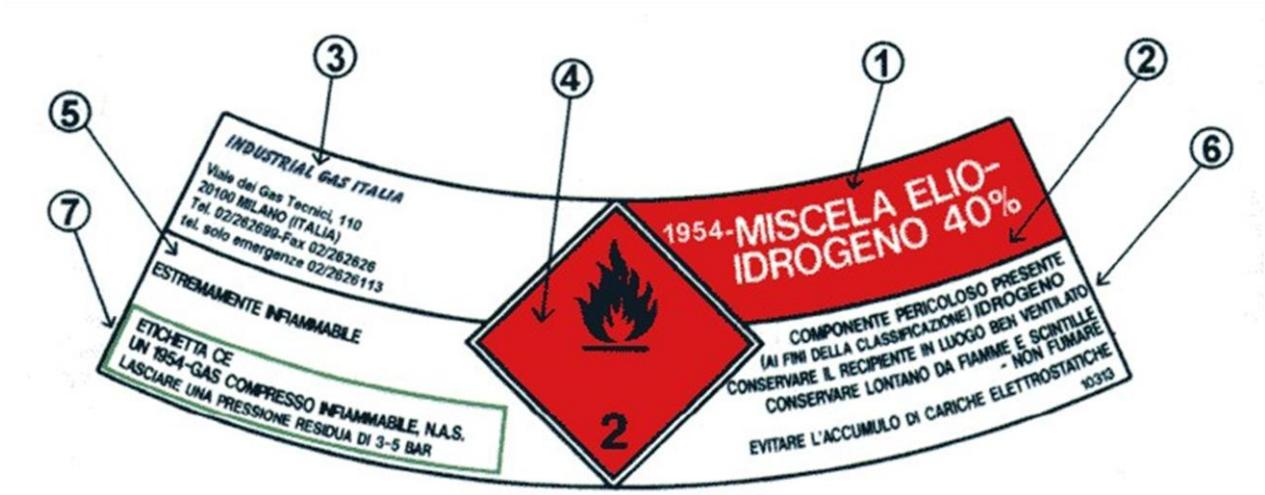


Figura 17.6 - Esempi di etichettatura dell'ogiva delle bombole

1. Numero ONU
2. Nome del gas
3. Recapito del fabbricante o del distributore
4. Simbolo di pericolo
5. Frase di rischio
6. Consigli di prudenza
7. Etichetta Ce

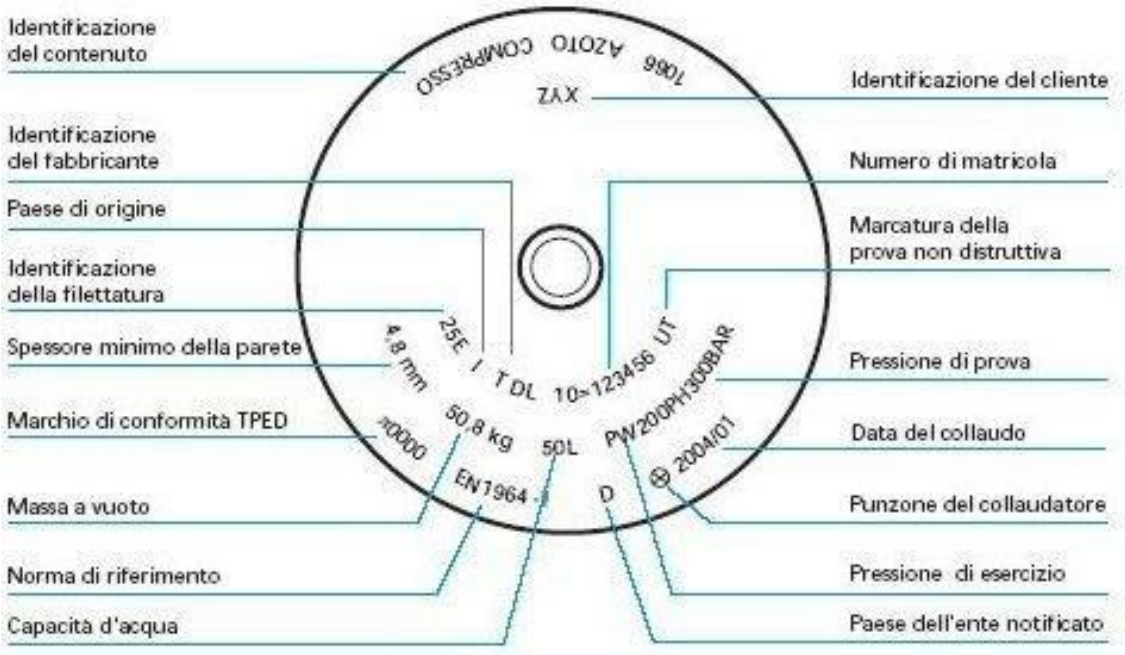


Figura 17.7 - Punzonatura dell'ogiva, significato

Caratteristiche del raccordo filettato

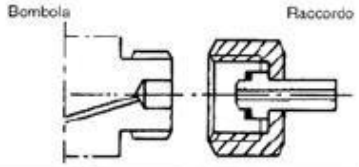
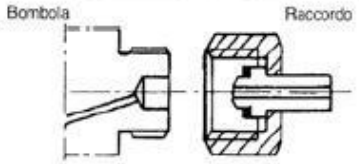
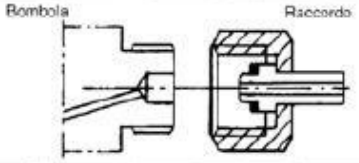
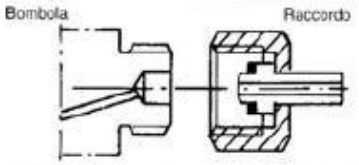
Per evitare di collegare inavvertitamente una bombola ad un riduttore o ad una linea di distribuzione dedicata ad un altro gas, i gas sono stati divisi in gruppi a seconda della loro compatibilità chimica. A ciascun gruppo è stato associato un raccordo filettato della valvola di uscita con caratteristiche specifiche ed uniche per quel determinato gruppo, in modo che non siano possibili scambi di bombole di gas incompatibili. La suddivisione dei gas compressi in base alle filettature di raccordo delle valvole con i tubi di riempimento e svuotamento è riportata nella tabella seguente.

Gruppo	Diametro della vite (mm)		Senso della filettatura	N° dei filetti per pollice
	maschio	femmina		
Gruppo I Acido cianidrico non assorbito da materie porose, acido solfidrico, bromuro di vinile, butadiene, butano puro, butano commerciale, butilene, ciclopropano, cloruro di cianogeno, cloruro di etile, cloruro di metile, cloruro di vinile, etano, etere metilico, etere metilvinilico, etilene, floruro di vinile, idrogeno, isobutano, isobutilene, metano, metilmercapatano, ossido di etilene, propano puro, propano commerciale, propilene, tetrafluoroetilene	20		sinistrorso	14
Gruppo II Anidride carbonica diversa da quella per uso medicale, anidride solforosa, bromuro di metile, cloropentafluoroetano, clorotrifluorometano, diclorotetrafluoroetano, esafloruro di zolfo, monoclorodifluoroetano, monoclorodifluorometano, fosgene, ossigeno, tetrossidodiazoto, trifluorometano, difluoroetano, difuoroetilene	21.7		destrorso	14

Gruppo	Diametro della vite (mm)		Senso della filettatura	N° dei filetti per pollice
	maschio	femmina		
Gruppo III Ammoniaca, dimetilammina, etilammina, metilammina, trimetilammina	30		sinistrorso	14
Gruppo IV Acido bromidrico anidro, acido cloridrico anidro, cloro, cloruro di trifluoroacetile, fluoro, fluoruro di boro	25.4		destrorso	8
Gruppo V Azoto		21.7	destrorso	14
Gruppo VI				
Aria	30		destrorso	14
Gruppo VII Acetilene disciolto	attacco a pressione			
Gruppo VIII Argo, cripto, elio, neo, xeno		24.51	destrorso	14
Gruppo IX Protossido di azoto	16.66		destrorso	19
Gruppo X Anidride carbonica per uso medicale	27		destrorso	2

Tabella 19.1 – Caratteristiche del raccordo filettato della valvola in relazione al loro contenuto della bombola

VALVOLE PER BOMBOLE SECONDO LA VIGENTE NORMATIVA UNI

Gruppo I	UNI 4405	Idrogeno solforato - Butadiene - Butano - Butene - Etano - Etilene - Idrogeno - Isobutano - Metano - Ossido di Carbonio - Ossido di Etilene - Propano - Propilene - Miscele combustibili		Maschio ø 20 mm 14 f.p.p. sinistrorso
Gruppo II	UNI 4406	Anidride Carbonica (non per uso medicale) - Anidride Solforosa - Esafluoruro di zolfo - Ossigeno - Miscele comburenti - Clorofluorocarburi		Maschio ø 21.7 mm 14 f.p.p. destrorso
Gruppo III	UNI 4407	Ammoniaca - Dimetilammina		Maschio ø 30 mm 14 f.p.p. sinistrorso
Gruppo IV	UNI 4408	Acido Bromidrico - Acido Cloridrico Acido Fluoridrico - Cloro - Fluoro - Miscele con Ossido di Etilene		Maschio ø 25.4 mm 8 f.p.p. destrorso

VALVOLE PER BOMBOLE SECONDO LA VIGENTE NORMATIVA UNI

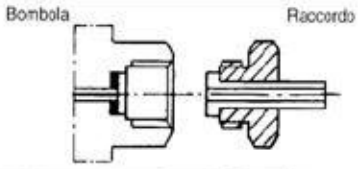
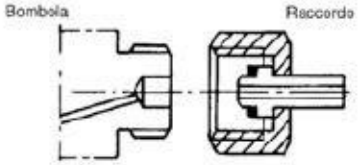
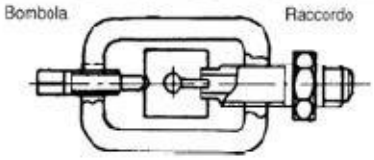
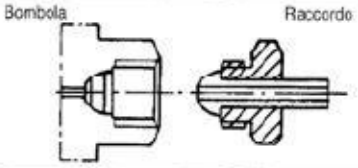
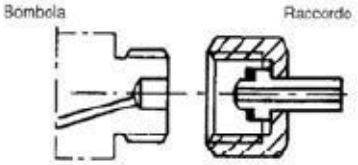
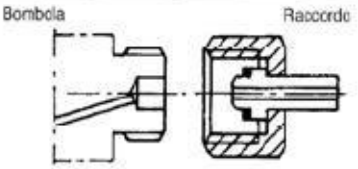
Gruppo V	UNI 4409	Azoto - Miscele inerti a base di azoto		Femmina ø 21.7 mm 14 f.p.p. destrorso
Gruppo VI	UNI 4410	Aria		Maschio ø 30 mm 14 f.p.p. destrorso
Gruppo VII	UNI 4411	Acetilene		Attacco a pressione con staffa
Gruppo VIII	UNI 4412	Argon Kripton Elio Neon Xenon Miscele inerti di gas rari		Femmina ø 24.5 mm 14 f.p.p. destrorso
Gruppo IX	-	Protossido d'azoto		Maschio ø 16.66 mm 19 f.p.p. destrorso
Gruppo X	-	Anidride Carbonica per uso medicale		Maschio ø 27 mm passo 2 destrorso

Tabella 19.2 – Raccordi valvola per bombole gas compressi

Per le miscele di gas compressi le caratteristiche dei rubinetti e dei raccordi debbono essere suddivise nei seguenti gruppi in base alle caratteristiche salienti della miscela:

- miscele inerti: Gruppo V oppure Gruppo III
- miscele comburenti: Gruppo II
- miscele combustibili: Gruppo I
- miscele corrosive: Gruppo IV

19.2 MOVIMENTAZIONE DELLE BOMBOLE

La movimentazione delle bombole di gas compressi, liquefatti o disciolti richiede particolare attenzione ed il rispetto di alcune precauzioni generali:

- tutte le bombole devono essere provviste dell'apposito cappellotto di protezione delle valvole, che deve rimanere sempre avvitato tranne quando la bombola è in uso, o di altra idonea protezione, ad esempio maniglione o cappellotto fisso. Le bombole di gas tossici devono essere spostate non solo con il cappellotto proteggi valvola, ma anche con il tappo di sicurezza. **Non si deve mai spostare una bombola con il riduttore di pressione inserito;**

- le bombole devono essere maneggiate con cautela evitando che possano urtare con violenti fra di loro o con altre superfici, cadute od altre sollecitazioni meccaniche che possano comprometterne l'integrità e la resistenza;
- le bombole non devono essere sollevate dal cappellotto, né trascinate, né fatte rotolare o scivolare sul pavimento. **La loro movimentazione, anche per brevi distanze, deve avvenire mediante carrello a mano od altro opportuno mezzo di trasporto;**

per sollevare le bombole non devono essere usati elevatori magnetici né imbracature con funi o catene. Eventuali sollevamenti a mezzo gru, paranchi o carrelli elevatori devono essere effettuati impiegando esclusivamente le apposite gabbie, cestelli metallici o appositi pallets;

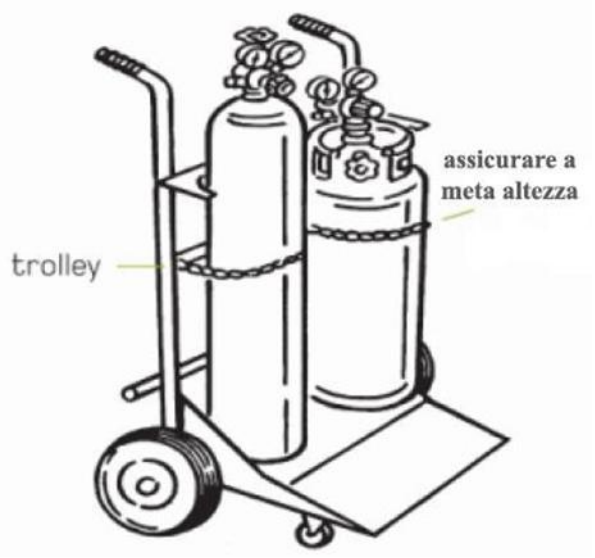


Figura 17.8 - Carrello portabombole

- per sollevare le bombole non devono essere usati elevatori magnetici né imbracature con funi o catene. Eventuali sollevamenti a mezzo gru, paranchi o carrelli elevatori devono essere effettuati impiegando esclusivamente le apposite gabbie, cestelli metallici o appositi pallets;
- le bombole non devono essere maneggiate con le mani o con guanti unti d'olio o di grasso. Questa norma è particolarmente importante quando si movimentano bombole di gas ossidanti.

IMPIEGO DELLE BOMBOLE – NORME DI COMPORTAMENTO

Un recipiente di gas deve essere messo in uso solo se il suo contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:

- colorazione dell'ogiva, secondo il colore codificato dalla normativa vigente;
- nome commerciale del gas punzonato sull'ogiva a tutte lettere o abbreviato, qualora sia molto lungo;
- scritte indelebili, etichette autoadesive, decalcomanie poste sul corpo del recipiente, oppure cartellini di identificazione attaccati alla valvola od al cappellotto di protezione;
  - raccordo di uscita della valvola, in accordo alle normative di

legge. Una volta assicuratisi del contenuto della bombola:

- consultare sempre le indicazioni riportate nelle scheda di sicurezza della sostanza che la ditta fornitrice deve rilasciare all'atto del primo acquisto. Le schede di sicurezza devono essere conservate e disponibili presso il laboratorio, divulgate e studiate da parte degli utenti, in quanto forniscono indicazioni fondamentali per il corretto utilizzo del gas ed in caso in caso di emergenza;
- indossare idonei dispositivi di protezione individuale in funzione del rischio specifico associato a ciascun gas e al suo stato fisico;
- prima di utilizzare bombole poco usate di altri, assicurarsi dell'eventuale scadenza del collaudo controllando la punzonatura sull'ogiva;
- prima di utilizzare una bombola è necessario assicurarla alla parete o ad un qualsiasi supporto solido, mediante catenelle o altri arresti efficaci, a meno che la forma del recipiente non sia sufficiente ad assicurarne la stabilità. E' vietato usare bombole in posizione orizzontale o capovolte. Nel caso di gas liquefatti o adsorbiti, infatti, la parte liquida potrebbe venire in contatto con la parte interna della valvola e determinare fuoriuscite di grossa entità. Una volta assicurata la bombola, si può togliere il cappellotto di protezione della valvola.

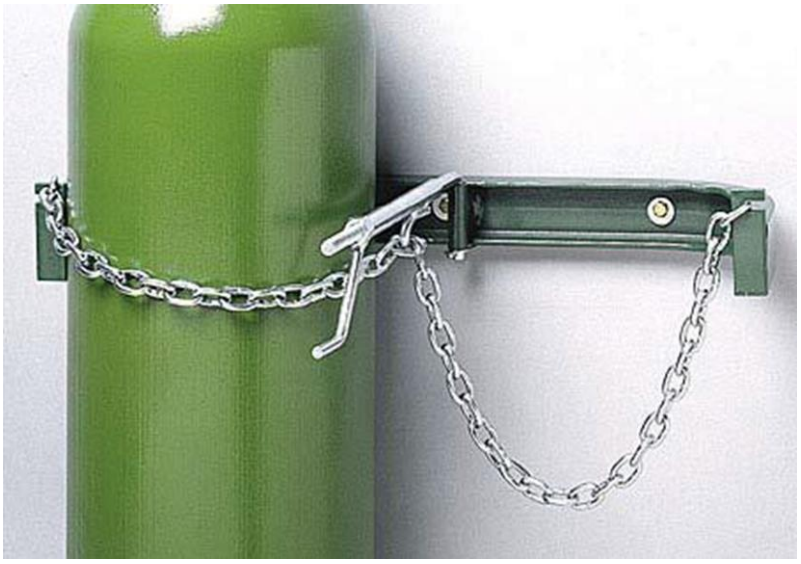




Figura 17.9 - Le bombole devono sempre essere assicurate in posizione orizzontale con gli appositi fermi

- le bombole non devono mai essere collocate dove potrebbero diventare parte di un circuito elettrico. Quando una bombola viene usata in collegamento con una saldatrice elettrica, non deve essere messa a terra. Questa precauzione impedisce alla bombola di essere incendiata dall'arco elettrico;
- le bombole non devono mai essere riscaldate a temperatura superiore ai 50ºC. È assolutamente vietato portare una fiamma a diretto contatto con il recipiente;
- le bombole non devono essere raffreddate artificialmente a temperature molto basse. Molti tipi di acciaio perdono duttilità e diventano più fragili a bassa temperatura;
- le bombole non devono essere usate come rullo, incudine, sostegno o per qualsiasi altro scopo che non sia quello di contenere il gas per il quale sono state costruite e collaudate;
- l'utente non deve cancellare o rendere illeggibili le scritte, né asportare le etichette, le decalcomanie o i cartellini applicati dal fornitore per l'identificazione del gas contenuto nel recipiente;
- l'utente non deve cambiare, modificare, manomettere, tappare i dispositivi di sicurezza eventualmente presenti né, in caso di perdite di gas, eseguire riparazioni sui recipienti pieni e sulle valvole;
- utilizzare sempre gli appositi riduttori di pressione. Prima di collegare il riduttore di pressione, controllare che il raccordo sia in buone condizioni e sia esente da sporcizia, olio, ecc. Non verificare mai l'eventuale pressione aprendo direttamente la bombola direttamente: se è vuota si inquina, se è piena può provocare danni;
- non montare riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un particolare gas o gruppo di gas su bombole contenenti gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili;
- le valvole delle bombole devono essere sempre tenute chiuse, tranne quando il recipiente è in uso. L'apertura delle valvole dei recipienti a pressione deve avvenire gradualmente e lentamente. Non usare mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere valvole munite di volantino. Nel caso di valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione, contattare il fornitore per richiedere le opportune istruzioni;
- prima e dopo l'uso verificare che il flusso sia regolato al minimo. L'erogazione di grossi flussi di gas potrebbe provocare un brusco calo della temperatura del recipiente compromettendo la resistenza del materiale;
- chiudere sempre le valvole delle bombole dopo l'utilizzo;
- non effettuare mai travasi da una bombola ad un'altra;
- la tenuta del circuito in pressione deve essere controllata con acqua saponata, mai con una fiamma;
- la lubrificazione delle valvole non è necessaria. È assolutamente vietato usare olio, grasso od altri lubrificanti combustibili sulle valvole dei recipienti contenenti ossigeno e altri gas ossidanti;
- prima della restituzione di un recipiente vuoto, l'utente deve assicurarsi che la valvola sia ben chiusa, quindi si deve

avvitare l'eventuale tappo cieco sul bocchello della valvola ed, infine, rimettere il cappellotto di protezione;

- è buona norma non scaricare completamente una bombola in modo da lasciare una modesta pressione residua all'interno. In questo modo si eviterà che, in fase di ricarica, eventuali cambiamenti della temperatura possano favorire un ingresso d'aria al momento dell'apertura della bombola priva di riduttore.

STOCCAGGIO E DEPOSITO DELLE BOMBOLE

Nello stoccaggio e deposito di bombole di gas compressi è necessario osservare le seguenti precauzioni:

- le bombole non devono essere esposte all'azione diretta dei raggi del sole, né tenute vicino a sorgenti di calore o comunque in ambienti in cui la temperatura possa raggiungere o superare i 50°C. Allo stesso modo non devono essere esposte ad umidità eccessiva, né ad agenti chimici corrosivi. La ruggine, infatti, danneggia il mantello del recipiente e provoca il bloccaggio del cappellotto;
- le bombole devono essere protette da ogni oggetto che possa provocare tagli od altre abrasioni sulla superficie metallica della stessa;
- è vietato lasciare le bombole vicino a montacarichi, sotto passerelle, o in luoghi dove oggetti pesanti e/o in movimento possano urtarle provocandone la caduta;
- le bombole non devono mai essere collocate dove potrebbero divenire parte di un circuito elettrico. Quando una bombola viene usata assieme ad una saldatrice elettrica, essa non deve essere messo a terra per evitare che possa essere incendiata dall'arco elettrico;
- i locali di deposito devono essere asciutti, freschi, ben ventilati e privi di sorgenti di calore quali tubazioni di vapore, radiatori, ecc.. In linea generale, i locali di deposito non necessitano di essere riscaldati;
- nei locali di deposito deve essere chiaramente indicato, con apposita cartellonistica, il nome del gas che vi è stoccato. Se in uno stesso deposito sono presenti gas diversi ma compatibili tra loro, i recipienti devono essere raggruppati secondo il tipo di gas in essi contenuto. In corrispondenza dei locali di deposito devono essere affissi appositi cartelli riportanti i principali rischi e precauzioni;
- è vietato immagazzinare in uno stesso locale bombole contenenti gas tra loro incompatibili (come, ad esempio, gas infiammabili con gas ossidanti) e ciò per evitare, in caso di perdite, reazioni pericolose,

  incendi o esplosioni. In linea di principio, le bombole di gas inerte, non reagendo con altre sostanze, possono essere immagazzinate sia in presenza di gas infiammabili che di gas ossidanti;
- è necessario evitare lo stoccaggio delle bombole in locali ove si trovino materiali combustibili o sostanze infiammabili;
- nei locali di deposito le bombole piene devono essere tenute separate da quelle vuote. Le aree destinate a tale separazione devono essere segnalate con appositi cartelli;
- nei locali di deposito, le bombole devono essere tenute in posizione verticale ed assicurate alle pareti con catenelle o con altro mezzo idoneo ad evitarne il ribaltamento;
- i locali di deposito di bombole contenenti gas pericolosi e nocivi (infiammabili, tossici, corrosivi) devono essere sufficientemente isolati da luoghi di lavoro e di passaggio, nonché adeguatamente separati gli uni dagli altri;
- i locali di deposito contenenti gas pericolosi e nocivi devono essere dotati di adeguati sistemi di ventilazione. In mancanza di ventilazione adeguata, devono essere installati apparecchi indicatori e avvisatori automatici atti a segnalare il raggiungimento delle concentrazioni o delle condizioni pericolose;
- nei locali di deposito contenenti gas pericolosi e nocivi devono essere affisse le norme di sicurezza riguardanti le operazioni da svolgersi nel deposito, mettendo in evidenza i divieti, i mezzi di protezione generali ed individuali da utilizzare, nonché le modalità degli interventi di emergenza da adottare in caso di incidente;
- nei locali di deposito di bombole contenenti gas asfissianti, tossici ed irritanti deve essere tenuto in luogo adatto e noto al personale un adeguato numero di maschere respiratorie o di altri apparecchi protettori da usarsi in caso di emergenza.

DEPOSITO DI GAS TOSSICI

I gas tossivi ad oggi riconosciuti e come tali regolamentati dalle norme sono quelli riportati in allegato VII e definiti come tali ai sensi del Regio Decreto del 9 gennaio 1927 n. 147. Sono comunque da considerarsi tossici, anche se non ai sensi di tale Decreto, quelli individuati come tali dalle schede di sicurezza. Per entrambi valgono le stesse precauzioni od indicazioni tecniche nel deposito e nella detenzione, in particolare:

- i box di gas tossici devono essere compartimentati rispetto a quelli di altre tipologie di gas;
- i box per gas tossici incompatibili per reattività devono essere compartimentati tra di loro, mentre i gas tossici non incompatibili chimicamente possono essere depositati nello stesso box;
- contrariamente a quelli per gli altri gas compressi, i box per gas tossici devono essere realizzati in modo da assicurare il contenimento totale di eventuali fuoriuscite accidentali;
- i box per gas tossici devono essere attrezzati in modo da avere la possibilità di effettuare manovre dall'esterno per annegare le bombole in liquidi adatti a neutralizzare eventuali perdite;
- le porte dei box devono essere chiuse a chiave e la chiave deve essere custodita da un responsabile;
- i box per gas tossici devono essere dotati di sistemi di aerazione forzata per assicurare un buon ricambio d'aria e la completa bonifica dell'atmosfera prima dell'ingresso di eventuali persone. Appositi sistemi di abbattimento dovranno essere predisposti prima dello scarico in atmosfera dell'aria aspirata;
- è opportuno dotare i box per gas tossici di rivelatori di gas per individuare eventuali fughe;
- all'esterno di ogni box devono essere affissi cartelli indicanti il tipo di gas contenuto, la quantità massima autorizzata, la segnaletica regolamentare indicante tipo di pericolo, divieti ed obblighi, devono essere inoltre disponibili le norme di sicurezza per l'esercizio del deposito e le procedure da seguire in caso di emergenza;
- deve essere tenuto un apposito un registro di carico e scarico.

UTILIZZO DI BOMBOLE ALL'INTERNO DEI LABORATORI

Considerato l'elevato rischio potenziale insito in una bombola contenente qualsiasi tipo di gas compresso, liquefatto o disciolto, è di norma vietato mantenere bombole all'interno dei laboratori. Due sono infatti i principali rischi che ne possono derivare:

- la formazione di atmosfere pericolose;
- lo sprigionarsi dell'energia potenziale in forme incontrollate.

Qualora si rendesse comunque necessario conservare le bombole d'uso nel laboratorio, in ogni caso mai quelle di riserva, esistono alcuni accorgimenti da seguire:

- è consigliabile tenere le bombole in armadi aspirati;
- nel caso di gas infiammabili, è necessario predisporre sensori con allarmi e blocchi sulla condotta di alimentazione;
- nel caso di gas tossici, è necessario predisporre flussometri sulle cappe in cui è conservata la bombola i quali, in mancanza di aspirazione, blocchino l'erogazione del gas e diano l'allarme;
- le bombole dovrebbero essere dotate di una valvola di sicurezza a valle della valvola principale, che in questo caso verrà lasciata. Se il gas è infiammabile, la valvola di sicurezza dovrà essere convogliata fuori dal laboratorio.

LIQUIDI CRIOGENICI

Vengono considerati liquidi criogenici i liquidi con un punto di ebollizione inferiore ai –73 °C, i più comuni rientrano nella categoria dei gas atmosferici liquefatti: azoto, ossigeno, anidride carbonica, argon. La maggior parte delle precauzioni per la sicurezza osservate per i gas compressi sono applicabili anche ai liquidi criogenici a cui vanno però addizionati i pericoli derivanti direttamente dal particolare stato fisico dei liquidi stessi, cioè la temperatura estremamente bassa, da cui lo sviluppo per evaporazione di grandi volumi di gas a partire da piccole quantità di liquido e la tendenza all'accumulo dei vapori freddi negli strati più bassi dell'ambiente.
In generale i principali pericoli connessi con l'utilizzo dei liquidi criogenici sono:

- contatto;
- sottoossigenazione o asfissia;
- incendio o esplosione;
- tossicità.

Per evitare e ridurre al minimo tali pericoli occorre conoscere le particolari proprietà dei fluidi criogenici e le modalità più corrette da seguire per il loro utilizzo.

PERICOLI NELL'USO DEI LIQUIDI CRIOGENICI

Contatto

Il contatto con liquidi criogenici provoca sulla pelle lesioni del tutto simili ad ustioni (ustioni criogeniche o bruciature fredde). L'entità del danno aumenta con il diminuire della temperatura e con il prolungarsi della durata del contatto. Particolare attenzione occorre porre nel proteggere mucose e tessuti particolarmente sensibili come gli occhi, essi infatti possono essere danneggiati anche da una esposizione che normalmente sarebbe troppo breve per intaccare la pelle.
L'azione anestetizzante del freddo talvolta provoca congelamenti senza che ci si accorga di ciò che sta avvenendo. L'indossare guanti non adatti bagnati nell'idrogeno liquido, ad esempio, può facilmente causare il congelamento della mano.
Si possono poi avere effetti anche sui polmoni. Una breve esposizione può causare sensazioni di malessere. Una prolungata inalazione di vapori di gas freddi, sia che si tratti di vapori respirabili o meno, può portare a serie conseguenze sui polmoni.

L'unica soluzione è quindi quella di evitare il contatto e ciò è possibile indossando sempre gli appropriati dispositivi di protezione individuali e seguendo scrupolosamente appropriate norme di comportamento.

Norme di primo soccorso
Nel caso si sia venuti a contatto con un liquido criogenico è necessario adottare le seguenti norme di pronto soccorso:

- se la lesione è grave o estesa, oppure è a carico degli occhi, trasportare immediatamente la vittima all'ospedale;
- in caso di lesioni con formazione di vescicole, lavare o immergere la parte lesa in acqua tiepida (con una temperatura tra i 35 °C e i 45 °C). Una temperatura troppo elevata potrebbe causare un'ulteriore bruciatura sui tessuti congelati;
- non scaldare direttamente la parte lesa mediante calore secco, per esempio con phon;

- non rompere le vescicole;
- applicare sulla lesione delle garze sterili, mai oli o altri unguenti;
- i tessuti congelati sono insensibili e appaiono di un colore giallo pallido, diventano gonfi e suscettibili di infezione durante la fase di scongelamento. Non riscaldare rapidamente la parte lesa. A temperatura ambiente lo scongelamento può durare dai 15 ai 60 minuti e continua fino a quando il colore blu pallido della pelle diventa rosa o rosso;
- in caso di shock o di principio di congelamento, coprire la vittima con una coperta;
- rimuovere qualsiasi indumento che possa rallentare la circolazione del sangue;
- non permettere all'infortunato di bere alcol o di fumare. Le bevande alcoliche ed il fumo diminuiscono la circolazione del sangue nei tessuti congelati. Se necessario, somministrare una bevanda tiepida.

Asfissia

L'evaporazione di una quantità di liquido criogenico anche piccola può sviluppare grandi volumi di gas, cosa che, in un locale chiuso o scarsamente ventilato, può portare ad una carenza di ossigeno.
Poiché la maggior parte dei liquidi criogenici sono incolori e inodori questo pericolo non può essere evidenziato senza uno speciale equipaggiamento.
I sintomi di una deficienza di ossigeno sono (la concentrazione dell'ossigeno è riportata in %):

- 19%-15% riduzione della velocità di reazione;
- 15%-12% difficoltà di coordinazione, polso accelerato, respiro faticoso;
- 12%-10% vertigini, labbra blu, capacità di giudizio alterata, vomito, incoscienza;
- 8%-6% entro 4-8 minuti danni cerebrali, morte entro 8 minuti;
- 4% coma entro 40 secondi, assenza di respiro, morte.

Per evitare situazioni di sotto ossigenazione è opportuno:

- lavorare in locali con sufficiente ventilazione;
- scegliere dei recipienti che abbiano una capacità in litri più piccola del volume in metri cubi del locale;
- attrezzare le postazioni di lavoro con sensori atti a rilevatori la scarsa concentrazione di ossigeno in aria;
- non entrare in spazi confinati (fosse, pozzi, ecc.) senza supporto esterno e senza un adeguato rilevatore di portatile.

Norme di primo soccorso

Se una persona comincia a vacillare oppure perde i sensi mentre lavora in un ambiente con liquidi criogenici, è necessario portarla immediatamente in un luogo ben ventilato. Se si è arrestata la respirazione, occorre praticare la respirazione artificiale. In generale, ogniqualvolta una persona perde i sensi, è necessario chiamare immediatamente un medico.
In caso di dubbio riguardo la quantità di ossigeno presente in un locale, è opportuno ventilare completamente l'ambiente prima di entrarvi.

Tossicità

La maggior parte dei liquidi criogenici normalmente utilizzati nei laboratori non sono tossici. Fra quelli che hanno un certo utilizzo ed una elevata tossicità si riportano il monossido di carbonio (CO), il fluoro (F_2) e

l'ozono (O3).

Monossido di carbonio

Piuttosto raro oggigiorno, era un prodotto collaterale nella produzione dell'idrogeno. Il pericolo di intossicazione è elevato anche in piccole concentrazioni poiché, legandosi all'emoglobina, si sostituisce all'ossigeno e ne impedisce il trasporto.

Fluoro

Il fluoro è un gas di colore grigio altamente pericoloso. E' un ossidante estremamente potente ed esplode con l'idrogeno, ossida l'acqua per dare acido fluoridrico (HF) e ossigeno, si combina con il carbonio per dare tetrafluorometano (CF_4), si combina con gli alogeni ed attacca tutti i metalli. Sia il contatto che la respirazione con gas di fluoro sono pericolosi. L'inalazione è comunque abbastanza improbabile grazie al suo odore pungente e caratteristico che l'uomo è in grado di avvertire anche a concentrazioni inferiori ai 0.2 ppm.

Ozono

L'ozono irrita gli occhi e la pelle anche a concentrazioni inferiori a 1 ppm.

Riduzione della visibilità

In presenza di un flusso di gas freddo si possono generare nebbie a causa della condensazione del vapore d'acqua presente nell'aria circostante che possono causare una sensibile riduzione della visibilità.

Incendio o esplosione

L'idrogeno liquido dovrebbe essere considerato con attenzione essendo per sua natura altamente infiammabile e producendo una fiamma quasi invisibile. Una fessura in un sistema con idrogeno può provocare l'ignizione elettrostatica del gas che fuoriesce. Inoltre, l'espansione rapida dell'idrogeno criogenico può produrre un'atmosfera esplosiva. A causa della sua bassa temperatura, infatti, l'idrogeno liquido può condensare l'aria rendendola più ricca di ossigeno e creando così una miscela esplosiva.
La concentrazione normale dell'ossigeno in aria è del 21%. Un aumento al 25% provoca un incremento significativo della possibilità di incendio. In altre parole, maggiore è la percentuale di Ossigeno, minore è l'energia richiesta per innescare l'incendio.
Atmosfere con concentrazioni di ossigeno pari o superiori al 30% sono caratterizzate da un notevole rischio di incendio per vestiti e tessuti i quali, una volta incendiati, tenderanno a bruciare con violenza. Anche materiali normalmente considerati resistenti al fuoco possono bruciare in presenza di concentrazioni di ossigeno superiori al 30%. Inoltre, atmosfere arricchite in ossigeno facilitano la reignizione spontanea di incendi estinti.
Infine, per raffreddare miscele infiammabili è bene evitare di utilizzare bagni con azoto o aria liquida in presenza di aria libera, poiché l'ossigeno presente nell'aria può condensare creando pericolo di esplosione.

PROPRIETA' DEI FLUIDI CRIOGENICI

Il comportamento delle diverse sostanze a bassa temperatura è per lo più estraneo alla normale esperienza del ricercatore e ciò può esporlo a rischi a cui non è preparato. Per minimizzare tali rischi è necessaria un'appropriata conoscenza delle proprietà dei fluidi criogenici. Nella tabella vengono riportate le proprietà fisiche dei fluidi criogenici più comuni.

	He^3	He^4	H_2	N_2	CO	F_2	Ar	O_2
Peso molecolare	3.00	4.003	2.016	28.01	28.00	38.00	39.95	32
Ebollizione (°K)	3.19	4.22	20.4	77.4	81.7	85.0	87.3	90.2
Punto triplo (°K)			13.96	63.1	68.1	53.5	83.8	54.4
Punto triplo (kPa)			7.2	12.5	15.4	0.25	68.9	0.15
Temperatura critica (°K)	3.32	5.2	33.2	126.3	132.9	144.3	150.9	154.6
Pressione critica (bar)	1.16	2.27	13.2	34	35	52.2	49.06	50.4
Densità liquido (kg/m^3)		125	71.0	809	792	1502	1393	1141
Densità liquido/vapore		7.4	53	175	181	267	241	255

Tabella 18.1 – Proprietà dei liquidi criogenici

L'idrogeno e l'elio sono molto più leggeri degli altri gas, ragion per cui tendono ad accumularsi nelle zone più alte dei locali, E' pertanto essenziale maneggiarli in luoghi con adeguata ventilazione del soffitto, in particolare l'idrogeno che forma miscele esplosive con l'aria in un ampio intervallo di concentrazioni.
L'argon, invece, è considerevolmente più pesante dell'aria, ragion per cui è necessario fare attenzione che non si accumuli nelle zone basse dei locali.
Un gas raffreddato a temperature prossime al suo punto di ebollizione risulta considerevolmente più denso che a temperatura ambiente. La densità dell'azoto, ad esempio, aumenta di quattro volte rispetto al suo valore a temperatura ambiente. Man mano che si scalda, si comporta come un gas pesante e tende ad accumularsi nei punti bassi. Poiché l'azoto è anche asfissiante, è necessario assicurare sempre un'adeguata ventilazione nel caso si usi azoto liquido come refrigerante.

Le densità dell'idrogeno e dell'elio liquidi sono un ordine di grandezza più piccole delle densità dell'ossigeno e dell'azoto liquidi. Questo significa che i recipienti costruiti per l'idrogeno o l'elio possono essere soggetti ad eccezionali pesi meccanici se sono riempiti con ossigeno o azoto. La situazione è aggravata dal fatto che i recipienti per l'idrogeno e l'elio vengono progettati per dare la massima protezione contro l'entrata di calore e conseguentemente, i loro sistemi di supporto tendono ad essere relativamente fragili. Allo stesso modo, è necessario prestare particolare attenzione a non sottoporre grandi recipienti a bassa pressione, destinati a contenere fluidi con densità minore dell'acqua, a carichi eccessivi, ad esempio riempendoli di acqua per test di pressione.

Punto di ebollizione

Come si può vedere dalla tabella precedente, l'azoto ha un punto di ebollizione più basso dell'ossigeno, ciò significa che l'ossigeno condensa più facilmente dell'azoto. Poiché l'aria, miscela di ossigeno e azoto, condensa alla temperatura dell'azoto liquido, la condensazione dell'aria può portare ad un liquido ad alta concentrazione di ossigeno. In fase di vaporizzazione, l'azoto si libera più facilmente causando un ulteriore arricchimento di ossigeno nel liquido non ancora vaporizzato, fenomeno questo che può portare, ed ha portato, ad una serie di incidenti (incendi ed esplosioni) ben documentati in letteratura.

Punto di congelamento

La conoscenza del punto di congelamento dei gas criogenici utilizzati può evitare inconvenienti ed incidenti anche gravi:

- il punto di congelamento dell'argon è di solo 3.5 °K inferiore al suo punto di ebollizione e ciò ha determinato l'arresto di diversi impianti;
- le temperature di ebollizione dell'idrogeno e dell'elio sono così basse da causare il congelamento di tutti gli altri gas;
- l'ossigeno lasciato in un sistema durante il raffreddamento potrebbe depositarsi come solido e potrebbe esplodere a contatto con l'idrogeno. E' quindi di fondamentale importanza eliminare completamente eventuali residui di ossigeno da un circuito ad idrogeno (ad esempio tramite un flusso di azoto);
- è necessario, ogni volta che sia possibile, realizzare ed utilizzare impianti ad idrogeno ed elio con valvole a pressione positiva ad alta tenuta, in modo da prevenire infiltrazioni e solidificazioni di aria o altri gas.

Rapporto tra volumi di gas e liquidi

Il rapporto tra il volume di uno stesso elemento allo stato gassoso a temperatura ambiente ed allo stato liquido al punto di ebollizione è compreso, per molti fluidi criogenici, tra 450 e 850, con l'eccezione del neon che è caratterizzato da un valore di 1415.
Tale rapporto indica la pressione in bar che si verrebbe a generare dalla vaporizzazione del liquido contenuto in un recipiente passando dalla sue temperatura di ebollizione a quella ambiente (circa 20°C).
Il problema delle sovrappressioni è quindi un aspetto da non trascurare in quanto fonte di potenziali pericoli.

Particolare attenzione va posta nei confronti dei tubi di trasferimento i quali, se non protetti e coibentati in maniera adeguata, possono portare a perdite di gas e/o ad esplosioni. I tubi di trasferimento sono inoltre delimitati da valvole: se dopo un trasferimento di liquidi criogenici entrambe le valvole vengono chiuse contemporaneamente, è molto probabile che del liquido rimanga contenuto nel tubo, con possibili conseguenti problemi di sovrappressioni. Normalmente tale problema può essere evitato chiudendo prima la valvola da cui affluisce il liquido e poi, dopo aver aspettato fino a quando all'interno del tubo non si sia formato abbastanza gas per risucchiare fuori il liquido attraverso la valvola rimasta aperta, chiudendo anche quest'ultima.

PRECAUZIONI DA ADOTTARE NELLA MANIPOLOLAZIOE DI LIQUIDI CRIOGENICI

Al fine di minimi minimizzare i rischi connessi con l'utilizzo, lo stoccaggio e la distribuzione dei liquidi criogenici è necessario seguire alcuni semplici accorgimenti.

Dispositivi di protezione individuali

Durante tutte le operazioni in cui si può incorrere nel rischio di contatto con liquidi criogenici o con i vapori da essi generati è necessario indossare i seguenti dispositivi di protezione individuale:

- schermo facciale oppure occhiali di sicurezza muniti di ripari laterali per la protezione degli occhi e del viso:
- guanti di cuoio o di altro materiale idoneo per la protezione delle mani. I guanti devono calzare in maniera ampia in modo da poterli gettare via rapidamente nel caso vi penetrasse del liquido all'interno;
- camici, tute o grembiuli a protezione del corpo.

Norme di comportamento

- maneggiare sempre i liquidi criogenici con la massima cautela;
- tenersi sempre a distanza di sicurezza da un liquido che bolle e/o che produce schizzi, così come dal gas da questi emanato;
- indossare sempre i dispositivi di protezione individuali;
- è consigliabile usare scarpe alte o comunque sufficientemente chiuse;
- durante il maneggio di liquidi in contenitori aperti, è sempre bene portare i pantaloni all'esterno delle scarpe, e non viceversa, in modo da evitare che possano finire dentro le calzature stesse;
- eseguire sempre le operazioni di riempimento di un recipiente caldo o di immersione di oggetti nel liquido lentamente per minimizzare ebollizione e schizzi;
- evitare il contatto di qualsiasi parte del corpo non protetta con tubazioni o recipienti non isolati contenenti gas atmosferici liquefatti: il metallo estremamente freddo può infatti aderire saldamente alla pelle lacerandola;
- usare sempre delle tenaglie o delle pinze, mai le mani, per estrarre oggetti immersi nel liquido;
- evitare di riempire i contenitori oltre il livello di sicurezza. L'eccesso di liquido aumenta il tasso di evaporazione ed il pericolo di trabocchi durante il trasporto;
- per lo spostamento di contenitori pieni utilizzare sempre mezzi appropriati (per es. carrelli) e non accompagnarli in ascensore (rischio asfissia);
- tenere presente che oggetti che a temperatura ambiente sono normalmente morbidi e pieghevoli, diventano estremamente duri e fragili alla temperatura di esercizio dei fluidi criogenici.

APPARECCHIATURE PER LIQUIDI CRIOGENICI: INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE ED USO

Per l'impiego e la manutenzione delle apparecchiature per liquidi criogenici, come per altro per tutti i tipi di macchine ed attrezzature utilizzate, è necessario attenersi sempre alle procedure prescritte dal costruttore. Chiunque lavori con questi liquidi dovrà essere opportunamente addestrato. Le apparecchiature non devono mai essere manomesse o modificate senza l'intervento di un tecnico esperto.

Installazione

Già in fase di progetto è necessario considerare i parametri fisici ed i comportamenti caratteristici dei liquidi criogenici. Alle basse temperature, ad esempio, i comuni acciai infragiliscono, dovranno quindi essere utilizzati acciai appropriati o metalli non ferrosi. Andrà poi accuratamente progettato l'isolamento delle tubazioni alla luce degli effetti delle dilatazioni e delle contrazioni termiche a cui le stesse saranno sottoposte.

Esposizione al calore

Quando un recipiente pressurizzato è esposto al calore, esso può subire una rottura catastrofica anche a pressioni molto più basse di quelle di progetto, rendendo vane tutte le sicurezze predisposte. Un'elevata fonte di calore esterna può infatti determinare l'espansione e l'ebollizione del liquido criogenico con conseguente esplosione del contenitore. Tale fenomeno è indicato con il termine BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion) e può essere estremamente distruttivo. Il BLEVE può essere evitato, ad esempio, dotando il recipiente di un sistema di raffreddamento a pioggia d'acqua, capace di mantenere fresca la superficie del recipiente anche in caso di incendio. E' importante, comunque, proteggere tutta la superficie del recipiente, perché in un'area rimasta asciutta si può creare un punto caldo che può portare alla rottura del recipiente.

Raffreddamento eccessivo

In alcuni sistemi criogeniche possono verificarsi raffreddamenti inaspettati di parti dell'impianto. Ad esempio, l'azoto per ampolle è spesso generato da liquidi in vaporizzazione. In caso di malfunzionamenti o riempimento del vaporizzatore, il liquido freddo può passare nell'ampolla, la quale, se fabbricata con acciaio morbido e se sottoposta a pressioni anche minime, si può rompere causando potenziali incidenti.

Manutenzione

La manutenzione delle apparecchiature per liquidi criogenici deve essere affidata esclusivamente a personale specializzato.

Impiego dei liquidi criogenici

I contenitori

Devono essere usati soltanto contenitori studiati appositamente per contenere gas liquefatti, evitando comunque, qualora la loro temperatura sia elevata, di riempirli troppo velocemente.
In ogni caso, i contenitori devono essere di tipo aperto oppure devono essere protetti da uno sfiato o da altro dispositivo di sicurezza che permetta la fuoriuscita in sicurezza del gas in caso di sovrapressioni. Nel caso il contenitore sia dotato di uno speciale tappo distributore a pressione con sfiatatoio, oppure di un tubo di sfiato, come nel caso di piccoli contenitori portatili, è necessario prestare particolare attenzione e controllare lo sfiato ad intervalli regolari per accertarsi che non venga ostruito dal ghiacciarsi dell'umidità atmosferica.

I grandi recipienti di deposito non aperti devono essere muniti di dispositivi di limitazione della pressione. Utilizzare solo i tappi forniti con i contenitori. Non tappare mai i contenitori di piccole dimensioni, ma coprirli quando non sono in uso per proteggere lo sfiato dall'umidità. Riempire i contenitori soltanto con i liquidi per cui sono stati progettati.

Identificazione del prodotto

Prima di provvedere al rabbocco di un recipiente è necessario accertarsi della natura del liquido in esso contenuto. In caso di dubbio è bene astenersi dall'operazione.

Il travaso

Prima di procedere ad un travaso è necessario accertarsi che il contenitore di destinazione sia vuoto e non contenga acqua o altri liquidi criogenici.
A meno che il contenitore di origine non sia di piccole dimensioni e facile da maneggiare, per cui può essere sufficiente usare un imbuto, utilizzare sempre un tubo di travaso.
Immergere il tubo di travaso nel liquido criogenico fino a che il materiale di guarnizione o il tappo presente sul tubo di travaso non arrivi a chiudere il collo del contenitore. La normale evaporazione del liquido produce, di solito, una pressione una pressione sufficiente all'estrazione del liquido. Nel caso si voglia ottenere una estrazione continua, il contenitore può essere pressurizzato per mezzo del medesimo gas che già contiene in forma liquida, oppure con un altro gas inerte ed esente da olio. Non usare mai una pressione più elevata di quella minima necessaria all'estrazione del liquido.

Serbatoi di deposito

L'accesso ai serbatoi di deposito deve essere permesso soltanto al personale autorizzato. E' necessario che tutte le operazioni sui serbatoio o in prossimità degli stessi siano sempre condotte da almeno due operatori. Anche nel caso in cui l'utilizzatore non sia il proprietario del serbatoio (in molti casi esso viene fornito in comodato dal fornitore del gas), è essenziale che l'utilizzatore finale abbia una completa conoscenza dell'impianto ed, in particolare, dell'esatta ubicazione delle valvole e degli interruttori da azionare nel caso in cui si rendesse necessario chiudere completamente i serbatoi come, ad esempio, in presenza di una situazione di emergenza.

Utilizzo di valvole idrauliche

In impianti che utilizzano ossigeno, o dove c'è pericolo di formazione di ossigeno a causa della possibile condensazione di aria atmosferica, è generalmente preferibile l'impiego di valvole pneumatiche in quanto l'attuazione idraulica può comportare perdite d'olio che possono favorire il rischio di incendio.

PROCEDURE DI EMERGENZA

La possibilità di rilascio nell'ambiente di lavoro di liquidi criogenici richiede la stesura di appropriate procedure di emergenza. Per prevenire e/o gestire situazioni di emergenza risulta di fondamentale importanza essere in

grado di riconoscere i segnali che precedono un cedimento nel sistema di contenimento, fra cui:

- pressioni elevate indicate sul manometro di controllo;
- inattesa formazione di brina sul sistema di contenimento;
- scarso o anormale sfiato nel sistema di contenimento;
- allarmi indicanti bassi livelli di ossigeno nell'area di lavoro;
- rumori inusuali o assenza del normale rumore di sfiato.

I segnali tipici del rilascio di un grosso quantitativo di liquido criogenico possono essere un aumento del rumore di fondo e la formazione di un pennacchio di nebbia bianca. In questo caso, anche se il pericolo di sotto ossigenazione, in particolar modo in locali scarsamente ventilati, non è mai da trascurare, l'evento dannoso più probabile è il contatto del corpo umano con il gas o con il liquido a bassissima temperatura.

Se il rilascio non è di grossa entità, come nel caso in cui la sorgente sia, ad esempio, un dewar di piccole dimensioni, potrebbe essere sufficiente trasportare il contenitore all'esterno e lasciare che i vapori si liberino in atmosfera. Nel caso in cui ciò non fosse possibile è bene aumentare la ventilazione dei locali ed evacuare l'area.

PARTE IV

APPARECCHIATURE



LE APPARECCHIATURE

L'uso appropriato e corretto delle apparecchiature presenti nei laboratori è di fondamentale importanza per poter lavorare in sicurezza. Un uso appropriato comprende anche una manutenzione costante delle attrezzature effettuata da personale competente ed annotata nel registro di manutenzione e controllo che ogni apparecchio deve avere.

Fermo restando che l'utilizzo delle apparecchiature del laboratorio e dei processi ad esse collegate costituiscono materia di formazione ed addestramento specifico da erogarsi a cura dell'Unità Tecnica responsabile del laboratorio stesso, è comunque buona norma prendere sempre visione dei manuali e delle schede tecniche consegnate dal fornitore all'atto dell'acquisto.

Le apparecchiature utilizzate nei laboratori, così come in tutti gli altri ambienti di lavoro, devono essere conformi alla normativa vigente e dotate del marchio CE, essere corredate di manuale di uso e manutenzione e, quando previsto, da certificato di conformità.
Esse, inoltre, devono essere sottoposte a manutenzione periodica nei modi e nei tempi stabiliti dal costruttore, pene altrimenti il non poter essere utilizzate.

Qualora nel laboratorio vi fossero apparecchiature non dotate del marchio CE a causa della loro età oppure perché, in parte o in tutto, auto costruite a fini di ricerca, queste dovranno comunque soddisfare i requisiti minimi di sicurezza di cui all'allegato V del D.Lgs. 81/08 e/o di specifiche normative in base alla tipologia dell'attrezzatura in questione.

Per le attrezzature auto costruite o, comunque, per quelle non corredate di libretto di uso e manutenzione, dovrà essere redatta, a cura dell'Unità Tecnica a cui afferisce il laboratorio, una scheda macchina riportante gli scopi, le modalità d'uso e le funzioni principali della stessa, le caratteristiche tecniche, i tempi e le modalità dei controlli e delle verifiche periodiche, nonché delle eventuali manutenzioni necessarie ad assicurare all'attrezzatura una corretto e sicuro funzionamento nel tempo.

Eventuali apparecchiature che non dovessero soddisfare i requisiti minimi di sicurezza, o che li dovessero perdere nel corso del tempo, dovranno essere messe nelle condizioni di non poter più essere utilizzate fino a che non sia stato ripristinato, sempre che ciò sia possibile, il livello di funzionalità e di sicurezza richiesto.
L'evidenza che un'apparecchiatura non è più utilizzabile deve concretizzarsi nella fattiva impossibilità ad adoperarla da parte dell'operatore. Ciò può essere realizzato, in maniera molto semplice, anche tramite l'asportazione del cavo dell'alimentazione elettrica.

VERIFICHE ELETTRICHE

Al fine di minimizzare il rischio elettrico connesso all'utilizzo di apparecchiature, è opportuno seguire alcune regole elementari:

- fare verificare periodicamente, da personale qualificato, la messa a terra delle apparecchiature;
- verificare che tutte le parti sotto tensione siano adeguatamente protette in modo da evitare possibili contatti accidentali;
- ispezionare i cavi di alimentazione delle apparecchiature prima di ogni utilizzo;
- conoscere la collocazione dell'interruttore generale di sgancio della corrente elettrica in laboratorio;
- non utilizzare prolunghe se non per operazioni temporanee e di breve durata;
- non utilizzare adattatori o prese multiple;
- installare le apparecchiature elettriche in luoghi in cui sia poco probabile il versamento di solventi o acqua;
- utilizzare strumentazioni elettriche a norma.

Tutte le operazioni di riparazione e/o di manutenzione devono essere eseguite con la macchina scollegata dalla rete elettrica. E' quindi preliminarmente necessario staccare quindi la spina di alimentazione oppure agire sull'apposito interruttore sezionatore, il quale deve essere posizionato in modo da essere sempre visto da colui

che esegue la manutenzione, in modo da evitare possibili reinserimenti in buona fede da parte di soggetti terzi che potrebbero causare la folgorazione del personale al lavoro sull'apparecchiatura stessa.

APPARECCHIATURE OPERANTI A PRESSIONE DIVERSA DA QUELLA ATMOSFERICA

Lavorare con agenti chimici pericolosi a pressione elevata o a pressione ridotta richiede speciali precauzioni ed accorgimenti per proteggersi sia dalle esplosioni che dalle implosioni. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle attrezzature e nell'uso di schermi di protezione, così come nella scelta e nel controllo delle parti in vetro.

Recipienti ad alta pressione

- è consentito condurre operazioni ad alta pressione solo in recipienti appositamente scelti, adeguatamente certificati ed installati, nonché dotati di dispositivi di sicurezza per la sovrapressione e di controllo della pressione;
- prima di ogni messa in opera è opportuno eseguire una ispezione visiva della funzionalità dell'attrezzatura;
- dovranno essere eseguiti opportuni controlli periodici sull'integrità del recipiente e sull'efficienza dei dispositivi di sicurezza così come previsto dalla normativa vigente, se applicabile ed, in ogni caso, come riportato nel manuale d'uso e manutenzione dell'apparecchio stesso.

Un compendio della normativa relativa agli impianti ed ai recipienti a pressione è riportata in Allegato VIII

Linee da vuoto

- le linee da vuoto devono essere sempre protette da schermi e poste sotto cappa chimica;
- nel montare una linea da vuoto è importante fare attenzione a non causare delle tensioni meccaniche tra le diverse parti che la compongono;
- aprire e chiudere i rubinetti lentamente e con cautela;
- utilizzando una linea da vuoto, indossare sempre occhiali a maschera o schermo facciale.

Trappole da vuoto

E' necessario posizionare sempre una trappola tra l'apparato sperimentale e la sorgente del vuoto.
Tale trappola ha lo scopo di proteggere la pompa da vuoto, la linea da vuoto e di evitare il rilascio di sostanze tossiche. La scelta del tipo di trappola e del sistema di filtrazione è legata alla tipologia delle sostanze in uso. Se, per esempio, vengono manipolati solventi organici volatili occorrerà molto probabilmente utilizzare una trappola raffreddata in modo tale da garantire la condensazione dei solventi. Spesso è sufficiente raffreddare la trappola con un bagno di ghiaccio secco ed etanolo (-78°C).
In altri casi è possibile utilizzare l'azoto liquido con l'avvertenza però che, nel caso in cui il sistema sia aperto e il bagno raffreddante ancora in contatto con la trappola, si potrebbe avere condensazione di ossigeno atmosferico, il quale potrebbe poi reagire violentemente con le sostanze organiche presenti.

Contenitori in vetro



Nonostante i contenitori in vetro siano frequentemente usati negli apparati in pressione o in depressione, essi possono esplodere violentemente anche in seguito ad un infragilimento del contenitore, si raccomanda pertanto di:

- condurre tutte le operazioni dietro uno schermo di protezione;
- controllare prima dell'uso che i palloni non siano stellati o sbeccati;
- non riempire per più di ¾ i tubi di vetro;
- sigillare con attenzione i tubi in vetro per centrifuga;
- spostare ed aprire con cautela un essiccatore in vetro;
- non fare il vuoto in palloni con una capienza superiore ad 1 litro.

Serbatoi mobili di liquidi criogenici

Per quanto riguarda i serbatoi mobili di liquidi criogenici particolare attenzione deve essere rivolta ai rilasci involontari ed alle emissioni sistematiche di vapori freddi dagli apparecchi di utilizzazione, i quali possono provocano l'accumulo progressivo di gas nell'ambiente diluendo il tenore di ossigeno dell'aria.
Sono poi da considerare alcune caratteristiche dei fluidi criogenici in corrispondenza di diverse situazioni, le quali possono favorire la formazione di un'atmosfera sotto ossigenata ed il conseguente rischio di asfissia:

- i vapori freddi di azoto liquido sono più pesanti dell'aria, quindi tendono ad accumularsi nelle parti basse;
- nei recipienti non in pressione (a cielo aperto) il liquido è in continua evaporazione;
- durante i travasi di azoto liquido in recipienti a cielo aperto, si hanno forti emissioni di vapori;
- i vapori freddi di azoto liquido possono manifestarsi con una nube bianca, tale fenomeno è causato dalla condensazione dell'umidità atmosferica che scompare appena i vapori (invisibili) si riscaldano;
- il rischio della sotto ossigenazione è strettamente correlato con le caratteristiche (cubatura e areazione e/o ventilazione) del locale dove si maneggia l'azoto liquido. Bisogna inoltre considerare il tipo e il numero degli apparecchi presenti, con particolare attenzione a quelli che presentano un'emissione di vapori in continuo. In caso di ventilazione è necessario predisporre un sistema per l'estrazione dell'aria che entri in funzione, quanto meno, quando il tenore di ossigeno all'interno del locale è inferiore al 19% in volume. La concentrazione di ossigeno può essere monitorata tramite l'installazione di uno o più sensori di ossigeno e della relativa centralina di rilevamento;
- è necessario proteggere gli occhi e la pelle durante le operazioni con il contenitore, in particolar modo durante il prelievo di liquido e, comunque, in qualunque situazione sia possibile venire a contatto con il liquido, i tubi freddi o il gas freddo. Per la protezione degli occhi è opportuno utilizzare occhiali di protezione o una visiera, per la protezione della pelle si raccomanda l'uso di abiti a manica lunga e guanti adeguati, che possano essere prontamente rimossi in caso vengano a contatto con il liquido;
- nella movimentazione utilizzare le apposite maniglie o i carrelli a mano. Non tentare di sollevare il recipiente da soli ma, eventualmente, farsi aiutare da un collega;
- assicurarsi che l'ambiente in cui si immagazzinano i contenitori pieni sia ben ventilato. In caso contrario, può essere opportuno stoccarli all'esterno.

Evaporatori rotanti (rotavapor)



- i componenti in vetro di un rotavapor devono essere in vetro Pyrex;
- tutte le parti in vetro devono essere adeguatamente schermate o ricoperte;
- la velocità di rotazione deve essere aumentata gradualmente;
- l'applicazione del vuoto o la sua rimozione devono essere graduali.

FRIGORIFERI E CONGELATORI

I frigoriferi e i congelatori sono utilizzati in laboratorio per conservare reagenti, prodotti chimici di sintesi, campioni biologici. I pericoli potenziali nell'uso di frigoriferi e congelatori derivano dallo sviluppo di vapori al loro interno, dalla possibile presenza di composti chimici incompatibili e dai versamenti accidentali.
Nei laboratori possono essere utilizzati solo frigoriferi e congelatori espressamente dedicati a contenere prodotti chimici e, fra questi, solo quelli certificati per contenere liquidi infiammabili possono essere utilizzati a tale scopo.

Per una corretta installazione dei frigoriferi e per un loro efficace utilizzo è opportuno seguire alcune basilari precauzioni:

- posizionare i frigoriferi ed i congelatori per quanto possibile lontano da fonti di calore e staccati dalla parete;
- nei frigoriferi e congelatori per prodotti chimici non possono essere riposti generi alimentari (cibo e bevande);
- i prodotti infiammabili possono essere stoccati solo nei frigoriferi certificati a questo scopo, mentre il loro utilizzo deve essere chiaramente indicato sullo sportello;
- non aprire, se possibile, i frigoriferi di frequente;
- per estrarre e manipolare i campioni conservati a bassissime temperature e/o in azoto liquido, oltre ai guanti per la protezione chimica, indossare anche guanti di protezione da basse temperature per evitare ustioni da freddo;
- tutti i contenitori conservati nei frigoriferi devono essere chiaramente etichettati, il materiale privo di etichetta dovrebbe essere etichettato o smaltito. Per le etichette, utilizzare solo pennarelli resistenti all'acqua per evitare che le scritte possano deteriorarsi e diventare illeggibili;
- tutti i contenitori devono essere stoccati ben chiusi e devono essere di materiale adatto a sopportare le basse temperature richieste per la conservazione dei prodotti in essi contenuti;
- evitare di riempire eccessivamente i contenitori destinati al congelamento;
- utilizzare delle vaschette sia con funzioni di contenimento secondario che e per mantenere un maggior ordine nel frigorifero;
- apporre, all'esterno del frigorifero, l'elenco delle sostanze in esso contenute:
- è buona norma pulire e scongelare periodicamente i frigoriferi e i congelatori, verificare lo stato del contenuto e sostituire o eliminare i contenitori deteriorati o rotti;
- durante la pulizia indossare guanti di gomma pesante ed utilizzare pinzette per asportare eventuali frammenti di vetro o di plastica.

I frigoriferi ed i congelatori contengono, per il loro funzionamento, particolari tipi di gas che possono contribuire ad aumentare l'effetto serra, ragion per cui le apparecchiature e gli impianti che utilizzano più di 3 kg. di tali gas sono sottoposti ad una normativa specifica che prevede determinati adempimenti da parte dell'utente. In allegato IX è riportato un breve compendio di tale normativa.

DISPOSITIVI PER IL MESCOLAMENTO E L'AGITAZIONE

Quando si utilizzano gli agitatori per agitare e mescolare un campione, prima di avviare l'apparecchio occorre verificare che:



- la velocità di rotazione, od in generale di movimento, sia adatta a non provocare schizzi o rotture dei contenitori;
- il contenitore del campione sia integro e sia possibile chiuderlo in modo ermetico e stabile per evitare schizzi;
- in caso sia necessario trattenere con le mani il contenitore o il coperchio, assicurarsi di poter garantire una buona presa (contenitore e guanti ben asciutti e non unti);
- dopo l'agitazione, aprire i contenitori sotto cappa attendendo qualche minuto prima di sollevare il coperchio per permettere agli aerosol di depositarsi.

Indossare i DPI durante le operazioni: guanti, protezione per il viso, camice.

OMOGENEIZZATORI, SONICATORI

L'utilizzo di questi apparecchi può dar luogo a formazioni di schizzi ed aerosol causati dalla pressione prodotta all'interno dei contenitori. Per contenere questi rischi occorre:

- utilizzare apparecchi progettati per l'uso in laboratorio;
- se possibile usarli sotto cappa chimica;
- riempire ed aprire il contenitore sotto cappa chimica e attendere circa 10' prima di aprire il contenitore per permettere agli aerosol di depositarsi;
- verificare prima dell'uso le condizioni dei contenitori (bicchieri, sacchetti) e delle chiusure (tappi e coperchi), evitare l'uso di contenitori di vetro e, comunque, accertarsi che non siano incrinati;
- evitare di riempire i contenitori oltre misura;
- indossare i guanti, utilizzare una protezione per il viso e il camice.

Nel caso di sonicatori l'utilizzatore dovrà indossare, in aggiunta, dispositivi individuali per protezione dell'udito (tappi, cuffie).

DISPOSITIVI PER IL RISCALDAMENTO

Normalmente nei laboratori sono presenti diversi tipi di dispositivi per il riscaldamento: stufe, piastre riscaldanti, mantelli riscaldanti, bagni di sale, sabbia, olio, forni, muffole, microonde. Per il loro utilizzo occorre rispettare alcune precauzioni generali fra cui:

- tutte le apparecchiature per il riscaldamento devono essere opportunamente isolate e collocate in modo tale da prevenire contatti accidentali con parti calde o elettriche esposte;
- le superfici calde devono essere indicate mediante la segnaletica opportuna;
- controllare periodicamente l'integrità della parte elettrica;
- usare, quando possibile, riscaldatori elettrici piuttosto che fiamme libere. Qualora vengano usate fiamme libere, queste devono essere dotate di dispositivi di sicurezza.

Stufe



Normalmente le stufe sono utilizzate in laboratorio per rimuovere l'acqua o altri solventi dai campioni o per asciugare la vetreria.

- non devono mai essere usate per la cottura di cibi;
- le stufe di laboratorio dovrebbero essere costruite in modo tale da avere l'apparato riscaldante e il controllo della temperatura separati dall'atmosfera interna;
- raramente sono dotate di un dispositivo per allontanare i vapori mediante ventilazione forzata. Tale accorgimento invece potrebbe essere utile per ridurre la probabilità di contaminazione ambientale o di atmosfere esplosive;
- le stufe non possono essere utilizzate per allontanare sostanze tossiche da campioni di laboratorio a meno che non sia previsto un sistema di ventilazione forzata e di allontanamento degli esausti;
- per evitare esplosioni è bene che la vetreria risciacquata con solventi organici sia passata di nuovo con acqua prima di essere messa in stufa;
- il controllo della temperatura non dovrebbe avvenire mediante termometro a mercurio che rompendosi nella stufa potrebbe dare origine ad una grave contaminazione.

Piastre riscaldanti

Le piastre riscaldanti, di largo utilizzo nei laboratori, sono in genere usate con bagni in cui immergere i contenitori. Gli apparecchi più moderni sono in genere costruiti in modo da ridurre la probabilità di scintille, non così quelli più vecchi, soprattutto nell'interruttore on/off, nel termometro e nel reostato per la regolazione della velocità di rotazione. Si consiglia quindi di:

- limitare l'uso degli apparecchi più vecchi ai casi in cui non sono coinvolte sostanze infiammabili;
- non riporre mai una piastra calda vicino a sostanze infiammabili;
- porre la piastra non direttamente sul piano di lavoro ma su un elevatore a vite in modo che, in caso di necessità, si possa velocemente sfilare e togliere la fonte riscaldante;
- attendere il raffreddamento della piastra prima di riporla in armadio.

Mantelli riscaldanti

I mantelli riscaldanti sono normalmente usati nelle operazioni di distillazione o per riscaldare reazioni condotte in palloni.

- prima di utilizzare un mantello riscaldante controllare che la parte in tessuto di fibre di vetro sia integra;
- verificare che la parte elettrica sia isolata;
- non riporre un mantello riscaldante vicino a sostanze infiammabili;
- non posizionare il mantello riscaldante direttamente sul piano di lavoro, ma porlo su un elevatore a vite in modo che, in caso di necessità, si possa velocemente sfilare togliendo così la fonte riscaldante;
- attendere il raffreddamento del mantello prima di riporlo in armadio.

Pistole riscaldanti

Questi apparecchi hanno sostituito recentemente i phon domestici che venivano usati nei laboratori per asciugare la vetreria o aiutare lo sviluppo delle lastre per cromatografia su strato sottile.
L'interruttore e il motore della ventola non è però privo di scintille e quindi queste pistole devono essere usate con cautela.

Bagni termostatici ad acqua

I bagni termostatati sono apparecchi costituiti da vasche che possono contenere anche notevoli quantità di acqua che viene riscaldata da resistenze elettriche immerse.

- per rendere omogenea la temperatura, nella vasca è generalmente installato un sistema di ricircolo o agitazione dell'acqua, in alternativa può essere operato un movimento controllato del materiale riscaldato. In ogni caso, occorre verificare che non vengano prodotti schizzi o fuoriuscite accidentali di liquido;
- sono da preferirsi bagni termostatati con coperchio inclinato, il quale che impedisce la caduta delle gocce di vapore condensato sui campioni in lavorazione;
- dopo l'apertura del bagno termostatato, non appoggiare mai il coperchio in prossimità di cavi, prese o apparecchiature elettrici sotto tensione;
- installare il bagno termostatato lontano da qualsiasi derivazione elettrica sotto tensione (prese, cavi, apparecchiature, ecc.);
- riempire il bagno termostatato con acqua distillata, meglio se con l'aggiunta di un antimuffa o antimicrobico;
- sostituire l'acqua almeno una volta alla settimana e, comunque, ogni volta che appare sporca o contaminata;
- evitare di immergere nell'acqua le mani nude;
- verificare sempre, prima di procedere al riscaldamento, la resistenza termica dei contenitori che si intendono impiegare, così come le caratteristiche chimico fisiche delle sostanze impiegate (punto di ebollizione, infiammabilità ecc.).

Bagni termostatici ad olio, sale, sabbia

I bagni ad olio riscaldati elettricamente sono spesso utilizzati per riscaldare contenitori dalla forma irregolare, o qualora si desideri una fonte di calore costante. I bagni a sale, come quelli ad olio, hanno il vantaggio di permettere un buono scambio di calore, di coprire un range di temperature piuttosto ampio (200 - 425 °C) e di avere un'alta stabilità termica. L'utilizzo di questi dispositivi richiede però l'osservanza di alcune precauzioni:

- prestare attenzione affinché il bagno ad olio non generi fumi;
- controllare la temperatura dell'olio affinché non si superi mai il flash-point dello stesso;
- porre il bagno ad olio su una superficie stabile ed orizzontale;
- utilizzare degli elevatori che, se abbassati, permettano al bagno ad olio, in caso di sovra riscaldamento, di essere allontanato velocemente;
- durante le operazioni con i bagni riscaldanti, utilizzare guanti con resistenza al calore;
- i bagni di sale devono essere sempre mantenuti secchi poiché sono altamente igroscopici. Il sale se non correttamente essiccato, può dar luogo a schizzi o bolle.

Becchi Bunsen

Il becco Bunsen è un becco a gas che, mediante una fiamma, riscalda rapidamente recipienti e materiali sino a temperature di 700 - 800°C.

- sono da utilizzare esclusivamente Bunsen dotati di termocoppia, che bloccano l'erogazione del gas in assenza di fiamma;
- il becco Bunsen deve essere tenuto pulito e la pulizia deve essere effettuata a secco;
- i tubi per il gas devono essere a norma UNI-CIG, di diametro adeguato e fissati saldamente con fascette. Essi devono essere sostituiti entro la scadenza indicata sul tubo stesso. Verificare sempre che il tubo non sia a contatto o troppo vicino a fonti di calore. In caso di piegamenti anomali o danni di qualsiasi genere, il tubo deve essere sostituito immediatamente;
- se si usano becchi Bunsen per sterilizzare anse o altri oggetti da microbiologia, prestare particolare attenzione in quanto si potrebbero formare aerosol potenzialmente infetti. Il fenomeno deve essere particolarmente considerato qualora si sospetti la possibile presenza di agenti patogeni trasmissibili per via aerea. Effettuare sempre tali operazioni sotto cappa di Biosicurezza.

Forni a microonde

L'utilizzo delle microonde per condurre reazioni chimiche è sempre più diffuso. A tale scopo esistono degli strumenti progettati per l'uso in laboratorio chimico, è invece assolutamente da evitare l'utilizzo di forni a microonde domestici adattati al laboratorio.

I possibili pericoli che bisogna considerare nell'utilizzo in laboratorio di un forno a microonde sono:

- le microonde possono fuoriuscire da portelli con le chiusure o le guarnizioni danneggiate o per difetti dell'interblocco;
- la temperatura dei solventi può aumentare fino al punto di ebollizione accrescendo, se tali solventi sono infiammabili, la probabilità di incendio o esplosione;
- poiché i vapori di liquidi infiammabili vengono generati in una cavità chiusa, la loro concentrazione può superare il limite inferiore di infiammabilità;
- l'apparato elettrico può fungere da sorgente d'innesco;
- all'interno della cavità si possono generare dei vapori tossici che possono investire l'utilizzatore all'apertura dello sportello;
- le microonde possono produrre, per reazione o per riscaldamento, prodotti più tossici di quelli di partenza;
- le microonde portano più frequentemente al surriscaldamento dei liquidi rispetto alle tecniche tradizionali.

Un forno a microonde che è stato progettato per il laboratorio ha diversi dispositivi di controllo e di protezione che mancano nei forni domestici:

- ventilazione;
- sensori per la concentrazione dei solventi, che determinano lo spegnimento automatico del microonde prima che sia stato superato il limite inferiore di infiammabilità;
- dispositivo di interblocco che determina lo spegnimento automatico dello strumento in caso di malfunzionamento della ventilazione;
- sistemi di controllo della temperatura delle soluzioni;
- minimizzazione delle variazioni di temperatura all'interno della cavità;
- controllo più preciso della temperatura;
- i componenti elettrici sono isolati dalla cavità in modo da non diventare potenziali sorgenti di innesco per incendi ed esplosioni e sono protetti contro la corrosione;
- la cavità è ricoperta da un materiale non conducente come il teflon;
- lo sportello della stufa può resistere ad una esplosione pari ad un grammo di TNT equivalente.

I forni domestici adattati all'uso in laboratorio non dispongono di sistemi di controllo, di sicurezza e di protezione tali da consentirne l'uso in sicurezza con solventi infiammabili.
Nell'uso dei forni a microonde occorre poi prestare particolare attenzione a:

- non utilizzare i forni presenti in laboratorio per scaldare cibi o bevande;
- non utilizzare mai forni con lo sportello aperto;
- non porre nei forni contenitori in metallo;
- non utilizzare contenitori chiusi ermeticamente;
- utilizzare guanti per proteggere le mani dal calore.

ULTRASONICATORI

Gli ultrasuoni sono onde sonore con una frequenza tra i 16 e i 100 KHz. Il pericolo per l'uomo conseguente all'esposizione agli ultrasuoni dipende dal tipo di trasmissione e di contatto. Se l'esposizione agli ultrasuoni avviene per trasmissione in aria, non vi sono grandi effetti sulla salute se non in dipendenza del tempo di esposizione (affaticamento e mal di testa) che normalmente non è mai molto elevato. In questo caso è sufficiente chiudere il sonicatore in una scatola con pareti fonoassorbenti.
Il contatto diretto del corpo con liquidi e solidi soggetti ad ultrasuoni ad alta intensità può essere invece più pericoloso. Gli ultrasuoni creano delle cavità nei liquidi e distruggono le membrane cellulari.
Il contatto con un solido vibrante sotto l'effetto degli ultrasuoni può causare gravi ustioni.

CENTRIFUGHE

- le centrifughe devono essere installate correttamente ed usate solo da personale opportunamente addestrato;
- utilizzare centrifughe che abbiano un dispositivo di sicurezza atto ad impedire l'apertura del coperchio durante il funzionamento e utilizzare solo rotori omologati dalla ditta costruttrice;
- assicurarsi che i dispositivi di sicurezza siano integri e funzionanti;
- collocare le provette nel rotore della centrifuga bilanciandone sempre il peso;
- non riempire eccessivamente le provette;
- chiudere attentamente i tappi delle provette e aprirli con uguale cautela.

AUTOCLAVI

Le autoclavi vengono in genere utilizzate per sterilizzare piccole attrezzature da laboratorio o i rifiuti prodotti. Esse agiscono, infatti, uccidendo i microrganismi mediante vapore surriscaldato. Le autoclavi con capacità superiore ai 24 litri sono soggette, in base alla normativa vigente, a collaudo al momento dell'installazione, ogni

qualvolta vengono spostate da un laboratorio all'altro e dopo ogni intervento di manutenzione. Devono essere inoltre sottoposte a manutenzione ordinaria annuale. E` opportuno che le autoclavi siano utilizzate solo da personale esperto e in possesso di adeguata formazione.
Utilizzando un'autoclave occorre:



- non riempire eccessivamente un'autoclave;
- materiali taglienti o appuntiti non possono essere inseriti in autoclave nelle normali sacche, ma devono essere posti in contenitori rigidi appositi;
- maneggiare con cautela le sacche per autoclave prendendole sempre all'alto;
- controllare periodicamente la capacità sterilizzante dell'autoclave usando appropriati indicatori biologici;
- non mettere in autoclave assieme oggetti puliti e contaminati. In genere gli oggetti puliti richiedono un tempo di decontaminazione più breve (15-20 minuti) mentre i rifiuti infetti richiedono tempi più lunghi (45-60 minuti);
- utilizzare sempre i DPI fra cui guanti resistenti al calore, occhiali di sicurezza, camice da laboratorio;
- aprire con cautela il coperchio dell'autoclave e aspettare che tutto il vapore sia uscito prima di rimuoverne il contenuto;
- poiché l'agar si liquefa in autoclave, riporre le piastre dentro vassoi con contenimento;
- se si verifica un versamento all'interno dell'autoclave, prima di pulire aspettare che tutto il sistema si sia raffreddato. Se vi sono dei frammenti di vetro, rimuoverli attentamente con le pinze;
- non lasciare un'autoclave in funzione senza sorveglianza, è necessario che vi sia sempre qualcuno nelle vicinanze in modo da poter intervenire in caso di problemi;
- le autoclavi devono essere correttamente mantenute ed ispezionate.

DISPOSITIVI PER ELETTROFORESI



Uno dei potenziale pericoli che si corrono utilizzando apparecchiature per elettroforesi è l'elettrocuzione causata da contatti accidentali con parti in tensione. Il pericolo esiste sia operando ad alto voltaggio, come durante la sequenziazione del DNA, o a basso voltaggio, come nell'elettroforesi con gel di agarosio (100 volts a 25 mA). Un corretto operare durante le operazioni di elettroforesi prevede:

- spegnere l'alimentazione durante la fase di connessione degli elettrodi;
- connettere un elettrodo alla volta utilizzando solo una mano;
- assicurarsi che le mani siano asciutte durante la fase di connessione degli elettrodi;
- l'apparato per elettroforesi deve essere posizionato lontano dai lavandini o da altre sorgenti di acqua;
- sorvegliare l'apparato durante il processo di elettroforesi;
- se l'elettroforesi deve essere condotta su gel di acrilammide (cancerogena) si consiglia l'uso di gel già preparati o soluzioni già pronte in modo da evitare l'operazione di pesata della polvere;
- utilizzando etidio bromuro è utile avere una lampada portatile ad UV in modo da controllare la contaminazione nella zona di lavoro;
- preparare tutte le soluzioni sotto cappa chimica;
- per contenere eventuali versamenti effettuare le operazioni di travaso su appositi vassoi;

- la decontaminazione delle superfici può essere fatta con etanolo;
- disporre tutti i materiali contaminati nei rifiuti pericolosi.

VETRERIA



L'utilizzo di oggetti in vetro e di apparecchiature con parti in vetro può comportare, per gli operatori, tagli accidentali o ad altre serie conseguenze. E' pertanto necessario adottare le seguenti misure:

- utilizzare se possibile materiale in plastica monouso;
- evitare di utilizzare vetreria rotta o sbeccata;
- manipolare con particolare cautela la vetreria utilizzata più volte (vecchia). Il vetro sottoposto ad agenti fisici quali calore, UV, microonde, urti, ecc., perde di resistenza;
- tutta la vetreria non confezionata come previsto o trovata fuori dalle aree di conservazione della vetreria pulita, va considerata usata e deve essere lavata prima del riutilizzo;
- se la vetreria da riutilizzare è stata utilizzata con materiale infetto o potenzialmente infetto occorre prima sterilizzarla, lavarla, e se occorre, risterilizzarla;
- in caso di rottura di provette, beute ecc. di vetro:
  - ✓ rimuovere il materiale utilizzando pinze, scopino e paletta. Non usare le mani anche se protette da guanti;
  - ✓ i frammenti di vetro andranno smaltiti nel contenitore rigido per taglienti.

Durante le operazioni utilizzare sempre i guanti.

STRUMENTI AUTOMATICI DI ANALISI

Gli strumenti automatici di analisi possono presentare diversi fattori di rischio, possono per esempio avere delle parti meccaniche in movimento che devono essere protette in modo da non provocare danni agli operatori o ai materiali posti nelle vicinanze.

- le aree eventualmente interessate dal movimento automatico devono essere chiaramente segnalate ed adeguatamente protette;
- le parti in tensione devono essere protette da schermi fissati in maniera tale da non poter essere facilmente rimossi;
- particolare attenzione dovrà porsi nel caso in cui gli apparecchi siano dotati di pipette automatiche per il prelievo e la dispensazione dei campioni o di sistemi centrifughi per la miscelazione dei campioni con i reattivi; in entrambi i casi potrebbe generarsi una dispersione fine di materiale nell'atmosfera circostante che potrebbe depositarsi sulle superfici dell'apparecchio;
- valutare l'opportunità di installare uno schermo di protezione;
- controllare e decontaminare le superfici dell'apparecchio, i porta campioni e l'area di lavoro circostante: indossare per questa operazione i guanti e cambiare con frequenza i mezzi utilizzati per la pulizia (garze e altro).
- nel caso in cui i puntali delle pipette non siano monouso, agire per la pulizia e/o sostituzione con estrema cautela per evitare ferite accidentali;
- alla fine delle sessioni di lavoro eseguire i cicli di pulizia indicati dal costruttore;
- i liquidi di scarico, raccolti in appositi contenitori direttamente collegati all'apparecchio, nonché i rifiuti solidi sono da considerarsi materiali potenzialmente pericolosi e devono pertanto essere smaltiti come tali;
- gli apparecchi che durante il loro funzionamento possono dar luogo a fumi o ad aerosol potenzialmente

pericolosi (gascromatografi, analizzatori a fiamma, spettrofotometro ad assorbimento atomico) devono essere dotati di un sistema di aspirazione dedicato;

- gli apparecchi e gli accessori smontati devono essere decontaminati prima di procedere a qualsiasi intervento di manutenzione e/o riparazione, in particolar modo nel caso in cui tali interventi dovessero essere eseguiti da personale esterno del laboratorio. Se le caratteristiche costruttive lo permettono, le parti smontate potranno essere sterilizzate;
- nel caso non sia stato possibile eseguire le operazioni di decontaminazione, segnalare in modo visibile il pericolo biologico ed utilizzare DPI appropriati nel maneggiare le parti smontate.

PARTE V

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVI ED INDIVIDUALI



CAPPE CHIMICHE

I principali dispositivi di protezione collettiva per la tutela della salute degli operatori dal rischio derivante dall'uso e dalla manipolazione di agenti chimici pericolosi sono rappresentati dalle cappe chimiche e dai relativi impianti di aspirazione, che di esse costituiscono parte fondamentale. Tali sistemi proteggono l'operatore da schizzi, incendi o esplosioni, infortuni e danni alla salute, rimuovono efficacemente vapori, gas e polveri che si diffondono durante le operazioni e riducono al minimo la dispersione delle sostanze pericolose nell'ambiente di lavoro. In particolare, la cappa da chimica ha lo scopo di rimuovere rapidamente da una zona di lavoro delimitata dalle pareti della cappa stessa, fumi e vapori tossici generati durante l'attività lavorativa e di impedirne la fuoriuscita verso il laboratorio.

L'efficacia del sistema è determinata da un flusso di aria generato e mantenuto costante da un elettroventilatore che aspira l'aria dall'ambiente tramite l'apertura frontale della cappa (o apertura di lavoro). La velocità di ingresso dell'aria nella cappa è detta "velocità frontale" e insieme ad una appropriata aerodinamica, determina la "capacità di contenimento" della cappa, ossia la sua efficacia nell'impedire la fuoriuscita di contaminanti verso il laboratorio.
L'aria contaminata presente nella zona di lavoro viene rapidamente miscelata e diluita con l'aria aspirata dal laboratorio, quindi viene espulsa e dispersa nell'atmosfera dove è possibile raggiungere livelli accettabili di concentrazione.
La cappa, per la sua funzione, rappresenta quindi una delle zone di maggiore pericolo in un laboratorio e quindi deve rispondere ai requisiti di sicurezza definiti dalle normative tecniche **(Norma UNI EN 14175)**, deve essere periodicamente controllata e mantenuta efficiente.

CAPPE CHIMICHE AD ESPULSIONE D'ARIA

Le cappe ad espulsione d'aria si compongono essenzialmente di una cabina, un condotto di aspirazione e un elettroventilatore. Gli inquinanti aspirati sono convogliati all'esterno con o senza depurazione (filtraggio).
Gli elettroventilatori devono essere costruiti in modo da avere un'elevata resistenza chimica e meccanica rispetto ad un ampio spettro di composti (acidi, basi, solventi organici, ecc.) e devono essere in grado di sopportare alte temperature. Per i motori si consiglia un isolamento a norma CEI IP66, prescritta per impianti a prova di polvere e ondate d'acqua.

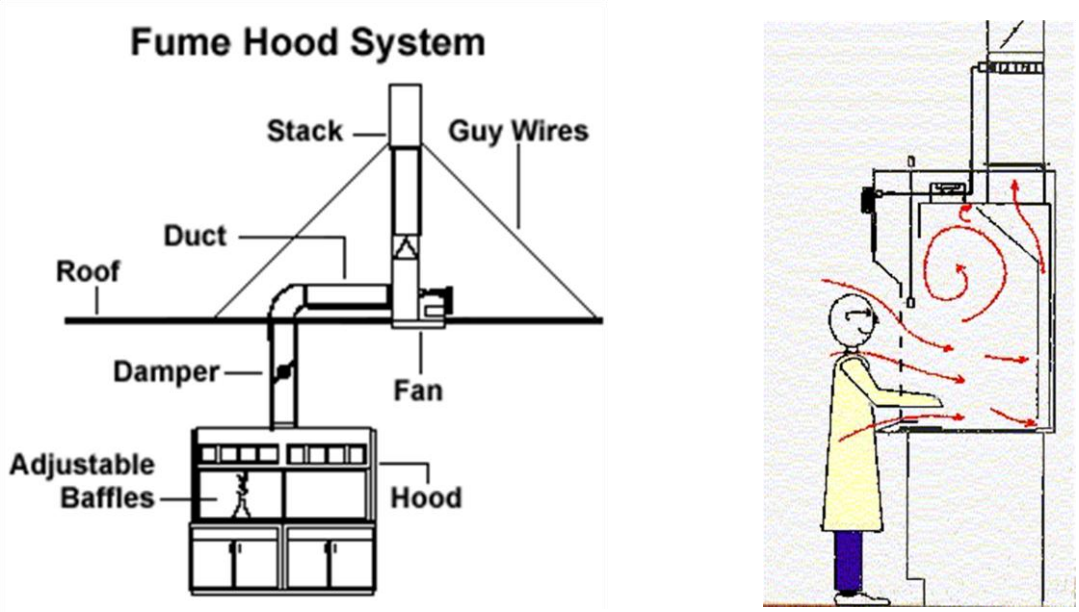


Figura 20.1 – Cappe chimiche ad espulsione di aria

La sistemazione dei condotti di espulsione deve essere effettuata in modo che l'elettroventilatore sia il più possibile posizionato in vicinanza del camino di scarico, in modo che le tubazioni si mantengano per la massima parte in depressione. In particolare, nel caso di fessurazioni, ciò impedisce la fuoriuscita di inquinanti dalla tubazione stessa e il loro rientro nel locale. Inoltre, il posizionare l'elettroventilatore ad una certa distanza dal laboratorio, consente di ridurre il rumore e le vibrazioni del motore.
I giunti delle tubazioni devono essere a curva aperta, con angoli superiori ai 90°, onde diminuire ulteriormente la rumorosità del flusso d'aria ed evitare fenomeni di condensa che potrebbero, col tempo, portare alla corrosione dei condotti.

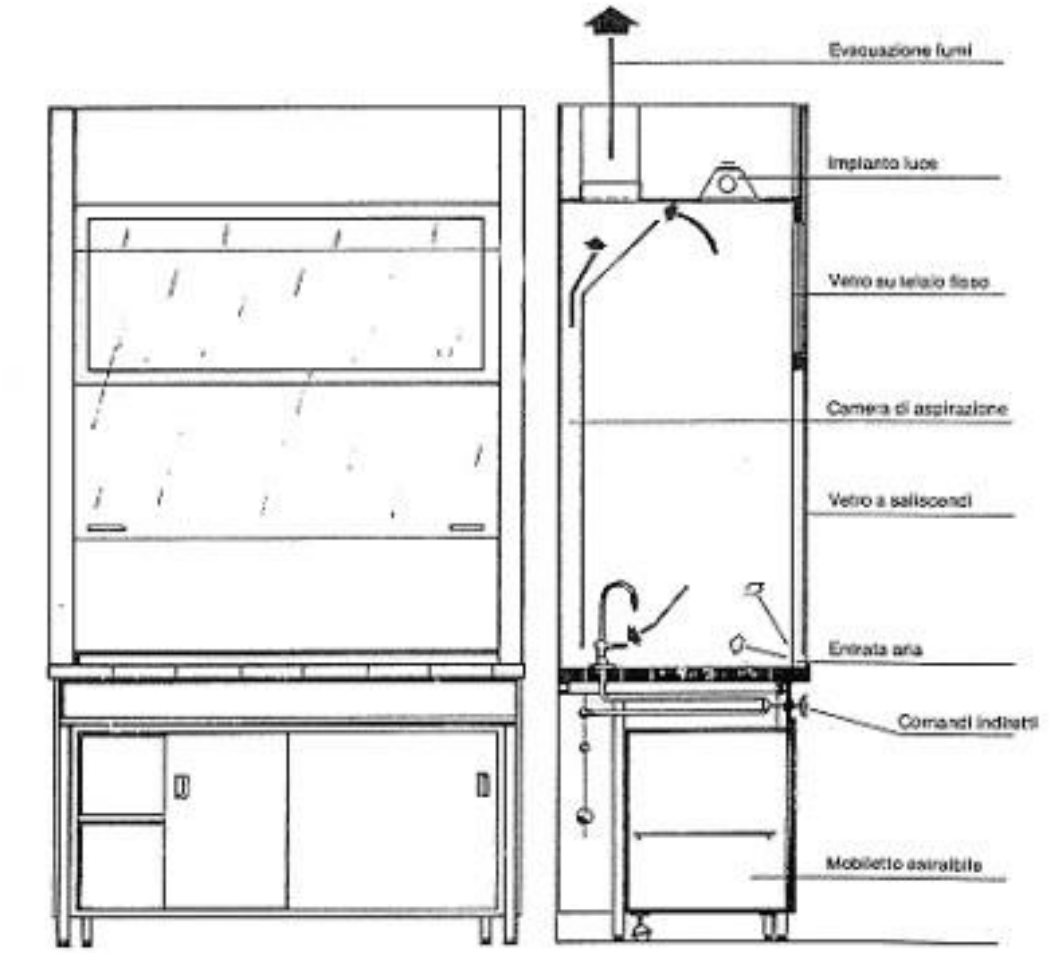


Figura 20.2 – Componenti di una cappa chimica ad espulsione d'aria

In genere, è preferibile il sistema una cappa - un condotto - un elettroventilatore, onde evitare il formarsi di miscele pericolose tra sostanze incompatibili o interferenze nei flussi d'aria, con fenomeni di ricircolo all'interno dei locali.
Comunque, la scelta del ventilatore e il dimensionamento del condotto d'espulsione devono essere eseguiti da un tecnico qualificato, che calcoli esattamente le dimensioni in funzione dei numerosi parametri coinvolti. Il diametro del condotto, comunque, deve essere preferibilmente maggiore o uguale a 20 cm, onde evitare eccessive perdite di carico nell'aspirazione.
Esistono diverse tipologie di cappe chimiche ad espulsione d'aria, la più semplice è composta da una cabina con vetro saliscendi frontale, un piano di lavoro, un doppio fondale e il collettore con il condotto di aspirazione. Il

vetro frontale è normalmente a saliscendi con contrappesi, i vetri sono di solito in cristallo temperato o di sicurezza oppure in policarbonato, in caso di utilizzo di acido fluoridrico. Il piano di lavoro può essere in grès monolitico, polipropilene, acciaio o resina epossidica, in un pezzo unico, con bordi antisversamento arrotondati in modo da garantire una maggiore facilità di pulizia e il contenimento in caso di versamento sul piano. Il piano di lavoro può essere ribassato per cappe che devono contenere distillatori o colonne cromatografiche.

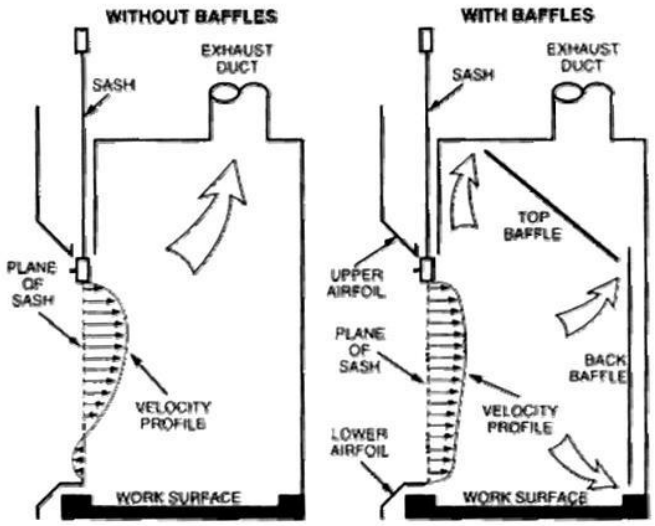


Figura 20.3 – Differenza fra cappa ad un solo punto di aspirazione e cappa a più punti di aspirazione

I punti di aspirazione all'interno della cappa sono ubicati preferibilmente a diverse altezze sul pannello di fondo. Questa scelta tecnica fa si che in corrispondenza di tali fessure la velocità di aspirazione sia alta (a parità di portata viene ridotta l'area superficiale) mentre la diversa altezza garantisce la cattura di gas o vapori con diversa densità. Da ciò discende il fatto che ostruire tali aperture diminuisce l'efficienza della cappa.
Le cappe sono poi dotate di servizi (acqua, gas, ecc.) che devono essere regolati dall'esterno della cappa, come sull'esterno dovranno essere tutte le prese di corrente.

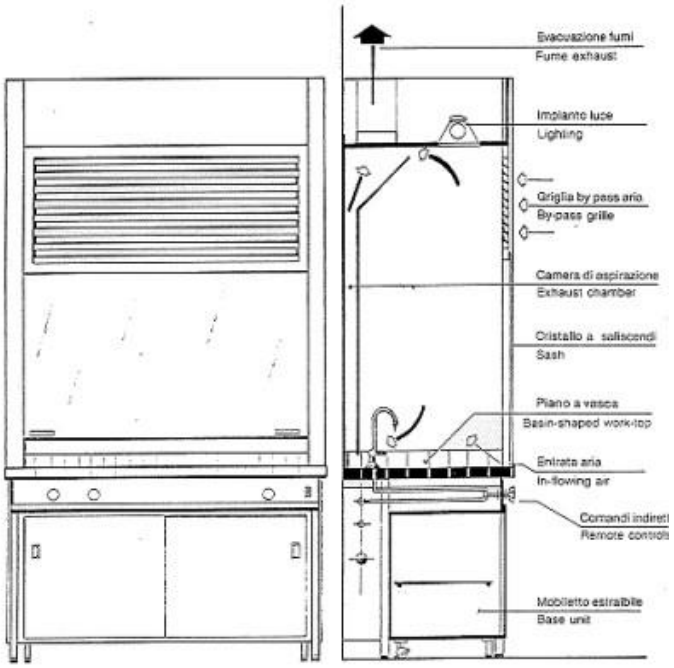


Figura 20.4 – Cappa con by pass d'aria

Le cappe ad espulsione d'aria possono essere dotate di una larga feritoia a griglia posta sopra il fronte della cappa attraverso la quale entra dell'aria supplementare (**cappe con by pass d'aria)**: ciò consente all'operatore di lavorare in condizioni di velocità frontale costante, indipendentemente dalla posizione del vetro, che può essere tenuto anche completamente abbassato senza che la cappa rimanga priva di alimentazione.

Le **cappe tecnologiche** per gli impianti pilota sono invece senza piano di lavoro, permettendo così di utilizzare come vano cappa tutta l'altezza disponibile della struttura a partire dal pavimento.

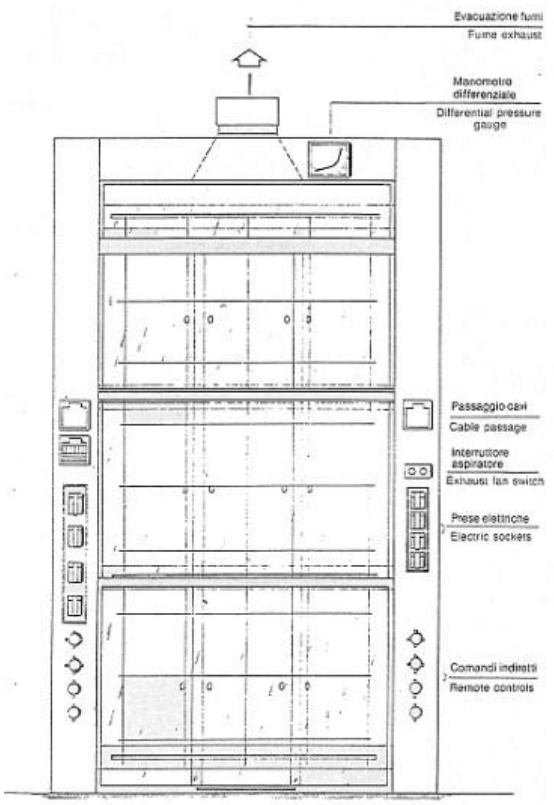


Figura 20.5 – Cappa tecnologica

CAPPE CHIMICHE A RICIRCOLO D'ARIA

Le cappe a ricircolo d'aria, dette anche filtrate, hanno dimensione ridotta e comprendono in un corpo unico tutti i componenti della cappa. Sono costruite on modo da poter essere appoggiate al pavimento o al banco.
Il piano di lavoro è racchiuso entro una cabina con frontale apribile trasparente collegata al sistema di depurazione (trappole ad assorbimento chimico, filtri a carbone attivo, ecc.) e di aspirazione (elettroventilatore). Tali cappe hanno il vantaggio di riciclare l'aria nel locale e, quindi, di non causare consumi d'aria riscaldata per espulsione esterna.
La depurazione dell'aria dai vapori tossici ha luogo per adsorbimento in fase solida. L'aria aspirata dall'elettroventilatore attraversa un letto di sostanze assorbenti (il filtro) che la purifica trattenendo le sostanze inquinanti per adsorbimento fisico o chimico. L'assorbente più impiegato è il carbone attivo, particolarmente quello ottenuto dalla combustione delle noci di cocco, attivato per trattamento con vapore o con altri processi chimico-fisici che aumentano la porosità dei granuli. La capacità di adsorbimento è definita dalla quantità di CCl4 adsorbito su 100 g di carbone attivo. Quando l'aria inquinata circola all'interno dei granuli, le sostanze di

massa molecolare maggiore di 30 dalton restano intrappolate nei pori per adsorbimento fisico. Per l'assorbimento dei composti a bassa massa molecolare (PM < 30) o molto volatili (punto di ebollizione < 60 °C) si deve impregnare il carbone con reagenti o catalizzatori, che neutralizzano o decompongono le molecole dell'inquinante (chemiassorbimento), variando il tipo di impregnazione si possono preparare filtri specifici.

Schema semplificato di cappa chimica a ricircolo d'aria

1) saliscendi frontale;
2) pulsantiera dei comandi;
3) pannello frontale mobile;
4) canister per filtri con ventilatore;
5) parete posteriore con profilo di canalizzazione d'aria;
6) sportello per passaggio cavi;
7) prese elettriche.

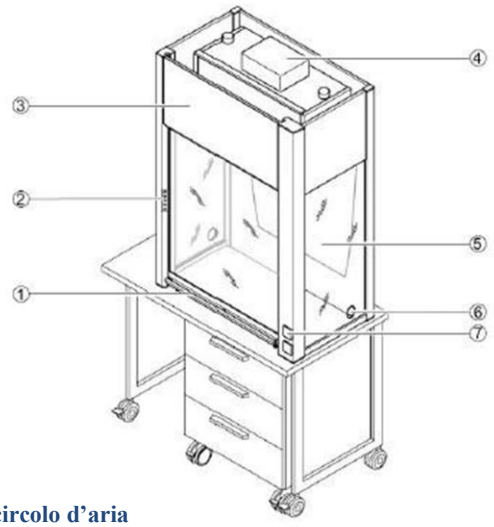


Figura 20.6 – Cappa chimica a ricircolo d'aria

Il grado di saturazione dei filtri è un fattore critico poiché la durata di un filtro dipende, oltre che dalla sua granulometria, dalla concentrazione e dalla frequenza d'impiego delle sostanze da assorbire, dalle condizioni termoigrometriche dell'ambiente e dalla possibilità di assorbire, anche quando la cappa non è in funzione, sostanze volatili presenti nell'aria dell'ambiente.
L'applicazione di un doppio filtro può aumentare la durata del sistema filtrante: con il progressivo esaurimento del primo filtro inizia l'azione d'adsorbimento del secondo.
Per evitare l'ostruzione dei micropori del carbone da parte di particelle submicromiche disperse nell'aria, è necessario far precedere il filtro da un prefiltro costituito da fibre polimeriche caricate elettrostaticamente. In aggiunta al filtro molecolare possono essere inseriti filtri HEPA (filtri ad alta efficienza) per la purificazione assoluta dell'aria, oppure possono essere montati filtri polifunzionali a strati formati da un prefiltro, un filtro particellare e un filtro molecolare, che hanno il vantaggio di poter essere sostituiti in blocco.
Tali tipi di cappa non devono essere utilizzate:

- nel caso si debbano trattare grandi quantità di sostanze volatili, tossiche, corrosive o infiammabili, esplosive o radioattive;
- quando le sostanze sono incompatibili tra di loro, con il filtro o con le sostanze precedentemente assorbite; con sostanze che sviluppano reazioni esotermiche o esplosive;
- con materiali a rischio biologico.

CAMERE A GUANTI O "GLOVE BOX"

La totale protezione dal contatto con i materiali tossici, radioattivi, patogeni, mutageni è ottenuta con le cappe note come "glove box", sul cui frontale è montata una coppia di manicotti a guanto per la manipolazione dei materiali e delle apparecchiature senza contatto epidermico. L'isolamento integrale è realizzato inserendo anche nel camino d'entrata dell'aria un filtro HEPA, e mantenendo in depressione la camera per effetto dell'elettroventilatore posto sopra il filtro di uscita. La scarsa manovrabilità e sensibilità imposta dai manicotti

limita l'impiego di questa classe di cappe alle operazioni in cui è indispensabile il totale isolamento dall'ambiente. I sistemi a tenuta ermetica possono operare a pressione ridotta e in atmosfera controllata mediante l'installazione di sistemi di purificazione dei gas per manipolazioni con gas inerte. Sono dotati di due camere, collegate da una porta d'interscambio: la camera di lavoro a pressione controllata e la camera d'interscambio a condizionamento variabile per introdurre o estrarre il materiale senza alterare le condizioni della camera di lavoro. I glove box possono essere costruiti come impianti fissi a singolo o doppio fronte, a uno o più posti di lavoro oppure possono essere camere mobili da banco con diverse forme: trapezoidali, cilindriche, sferiche. Sono dotate inoltre di passaggi a tenuta ermetica predisposti per sacchi di rifiuti, tubazioni, condutture elettriche per i comandi esterni degli strumenti, nonché per sistemi di protezione per il ricambio dei filtri saturi senza produrre contaminazioni.



Figura 20.7 – Glove box

CORRETTO UTILIZZO DELLA CAPPA CHIMICA

La presenza della cappa chimica di per sé non è sufficiente a garantire la sicurezza. Occorre infatti che la cappa sia utilizzata correttamente, il personale dovrà quindi essere addestrato in modo da ottenere i maggiori vantaggi possibili in termini di protezione e per evitare che l'uso improprio possa creare situazioni di maggior pericolo. Qui di seguito sono riportati alcuni consigli per il miglior utilizzo di tale dispositivo:

- tutte le operazioni con prodotti chimici pericolosi devono essere effettuate sotto cappa, così come nel caso in cui tale indicazione è riportata sulle schede di sicurezza dei prodotti da manipolare;
- la cappa non deve essere utilizzata come magazzino di stoccaggio delle sostanze chimiche, né per lo smaltimento delle stesse per evaporazione forzata. Alla fine del lavoro le sostanze devono essere rimosse e riposte in un luogo idoneo (meglio se separato dall'ambiente di lavoro);
- la cappa deve essere posizionata nel locale lontano da ogni fonte di turbolenza d'aria (porte, finestre, impianti di ventilazione, caloriferi, termoconvettori, stufe, passaggio di persone, ecc). In particolare, durante l'attività dovrà essere evitata qualunque operazione causa di turbolenza dell'aria del locale;
- prima di iniziare il lavoro verificare che la cappa sia in funzione, (ad esempio con un fazzoletto o un foglio di carta);

- dopo aver inserito il materiale, abbassare lo schermo frontale ad almeno 40 cm circa dal piano di lavoro. Se la cappa ha la regolazione automatica della velocità, abbassare lo schermo all'altezza minima indispensabile per lavorare in sicurezza e comodità. Più il frontale è abbassato, meno il flusso d'aspirazione risente delle correnti d'aria presenti nell'ambiente di lavoro. Se il pannello frontale è dotato di vetri scorrevoli orizzontalmente, tenerli chiusi. Se la cappa è funzionante ma non utilizzata, mantenere il frontale completamente abbassato;

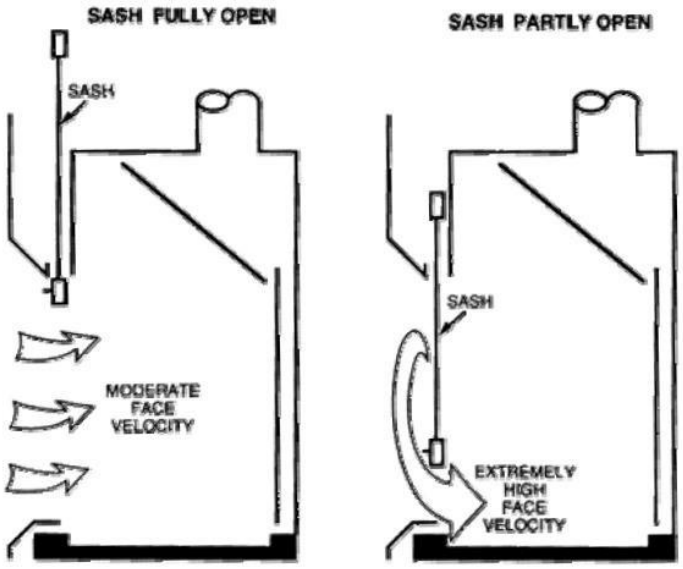


Figura 20.8 – Velocità dell'aria in funzione del livello di apertura dello sportello frontale

- l'operatore deve lavorare in piedi o seduto, in posizione eretta, evitando di sporgersi con la testa verso l'area di lavoro;
- l'operatore deve mantenersi leggermente scostato dall'apertura frontale per non generare turbolenze;
- gli apparecchi elettrici introdotti devono essere alimentati dall'esterno e, se necessario, certificati per essere utilizzati in atmosfere a rischio incendio/esplosione;
- è da evitare la presenza di prese elettriche all'interno del vano della cappa;
- preferire, quando possibile, cappe con comandi dei gas/fluidi tecnici in remoto per evitare di entrare con le braccia all'interno del vano cappa;
- al termine dell'attività si deve pulire adeguatamente il piano di lavoro e le pareti interne;
- ridurre al minimo gli strumenti ed il materiale presente nella zona di lavoro all'interno della cappa al fine di minimizzare il rischio di turbolenze. Le fonti di emissione (reagenti ed apparecchiature) poste all'interno della cappa, dovrebbero essere tenute ad almeno 15-20 cm dall'ingresso. Questo impedisce la fuoriuscita delle sostanze dalla cappa quando turbolenze ambientali interferiscono sull'aspirazione. Potrebbe essere opportuno segnalare tale linea sul banco di lavoro della cappa stessa;
- non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano della cappa. Qualora sia necessario utilizzare attrezzature che ingombrano il piano di lavoro, sollevarle di almeno 5 cm al di sopra di esso e tenerle distanziate anche dalle pareti. Non devono mai essere ostruite le feritoie di aspirazione della cappa;

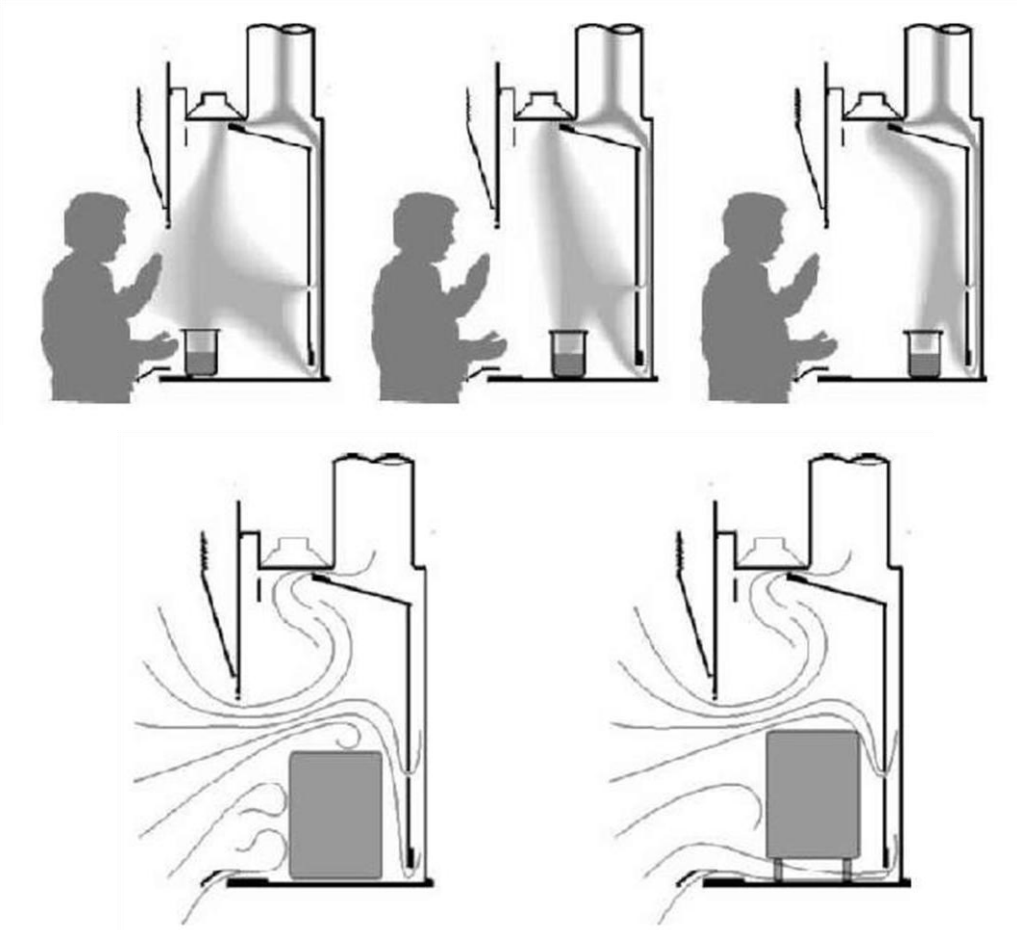


Figura 20.9 – Circolazione dell'aria aspirata in funzione della posizione dell'operatore e degli oggetti posti sotto cappa

- approntare delle procedure d'emergenza da adottare in caso di malfunzionamento della cappa o in caso di esplosione o incendio all'interno della stessa;
- quando la cappa non è in uso, spegnere l'aspirazione e chiudere il frontale.

LIMITAZIONI ED ERRORI COMUNI NELL'UTILIZZO DELLA CAPPA CHIMICA

- una cappa chimica non è progettata per contenere il rilascio ad alta velocità di polveri, a meno che il vetro non sia completamente chiuso;
- vapori e gas in pressione possono muoversi ad una velocità sufficiente per uscire dalla cappa;
- le cappe non sono in grado di contenere esplosioni a meno che non siano adottate protezioni ulteriori (barriere, schermi deflettori, ecc);
- una cappa chimica convenzionale non può essere utilizzata in presenza di acido perclorico. I vapori di tale acido possono condensare sul condotto e cristallizzare sotto forma di perclorati che hanno un elevato potere detonante;
- diverse cappe chimiche sono dotate di un deflettore sulla soglia per dirigere il flusso d'aria a lavare il piano di lavoro. Tali deflettori non devono essere rimossi;
- è importante controllare l'apertura di eventuali vetri orizzontali che si aggiungono all'apertura verticale dello schermo. Se si utilizza l'apertura verticale, quella orizzontale deve essere mantenuta chiusa. L'apertura orizzontale va utilizzata solo a schermo completamente abbassato;

- è assolutamente da evitare l'immissione, in una cappa chimica o nel suo condotto di aspirazione, del condotto di estrazione di un'altra apparecchiatura, cappa o armadio aspirato. Ciò può determinare, infatti, una diminuzione dell'efficienza d'aspirazione della cappa, oltre all'aumento dei rischi legati alla possibile miscelazione di sostanze incompatibili e/o alla possibilità di contaminazioni;
- una cappa chimica non può essere utilizzata per maneggiare microrganismi. Per tali attività devono essere utilizzate cappe biologiche;
- una cappa chimica ben progettata e usata correttamente può contenere fino al 99,9% dei contaminanti rilasciati al suo interno. Se la sostanza manipolata è altamente pericolosa, è consigliabile però l'utilizzo di una cappa a contenimento totale (glove box).

MANUTENZIONE E CONTROLLI PERIODICI

La manutenzione delle cappe e dei sistemo di aspirazione in generale richiede particolari precauzioni per prevenire il rischio di esposizione alle sostanze depositate sulle pareti interne dei sistemi di aspirazione, soprattutto quando vengono utilizzate delle sostanze cancerogene e/o mutagene e altamente tossiche.

La prima regola da rispettare per mantenere efficiente una cappa chimica è la pulizia quotidiana a fine giornata per rimuovere le macchie prodotte da eventuali spruzzi di materiale: Molte sostanze chimiche, infatti, possono macchiare le superfici interne della cappa se non sono prontamente rimosse. Per prevenire eventuali malfunzionamenti della cappa è comunque necessario definire un programma annuale di verifica e di manutenzione degli impianti idraulici ed elettrici installati, della ventilazione e della meccanica.

Pulizie periodiche

- pulizia del piano della cappa (giornaliera o settimanale a seconda dell'uso);
- pulizia del plenum di estrazione (semestrale o annuale a seconda dell'uso, a cura di personale specializzato);
- lavaggio interno della cappa (annuale, a cura di personale specializzato).

Verifiche periodiche

Salvo diverse indicazioni riportate nel libretto di uso e manutenzione della cappa, è necessario effettuare quantomeno le seguenti verifiche secondo le periodicità indicate.

Tutte le volte che si usa la cappa (a cura dell'operatore):

- verifica a "vista " della velocità di aspirazione (a cura dell'operatore);

Mensile (a cura dell'operatore):

- verifica che le manopole dei rubinetti non abbiano gioco e soprattutto che il rubinetto del gas combustibile sia in ottimo stato, con il tipico scatto alla chiusura;
- controllo del regolare svuotamento delle vaschette di scarico, spesso otturate da oggetti vari;
- verifica che la sigillatura perimetrale in silicone del vassoio della cappa sia ancora in buono stato;
- verifica che tutte le viti siano ben salde;
- verifica del corretto funzionamento dell'illuminazione;

Trimestrale (a cura del servizio SPP):

- verifica della velocità di aspirazione mediante controllo anemometrico della velocità frontale;

Annuale (a cura di personale specializzato):

- verifica della velocità di aspirazione mediante controllo anemometrico della velocità frontale e smoke pattern test per verificare l'assenza di turbolenze nella barriera frontale;
- misura della velocità di rotazione del ventilatore e verifica che l'elettroventilatore non presenti danni o segni di usura;

- controllo che i canali di espulsione non siano danneggiati e che siano ben raccordati tra di loro;
- manutenzione dello schermo saliscendi verificando ed eventualmente sostituendo le funicelle dei contrappesi, oliando le carrucole e testando gli eventuali fermi di sicurezza. I cavi di acciaio che sostengono il vetro frontale devono risultare entrambi in tensione e integri. Se la cappa è dotata di vetri scorrevoli orizzontali occorre verificare che non ci siano resistenze allo scorrimento nelle relative guide;
- sostituzione degli eventuali filtri presenti secondo la periodicità stabilita dalla ditta fornitrice, in assenza di indicazioni specifiche la sostituzione deve avere periodicità almeno annuale, indipendentemente dall'utilizzo della cappa;
- ispezione annuale dell'eventuale sistema depurante, delle serrande, del ventilatore, del condotto di estrazione e dell'indicatore di portata.

Registro delle manutenzioni

Tutti i dati relativi alla manutenzione, alle verifiche periodiche o ad eventuali interventi devono essere annotati in ordine cronologico su apposito registro da conservarsi assieme alla cappa e firmati da chi ha eseguito l'operazione.

CRITERI DI VALUTAZIONI DELL'EFFICIENZA DI ASPIRAZIONE

L'efficienza dell'aspirazione di una cappa chimica si può esprimere attraverso il valore della velocità del flusso d'aria indotto dalla differenza di pressione generata dall'elettroventilatore, espresso in metri al secondo, e misurato sul frontale dell'apparato stesso.
La velocità di aspirazione frontale, inoltre, è uno dei parametri fondamentali per definire il tipo di operazioni e le sostanze manipolabili all'interno della cappa stessa.

Le cappe chimiche possono pertanto essere classificate come segue, in accordo alla norma americana SAMA *(Scientific Apparatus Makers Association* - USA) ed al manuale UNICHIM 192/3.

Le sostanze chimiche a cui viene associato il TLV non rappresentano la totalità delle sostanze classificate come pericolose. Per questo motivo, i gruppi di appartenenza delle sostanze chimiche vengono identificate tramite la tossicità delle sostanze stesse in funzione delle frasi di rischio R, così come riportate nella scheda di sicurezza e che descrivono, in modo sintetico, la natura dei pericoli associati ai diversi prodotti.

Velocità frontale (m/sec)	Categoria cappa	Grado di tossicità della sostanza	TLV	Indice di tossicità IT
$V_f < 0,4$ m/s	non classificabile	**cappa non utilizzabile**		
$0,4 \text{ m/s} \leq V_f < 0,5$ m/s	C	basso	TLV > 100 ppm	1
$0,5 \text{ m/s} \leq V_f < 0,7$ m/s	B	medio	1 ppm ≤ TLV ≤ 100 ppm	2
$0,7 \text{ m/s} \leq V_f < 0,85$ m/s	A	alto	TLV < 1 ppm	3

Tabella 20.1 – Classificazione delle cappe in funzione della velocità di aspirazione e del grado di tossicità della sostanza impiegata

V_f = Velocità di aspirazione frontale della cappa chimica misurata posizionando il pannello frontale ad un'altezza di 40 cm rispetto al piano di lavoro.

Indice di tossicità IT	Potenzialità del danno
1	Entità del danno lieve: effetti reversibili
2	Entità del danno moderata: effetti potenzialmente irreversibili Entità del danno media: effetti irreversibili
3	Entità del danno molto alta: effetti possibilmente letali Entità del danno alta: effetti irreversibili gravi

Tabella 20.2 – Valori dell'indice di tossicità IT

Indice di tossicità 1	Indice di tossicità 2	Indice di tossicità 3
R36	R20	R26
R37	R21	R62
R66	R34	R63
	R67	R64
	R23	R68
	R42	R33
		R40
		R48
		R45
		R49
		R46

Tabella 20.3 – Valori dell'indice di tossicità IT in funzione delle frasi di rischio

Nel caso in cui una sostanza presenti una combinazione di frasi R, per l'attribuzione dell'indice di tossicità si prenderà in considerazione la frase R che porta all'attribuzione dell'IT più elevato.
Nei casi in cui l'operatore non conosca la pericolosità della sostanza, sarà necessario che essa venga manipolata utilizzando una cappa chimica che presente una velocità frontale superiore a 0.7 m/s e pertanto classificata in categoria C. Le cappe con velocità frontale inferiore a 0,40 m/s devono essere revisionate o dismesse.

In linea generale per sostanze a bassa tossicità e per composti volatili a basso peso molecolare possono essere sufficienti velocità vicine a 0,4 m/s, mentre velocità superiori, comprese tra 0,5 e 0,7 m/s, sono raccomandabili per vapori pesanti.
È da sottolineare che velocità frontali eccessive sono controproducenti se non pericolose a causa delle turbolenze che provocano sul piano di lavoro e per il rischio di fastidiose e nocive correnti d'aria indotte alle spalle dell'operatore.
In ogni caso, l'orientamento ormai comune per l'utilizzo di cancerogeni o di sostanze di elevata tossicità non è più quello di utilizzare velocità di aspirazioni elevate ma cappe a contenimento totale ("glove-box").

L'impiego di cancerogeni e/o mutageni va effettuato, comunque, in cappe dedicate esclusivamente a tali agenti.

ALTRI DISPOSITIVI DI CAPTAZIONE

Esistono nei laboratori dispositivi di captazione localizzata diversi dalla cappa chimica ed in particolare:

Banco cappato

Un banco cappato in un laboratorio chimico può essere una struttura simile ad una cappa da cucina oppure può essere costruita con chiusure laterali più simile ad una cappa chimica, ma di quest'ultima non raggiunge mai l'efficienza sia nel contenimento degli aereodispersi che nella protezione dell'operatore.



Proboscidi

Quelle che vengono comunemente chiamate proboscidi sono in genere condotti flessibili collegati ad un sistema di aspirazione. Esse possono catturare solo contaminanti che sono molto vicini all'apertura, in genere ad una distanza minore o uguale alla metà del diametro del condotto. Possono essere utilizzati al di sopra dei gas cromatografi ma se l'emissione di sostanze tossiche è considerevole devono essere utilizzati con molta cautela.



Figura 20.10 – Proboscide o braccio aspirante

Piani di lavoro aspirati

I banchi aspiranti sono tavoli da lavoro collegati ad un impianto di aspirazione centralizzato oppure possono essere dotati di un piano aspirante e ventilatore autonomo, sono utilizzati, per esempio, durante la perfusione di animali con sostanze tossiche.

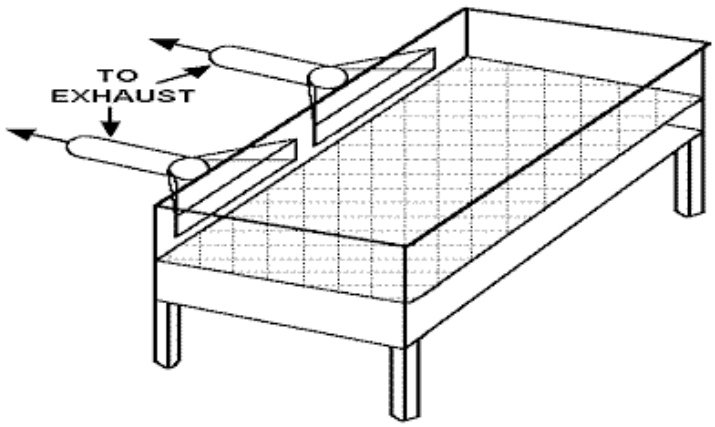


Figura 20.11 – Piano di lavoro aspirato

CAPPE BIOLOGICHE

La cabina di sicurezza microbiologica (**MSC**, Microbiological Safety Cabinet) o cappa biologica, si utilizza quando il campione da analizzare è formato da materiale biologico patogeno o potenzialmente tale. Tali dispositivi non proteggono comunque l'operatore da tutti gli altri pericoli connessi all'attività sotto cappa (iniezione, ustione, auto contaminazione, ecc.).

Le cappe a sicurezza biologica sono suddivise in tre categorie: I, II, III, che corrispondono a livelli diversi di sicurezza. La loro efficacia dipende dal flusso dell'aria, dalla capacità di contenimento, dall'integrità dei filtri HEPA[3] (high efficiency particulate airfilter) e, nel caso delle cappe I e II, dalla loro posizione nella stanza in relazione alle correnti di aria e ai movimenti del personale (vanno poste lontano dalle zone di passaggio e da correnti d'aria provenienti da porte, finestre e dall'impianto di aerazione).

CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE I

Sono cappe provviste di apertura frontale, progettate per la protezione dell'operatore tramite un flusso d'aria entrante che non viene rimandata in circolo. La protezione ambientale viene realizzata tramite un filtro HEPA nel sistema di scarico che proteggere l'ambiente esterno dalla fuoriuscita di microorganismi.
Non proteggono il campione da contaminazione e sono adatte per utilizzi con agenti biologici a basso e medio rischio.

A – Zona di preparazione facilmente decontaminabile dotata di pannelli removibili

B – Filtro HEPA di espulsione e parziale riciclo

C – Filtro a carboni attivi nel caso di ricircolo nello stesso locale

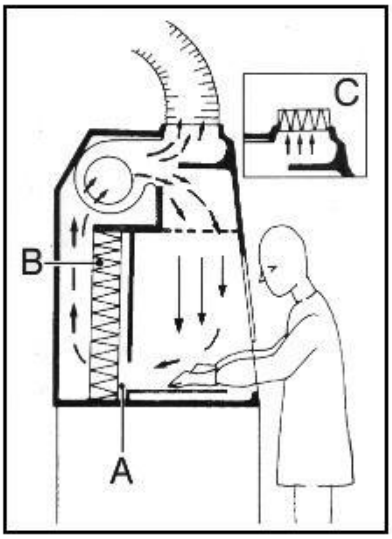


Figura 21.1 – Cappa biologica di classe I

Le cappe classe I possono essere usate con agenti biologici che presentino un rischio basso o moderato (gruppi di rischio 1 e 2). Proteggono l'operatore dai contaminanti presenti nella cappa, ma non proteggono dalla contaminazione i materiali situati all'interno della cappa stessa (la sterilità non è garantita).

[3] Filtri HEPA = (High Efficiency Particulate Air) prevengono la contaminazione particellare e sono costituiti da fogli di microfibre di vetro ripiegati più volte; l'efficienza filtrante è la capacità di trattenere particelle di 0,3 µ di diametro con un'efficacia compresa tra il 99,97% e il 99,99%.
I filtri HEPA sono raggruppati in 5 classi (da H10 a H14) con caratteristiche prestazionali crescenti.

CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE II

Sono cappe dotate di un'apertura frontale che permette l'ingresso dell'aria la quale presenta un flusso laminare verticale rispetto al piano di lavoro. L'aria in ingresso e in uscita è filtrata da un filtro HEPA.
Quando la cappa viene accesa, l'aria dell'ambiente viene aspirata dalla griglia posta alla base dell'apertura frontale e, dopo il passaggio attraverso il filtro HEPA, viene immessa dall'alto nella camera di lavoro.
Sono progettate per la protezione dell'operatore, dei prodotti che si trovano all'interno della cappa e dell'ambiente circostante. Il flusso laminare, proveniente dal sovrastante filtro HEPA, scende perpendicolarmente al piano di lavoro evitando di investire l'operatore, l'aria espulsa deve essere filtrata da un secondo filtro HEPA e, se ricircolata nello stesso locale, da un filtro supplementare a carbone attivo posto a valle del filtro HEPA, per trattenere eventuali frazioni gassose.

Il flusso laminare è comune a tutte le cappe di classe II mentre in base alla percentuale di aria riciclata ed alla velocità dell'aria, le cappe di classe II sono suddivise in diversi tipi:

- **A** - il 70% dell'aria viene riciclata; il 30% viene espulsa;
- **B1** - il 30%dell'aria viene riciclata; il 70% viene espulsa;
- **B2** - non prevedono il ricircolo dell'aria in quanto viene continuamente espulsa dall'area di lavoro attraverso il filtro HEPA.

A - filtro HEPA di espulsione dell'aria;

B - filtro a carbone attivo posizionato sopra il filtro HEPA A quando il riciclo dell'aria avviene nello stesso locale;

C - filtro HEPA dell'aria di ricircolo;

D - zona a rischio facilmente raggiungibile per la decontaminazione;

E - filtro HEPA sostituibile in bagout.

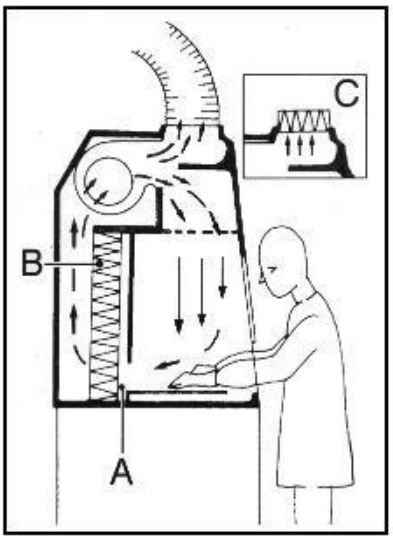


Figura 21.2 – Cappa biologica di classe II

Le cappe di classe II A possono essere usate per agenti biologici che presentino un rischio basso o moderato (gruppi di rischio 2 e 3), per piccole quantità di agenti chimici tossici e per radionuclidi in tracce. Le cappe classe II B sono invece adatte a maggiori quantità di sostanze tossiche, volatili o radioattive.

CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA DI CLASSE III

Una cappa di sicurezza biologica classe III è una cappa ventilata totalmente chiusa, a tenuta d'aria e mantenuta a pressione negativa. L'aria in ingresso passa per un filtro HEPA e quella in uscita passa per due filtri HEPA posti in serie. Il lavoro viene svolto con guanti a manica in gomma fissatialla cappa da qui, anche, la denominazione di *"glove box"*.

Tali tipi di cappe permettono una protezione totale dell'operatore e dell'ambiente. Sno perciò adatte per la manipolazione ad alto rischio biologico e sono utilizzate anche in caso di manipolazioni con agenti cancerogeni e antiblastici.

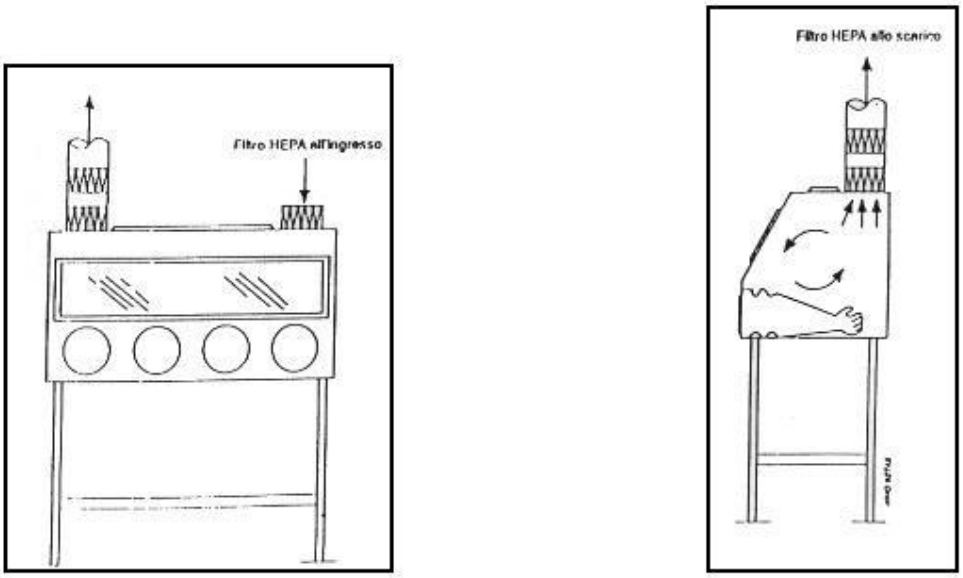


Figura 21.3 – Cappa biologica di classe III

Sono usate per lavorare con agenti biologici ad alto rischio (gruppo di rischio 4) e forniscono una barriera totale tra l'operatore e il lavoro. Nelle cappe di classe III non vanno usati gas infiammabili.

CLASSIFICAZIONE DELLE CAPPE BIOLOGICHE

CLASSE	CARATTERISTICHE	IMPIEGHI	PROTEZIONE		
			operatore	ambiente	campione
I	Apertura frontale, filtro HEPA nel sistema di scarico.	basso rischio gruppi 1, 2*	buona	ottima	scarsa
II A	Flusso laminare verticale rispetto al piano di lavoro, l'aria in ingresso e in uscita è filtrata da un filtro HEPA, l'aria dell'ambiente viene aspirata dalla griglia posta alla base dell'apertura frontale e dopo il passaggio attraverso il filtro HEPA viene immessa dall'alto nella camera di lavoro.	medio rischio gruppi 2, 3*	buona	ottima	scarsa
II B1					
II B2					
III	Chiusura totale ed ermetica, funzionano a pressione negativa, hanno un filtro HEPA sull'aria in ingresso ed un doppio filtro HEPA sull'aria in uscita	medio alto gruppo 4*	ottima	ottima	buona

Tabella 21.1 – Caratteristiche delle cappe biologiche e relativi impieghi

USO IN SICUREZZA DELLE CAPPE BIOLOGICHE

- accertarsi che la cappa sia idonea all'agente biologico utilizzato e che sia perfettamente funzionante;
- spegnere la lampada UV, se presente;
- posizionare il vetro frontale, se del tipo a scorrimento, all'altezza fissata per la maggiore protezione dell'operatore (20 – 30 cm);
- accendere il motore della cappa e lasciarlo in funzione almeno 10 minuti prima di iniziare il lavoro, in modo da stabilizzare il flusso;
- ridurre al minimo indispensabile il materiale sul piano di lavoro in quanto può diminuire notevolmente il passaggio di aria sotto il piano stesso;
- eseguire tutte le operazioni nel mezzo o verso il fondo del piano di lavoro;
- evitare di introdurre nuovo materiale all'interno della cappa dopo aver iniziato il lavoro;
- evitare movimenti bruschi degli avambracci all'interno della cappa. Tali comportamenti potrebbero causare alterazione al flusso laminare;
- non usare becchi Bunsen. Il calore prodotto può causare scompensi nel flusso d'aria e può danneggiare i filtri. Si possono usare i micro inceneritori, ma sono preferibili le anse monouso;
- rimuovere immediatamente rovesciamenti o fuoriuscite di materiale biologico;
- estrarre il materiale potenzialmente infetto o contaminato in contenitori chiusi ed a tenuta, perfettamente puliti all'esterno ed etichettati con il segnale di rischio biologico;
- disinfettare le apparecchiature prima di estrarle dalla cappa;
- lasciare la cappa in funzione per circa 10 min. dopo la fine del lavoro per "pulire" da un'eventuale contaminazione;
- ogni volta che si termina il lavoro effettuare la pulizia e la disinfezione della cappa con prodotti idonei;
- chiudere il vetro frontale quando la cappa biologica non è in uso, eventualmente accendere la lampada a raggi UV.

Le cappe di sicurezza biologica devono essere conformi alla norma **UNI EN 12469** (marcatura CE e dichiarazione di conformità) al momento dell'installazione e, al fine della loro efficienza, le cappe di classe I e II devono essere collocate nel laboratorio in posizioni prive di correnti d'aria e lontano dalle aeree di transito del personale.

VERIFICA E MANUTENZIONE PERIODICA DELLE CAPPE BIOLOGICHE

La manutenzione delle cappe (di qualsiasi tipo) e dei sistemi di aspirazione in generale richiede particolari precauzioni per prevenire il rischio di esposizione alle sostanze depositate sulle pareti interne dei sistemi di aspirazione. Pertanto la manutenzione riveste fondamentale importanza, soprattutto quando vengono utilizzate delle sostanze cancerogene, mutagene e/o altamente tossiche.

I filtri sostituiti devono essere eliminati come rifiuto speciale utilizzando il *Codice CER 15.02.02.*

Per quanto riguarda pulizia, verifica e manutenzione delle cappe biologiche, fare riferimento al precedente paragrafo 20.6 "Manutenzioni e verifiche periodiche" per le cappe chimiche.

Lampade ad ultravioletti

Le lampade ad ultravioletti non sono richieste nelle cappe biologiche. Se utilizzate devono essere pulite settimanalmente per rimuovere polvere e sporco che possono compromettere la sua capacità germicida. L'intensità della luce ultravioletta deve essere controllata quando viene fatta la manutenzione ordinaria per assicurare che l'emissione di luce sia adeguata. Le lampade ad ultravioletti devono essere spente quando la stanza è occupata, per proteggere occhi e pelle da esposizioni accidentali.

Fiamme libere

L'uso di fiamme libere all'interno della cappa dove si è creato un ambiente libero da microbi deve essere evitato. Esse interrompono il flusso d'aria e possono essere pericolose quando sono utilizzate anche sostanze volatili o infiammabili. Per sterilizzare anse da semina è consigliabile e preferibile utilizzare micro bruciatori o sterilizzatori elettrici.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI

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.
I DPI devono essere prescritti solo qualora i rischi non possano essere evitati o sufficientemente ridotti con altri mezzi, ovvero quando non sia possibile attuare specifiche misure di prevenzione dei rischi, adottare dispositivi di protezione collettiva e/o metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro.
Il lavoratore è tenuto ad utilizzare correttamente tali dispositivi, ad averne cura e a non apportarvi modifiche, segnalando difetti o inconvenienti specifici che dovesse riscontrare.
L'utilizzo di alcuni DPI prevede una formazione ed un addestramento specifico (DPI a protezione dell'udito e DPI di III categoria quali autorespiratori, imbragature, ecc.)
Per poter essere utilizzati i DPI devono:

- devono essere adeguati ai rischi da prevenire e alla loro entità senza comportare di per sé un rischio aggiuntivo;
- devono rispondere alle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore;
- devono essere adattabili all'utilizzatore secondo le sue necessità;
- devono essere in possesso dei requisiti essenziali intrinseci di sicurezza, ovvero essere conformi alle norme CE.

La scelta dei dispositivi di protezione da utilizzare dipende dal tipo di attività che si intende svolgere, dalla natura e dalla quantità dei prodotti in uso e deve essere valutata caso per caso.



CATEGORIE DI DPI

I DPI si suddividono in tre categorie:

- **prima categoria:** DPI di progettazione semplice destinati a salvaguardare la persona da rischi fisici di lieve entità. Nel progetto deve presupporsi che la persona che usa il DPI abbia la possibilità di valutarne l'efficacia e di percepire, prima di riceverne un danno, la progressiva verificazione di effetti lesivi. Essi sono indicati per:
  - ✓ azioni lesive con effetti superficiali prodotte da strumenti meccanici (esempio di DPI: giubbotto);
  - ✓ azioni lesive di lieve entità e facilmente reversibili causate da prodotti per la pulizia (esempio di DPI: guanto generico);
  - ✓ rischi derivanti dal contatto o da urti con oggetti caldi, che non espongono ad una temperatura maggiori di 50 °C (esempio di DPI: guanto anticalore in tessuto);
  - ✓ ordinari fenomeni atmosferici nel corso di attività professionali (esempio di DPI: incerata);
  - ✓ urti lievi e vibrazioni inidonei a raggiungere organi vitali ed a provocare lesioni permanenti (esempio di DPI: vestiario "robusto");
  - ✓ azione lesiva dei raggi solari (esempio di DPI: cappello);
- **seconda categoria:** DPI che non rientrano nella prima o nella terza categoria;
- **terza categoria:** DPI di progettazione complessa destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, presupponendo che la persona che li usi non abbia la possibilità di percepire tempestivamente il verificarsi di effetti lesivi. Fra tali DPI rientrano:
  - ✓ **apparecchi di protezione respiratoria** filtranti contro gli aerosol solidi, liquidi o contro i gas irritanti, pericolosi, tossici o radiotossici (esempio di DPI: maschera piena facciale);
  - ✓ **apparecchi di protezione isolanti,** compresi quelli destinati all'immersione subacquea (esempio di DPI: autorespiratore);
  - ✓ **dispositivi** che assicurano una protezione limitata nel tempo contro le aggressioni chimiche e contro le radiazioni ionizzanti (esempio di DPI: guanti specifici);
  - ✓ dispositivi per attività in ambienti con condizioni equivalenti ad una temperatura d'aria non inferiori a 100 °C (esempio di DPI: vestiario anticalore estremo);
  - ✓ dispositivi per attività in ambienti con condizioni equivalenti ad una temperatura d'aria non superiore a -50 °C (esempio di DPI: vestiario antifreddo estremo);
  - ✓ dispositivi destinati a salvaguardare dalle cadute dall'alto (esempio di DPI: cinture ed imbragature);
  - ✓ dispositivi destinati a salvaguardare dai rischi connessi ad attività che espongano a tensioni elettriche pericolose o utilizzati come isolanti per alte tensioni elettriche (esempio di DPI: fioretti e guanti isolanti).

PROTEZIONI DEGLI OCCHI

I DPI oculari sono dispositivi di varia tipologia (occhiali, maschere, schermi e visiere) atti a prevenire infortuni e/o malattie professionali causate da agenti chimici, meccanici, biologici, termici p da radiazioni visibili, UV, IR, ionizzati e laser.

I DPI destinati alla protezione degli occhi sono classificati prevalentemente nella II categoria, ma esistono però alcune eccezioni: i DPI utilizzati in ambienti di lavoro esponenti alle alte temperature, a radiazioni ionizzati ed a

rischi elettrici appartengono infatti alla III categoria, mentre i quelli che proteggono dalla luce solare appartengono invece alla I categoria.

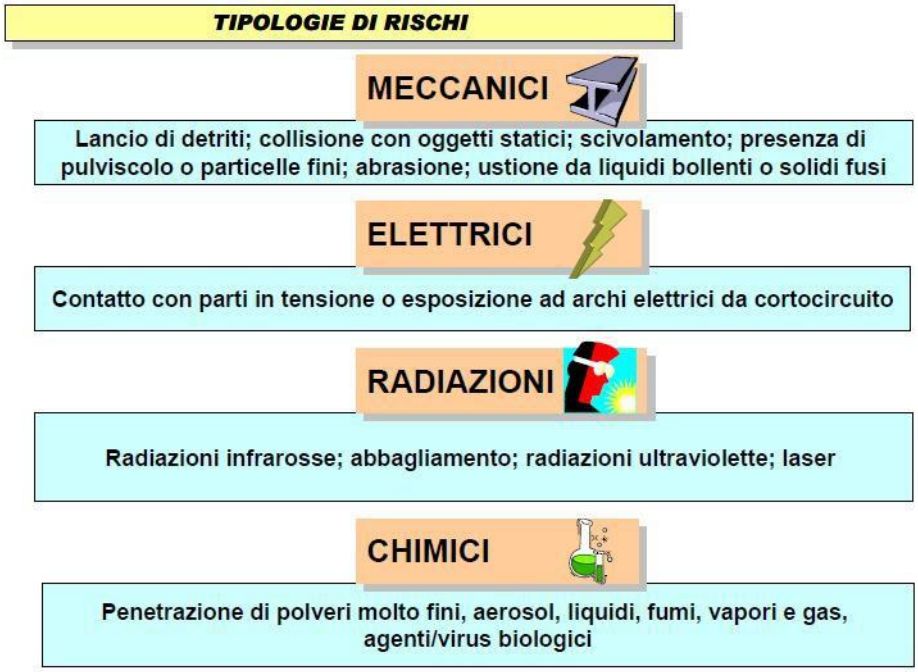


Figura 22.1 – Rischi a carico degli occhi

In relazione al rischio chimico ed ai vari fattori potenzialmente presenti in laboratorio, abbiamo:

- **liquidi:** la protezione da gocce è garantita solo da occhiali a mascherina o visiere, la protezione da spruzzi o da qualsiasi liquido avente azione lesiva su cute o occhi, esclusivamente da visiere;
- **polveri:** la protezione può essere assicurata esclusivamente da occhiali a mascherina;
- **gas:** la protezione può essere assicurata esclusivamente da occhiali a mascherina.

Per la protezione da polveri e da gas è spesso necessario abbinare alla protezione degli occhi anche quella delle vie respiratorie con maschere a pieno facciale e, in questo caso, sarà la maschera stessa ad assicurare la protezione oculare.



Figura 22.2 – Significato della marcatura delle lenti di un DPI oculare

Sull'oculare del dispositivo è riportato un codice alfanumerico che identifica le sue capacità protettive. Ad esempio: **3 – 2,5 B-D 1 F 3 4 5 8 9**. Il significato del codice è il seguente:

- prima posizione (3 – 2,5): il primo numero identifica il tipo di protezione da radiazioni luminose (3 = UV, 4 = IR, 5 = radiazioni solari), il secondo, staccato da un trattino, la relativa graduazione. Se compare un solo numero, esso identifica la protezione per saldature e, contemporaneamente, il livello di graduazione;
- seconda posizione (B-D): rappresenta il codice di identificazione del fabbricante;
- terza posizione (1): da 1 a 3 indica la classe ottica, a classe ottica inferiore corrisponde una qualità ottica migliore;
- quarta posizione (F): indica il livello di protezione meccanica (S = robustezza incrementata, F = resistenza impatto a bassa energia, B = resistenza impatto a media energia, A = resistenza impatto ad alta energia);

	Sfera di acciaio di 6mm di diametro		
TIPO DI PROTETTORE	*BASSA ENERGIA 45 m/s*	*MEDIA ENERGIA 120 m/s*	*ALTA ENERGIA 190 m/s*
Occhiali a stanghette	X	N/A	N/A
Occhiali a mascherina	X	X	N/A
Visiere	X	X	X

Tabella 22.1 - Resistenza meccanica in funzione del tipo di DPI oculare

- Quinta posizione (3 4 5 8 9): indica il tipo di protezione da altri fattori (3 = gocce e spruzzi, 4 = poveri grossolane, > 5 micron, 5 = polveri fini, 8 = arco elettrico, 9 = metalli fusi e solidi incandescenti).

	Tipo di protezione				
Tipo di Protettore	*3*	*4*	*5*	*8*	*9*
Occhiali a stanghette	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Occhiali a mascherina	gocce	X	X	N/A	X
Visiere	spruzzi	N/A	N/A	X	X

Tabella 22.2 Tipo di protezione in funzione del tipo di DPI oculare

Lenti a contatto

L'utilizzo di lenti a contatto è oggi sempre più diffuso, difatti, oltre al semplice fattore estetico, la lente a contatto ha il pregio di offrire una migliore correzione ottica, in particolare per la miopia. Inoltre le dimensione delle immagini rispettano meglio quelle reali, soprattutto per deficit visivi che superano le 4-5 diottrie.

In condizioni microclimatiche sfavorevoli, soprattutto in ambienti ad elevate temperature, viene favorita l'evaporazione del film lacrimale, la diminuzione del contenuto idrico delle lenti a contatto morbide e la conseguente deformazione delle stesse, a cui si associa una improvvisa diminuzione dell'acuità visiva e, di conseguenza, un aumento del rischio infortunistico.

Tale possibilità può verificarsi anche nel corso di attività lavorative che richiedono prolungata fissazione, la quale causa diminuzione della frequenza di ammiccamento e, quindi, evaporazione del film lacrimale, nonché durante lo svolgimento di tutte quelle attività in cui si verifica una emissione di energia radiante.

In presenza di attività lavorative che prevedono l'utilizzo di sostanze chimiche (ad esempio alcoli, acidi forti, formaldeide e compositi alogenati), queste, a seguito della loro aerodispersione, vengono assorbite dalle lenti a contatto morbide, interagiscono con la lente, favorendo un effetto tossico cronico.

La presenza di lente a contatto in un occhio che è stato investito da una sostanza caustica può fungere da protezione se l'occhio viene immediatamente lavato e la lente rapidamente rimossa. In caso contrario, la lente assorbe il caustico e la gravità della lesione aumenta.

E' da rilevare che, **per tutte quelle attività dove è prevista la prescrizione di dispositivi di protezione oculare, è da incoraggiare il contemporaneo utilizzo di lenti a contatto**, anziché l'occhiale correttivo, perché le prime favoriscono una migliore adesione del dispositivo di protezione ed un miglior comfort per l'operatore.

Occhiali di sicurezza

Gli occhiali di sicurezza (safety glasses) sono dotati di lenti che possono resistere all'impatto ed hanno una struttura più robusta dei normali occhiali. Essi devono avere degli schermi laterali ed essere indossati tutte le volte che esiste la possibilità che sostanze, particelle, oggetti, frammenti possano entrare in contatto con gli occhi. In commercio esiste una grande offerta di occhiali di sicurezza, alcuni dei quali possono essere usati anche al di sopra dei normali occhiali da vista.



Figura 22.3 – Occhiali di sicurezza

Gli occhiali di sicurezza, che proteggono gli occhi e, solo limitatamente, le cavità orbitali, non forniscono una protezione adeguata in caso di uno spargimento chimico significativo, essi non aderiscono al viso e quindi possono permettere al prodotto chimico di percolare ai lati e di arrivare alla pelle. Essi vanno utilizzati quando occorre proteggersi da piccoli schizzi come per esempio quelli che possono originarsi dall'apertura di una provetta.

Occhiali a maschera

Gli occhiali a maschera (goggles) devono essere utilizzati quando gli schizzi di prodotti chimici possono essere di entità significativa. Anche questi tipi di occhiali sono resistenti all'impatto e possono essere indossati sopra gli occhiali da vista. La maggior parte di essi ha delle valvole che ne evitano l'appannamento.



Figura 22.4 – Occhiali a maschera

Tra i vari prodotti presenti sul mercato, ve ne sono ora alcuni che hanno una configurazione intermedia tra gli occhiali di sicurezza e gli occhiali a maschera (visorgogs).

Schermo facciale

Lo schermo facciale è da preferire quando si vuole proteggere il viso o perché si lavora con grosse quantità di sostanze o perché vi è una probabilità di doversi riparare dalla proiezione di particelle solide.
Gli schermi facciali forniscono una protezione secondaria e devono quindi essere sempre usati con gli occhiali di sicurezza o la maschera.

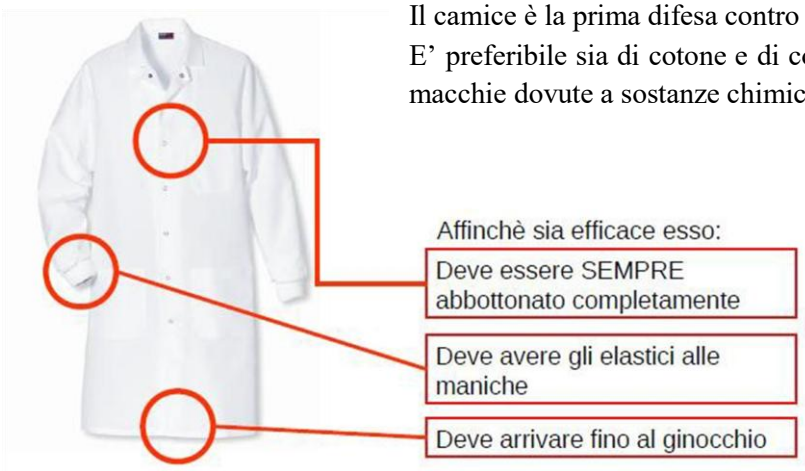


Figura 22.5 – Schermo facciale

PROTEZIONE DEL CORPO

Il camice da laboratorio non è considerato, a rigore, un dispositivo di protezione individuale. E' comunque buona norma indossarlo sempre in laboratorio in quanto può proteggere da piccoli versamenti o schizzi. Nel caso sussista la possibilità di una contaminazione chimica più importante, esistono camici e grembiuli adatti a liquidi corrosivi o irritanti.

Normalmente nei laboratori non è necessario indossare tute, soprascarpe o sovramaniche, ma è comunque buona norma non indossare sandali, scarpe aperte, calzoni o gonne corte.
Per quanto riguarda il camice da laboratorio, esso va indossato chiuso, con le maniche non arrotolate, mantenuto pulito ed in ordine. Il camice del chimico non ha polsini, ma elastici ai polsi per evitare impigliamenti durante il lavoro. Se non vi è la disponibilità di un servizio di lavanderia centralizzata, il camice deve essere portato a casa chiuso in un sacchetto e lavato separatamente dagli altri indumenti. Quando si esce dal laboratorio o dall'area di ricerca, il camice va tolto e indossato di nuovo al proprio ritorno.



Il camice è la prima difesa contro schizzi di sostanze chimiche.
E' preferibile sia di cotone e di colore bianco per poter così notare meglio macchie dovute a sostanze chimiche.

Figura 22.5 – Camice da laboratorio

PROTEZIONI DELLE MANI

La scelta ed il buon utilizzo dei guanti in un laboratorio chimico è estremamente importante anche se, spesso, sottovalutata.
Diversi prodotti chimici possono causare irritazione o ustioni al contatto, ma anche l'assorbimento attraverso la pelle è una via di esposizione da non sottovalutare. I guanti dovrebbero essere sempre utilizzati durante la

manipolazione di prodotti chimici pericolosi, tossici, corrosivi cos' come durante l'uso di attrezzature molto calde o molto fredde.
In un laboratorio chimico di ricerca è normalmente sufficiente l'uso di guanti in nitrile o in lattice, i quali offrono protezione in caso di schizzo o contatto accidentale.
Nel caso in cui si utilizzino prodotti chimici altamente tossici o corrosivi ad alte concentrazioni, oppure che la manipolazione sia estesa nel tempo o preveda anche l'immersione delle mani nel prodotto, la scelta del tipo di guanto dovrà essere attentamente valutata, tenendo conto della compatibilità chimica tra il prodotto utilizzato ed il materiale costituente il guanto.
E' comunque necessario ricordarsi sempre che:

- i guanti proteggono solo l'operatore ma non rimuovono il contaminante dal luogo di lavoro;
- alcuni tipi di guanti sono scomodi e possono interferire con il metodo di lavoro;
- i guanti limitano la sensibilità al tatto, nell'afferrare le cose occorre quindi più prudenza del normale;
- per una buona protezione è fondamentale il modo in cui i guanti sono indossati e l'attenzione posta ai dettagli dell'utilizzo;
- un uso scorretti o una cattiva manutenzione possono limitare o annullare la protezione offerta.

Come scegliere il materiale del guanto da utilizzare

Nella scelta di un guanto adeguato dovrebbero essere considerate le seguenti caratteristiche:

- **velocità di degradazione**: è la velocità con cui si verifica il cambiamento di una o più proprietà fisiche del materiale in seguito all'esposizione ad agenti chimici;
- **tempo di penetrazione**: è il tempo che trascorre tra il primo contatto del prodotto chimico testato sulla superficie del guanto e la determinazione analitica dello stesso prodotto chimico all'interno del guanto;
- **velocità di permeazione:** è la velocità con cui, una volta avvenuta la penetrazione dell'agente chimico, si raggiunge l'equilibrio. La permeazione coinvolge l'assorbimento del prodotto chimico sulla superficie del guanto, la diffusione attraverso il guanto e il desorbimento del prodotto chimico dall'interno del guanto.

Le schede tecniche fornite assieme ai guanti dovrebbero riportare tali informazioni. Non bisogna però dimenticare che tali valori sono misurati in condizioni controllate di laboratorio e che, pertanto, potrebbero non differire da quelli sperimentati nelle reali condizioni di lavoro.
Le informazioni di cui sopra sono sintetizzate nell'indice di permeazione, che esprime il tempo, in minuti, impiegato da un liquido pericoloso ad attraversare lo spessore del guanto. Esso assume valori da 1 a 6 come riportato nella tabella seguente:

Indice di permeazione	Tempo in minuti
1	>10
2	>30
3	>60
4	>120
5	>240
6	>480

Tabella 22.3 – Indice di permeazione

Il tempo di permeazione è influenzato:

- dalla natura della sostanza
- dalla sua concentrazione
- dallo spessore del guanto

- dalle condizioni di esposizione
- dalla temperatura dell'ambiente
- dalla temperatura della sostanza

Nel caso si utilizzi una miscela di sostanze, il materiale del guanto dovrà essere scelto in funzione dell'agente chimico caratterizzato dal tempo di permeazione più basso.

Qui di seguito sono elencati i principali materiali di cui sono fatti i guanti:

- **PVC**
  - ✓ adatto per le manipolazioni di acidi e basi;
  - ✓ buona resistenza ai grassi ed idrocarburi alifatici;
  - ✓ discreta resistenza agli idrocarburi aromatici;
  - ✓ scarsa resistenza ai solventi e ai chetoni;
  - ✓ imbottiti di materiale termoisolante, offrono buona resistenza alle bassissime temperature;
  - ✓ NON RESISTONO a temperature superiori a 65°C circa;
- **Neoprene**
  - ✓ buona resistenza agli idrocarburi ed ai solventi alifatici, ai grassi, agli acidi ed agli alcali, alle soluzioni sature di sali e all'ammoniaca;
  - ✓ scarsa resistenza agli idrocarburi aromatici ai solventi clorurati ed ai chetoni;
- **Gomma naturale (lattice)**
  - ✓ resiste alle soluzioni acide a media concentrazione ed a quelle alcaline ad alta concentrazione;
  - ✓ non resiste ai grassi, agli idrocarburi ed ai solventi organici clorurati;
  - ✓ occorre indossarli solo se si è sicuri di non essere allergici al lattice o, meglio, all'amido di mais usato come lubrificante per i guanti;
- **Butile**
  - ✓ guanti adatti per manipolazione di solventi aggressivi (acetone e composti, dimetilformammide), acidi minerali e alcool;
- **Nitrile**
  - ✓ adatti per proteggere da numerosi prodotti chimici quali alcoli, solventi aromatici, clorurati e derivati dal petrolio;

RESISTENZA DEI GUANTI AGLI AGENTI CHIMICI				
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Giudizio	Ideali	Utilizzabili	Sconsigliati	Da evitare
Tempo Permeazione	Alcune ore	Almeno un ora	Almeno 10 minuti	Da zero a pochi minuti
Tasso Permeazione	Nullo o basso	Basso	Variabile	Variabile
Degradazione	Nulla	Scarsa o nulla	Possibile lenta	Possibile rapida

Tabella 22.4 – Classificazione dei guanti in base alla loro resistenza agli agenti chimici

COMPATIBILITA' DEI GUANTI AGLI AGENTI CHIMICI							
	Gomma butilica	Lattice	Polietilene clorurato	Uretano	PVC	Nitrile	Neoprene
Acetone	1	4	1	4	4	4	4
Acrilonitrile	2	3	1	4	4	4	3
Benzene	3	4	3	3	4	4	4
Etanolo	1	3	-	-	-	1	3
Gasolio	-	4	2	1	3	3	4
Acido Cloridrico	3	3	1	3	1	2	3
Nitrobenzene	1	4	3	4	4	4	3
Potassio idrossido	-	3	1	2	1	1	2

Tabella 22.5 – Resistenza dei guanti nei confronti di specifici agenti chimici

MATERIE PRIME / CARATTERISTICHE	LATTICE NATURALE	NEOPRENE	NITRILE	PVC
Punti forti	Eccellente flessibilità e resistenza allo strappo. Buona resistenza a numerosi acidi e chetoni.	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, con acidi ossidanti e con prodotti organici azotati.	Debole resistenza meccanica. Evitare il contatto con solventi contenenti chetoni e con solventi aromatici.

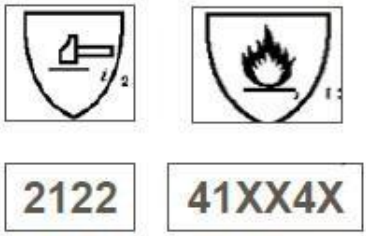
Tipi di agressioni	Più è lunga la striscia di colore, maggiore è la resistenza della materia all'aggressione considerata.			
Abrasione				
Taglio				
Strappo				
Perforazione				
Oli e grassi				
Idrocarburi				
Acidi				
Solventi non chetonici				
Solventi chetonici				
Detergenti, detersivi				

Tabella 22.6 – Comportamento di alcuni materiali con cui sono prodotti i guanti in relazione ad alcune sollecitazioni meccaniche e ad alcuni agenti chimici

Esistono inoltre guanti da utilizzare per proteggersi dal freddo, dal calore e da rischi meccanici ed elettrici.
I guanti di protezione contro il calore o il fuoco proteggono le mani contro il calore e/o le fiamme in una o più delle seguenti forme: fuoco, calore per contatto, calore convettivo, calore radiante, piccoli spruzzi o grandi proiezioni di metallo fuso.
I guanti di protezione contro il freddo, invece, proteggono contro il freddo trasmesso per convezione o conduzione fino a -50 °C.

I valori dei vari livelli di prestazione sono determinati dai requisiti speciali per ogni classe di rischio o dalle specifiche aree di applicazione: prevedendo lavori in ambienti freddi si darà la preferenza alle alte resistenze al freddo convettivo, mentre se si prevede di maneggiare oggetti freddi si preferiranno buone protezioni dal freddo di contatto.

Appositi pittogrammi riportati sull'etichetta, identificano il tipo di protezione assicurata dal guanto (il primo pittogramma riportato nella figura accanto indica protezione da rischi meccanici, mentre il secondo da rischi da calore). Le cifre indicate sotto il pittogramma stanno ad indicare il livello di prestazione offerto, per ciascuna caratteristica testata, dal prodotto.



Nel casi del rischio meccanico, la prima cifra (variabile da 0 a 4) si riferisce alla resistenza all'abrasione, la seconda (da 0 a 5) al taglio da lama, la terza (da 0 a 4) allo strappo e la quarta ed ultima (da 0 a 4) alla perforazione. Più la cifra è elevata, maggiore è la protezione offerta. Il livello 0 sta ad indicare che il guanto non è stato sottoposto a prova, oppure che esso è risultato al di sotto del livello minimo di prestazione. Il livello X indica che il test non è applicabile o che il guanto non è stato testato. Nella scheda tecnica del prodotto sono riportati i valori testati associati a ciascun livello di prestazione.

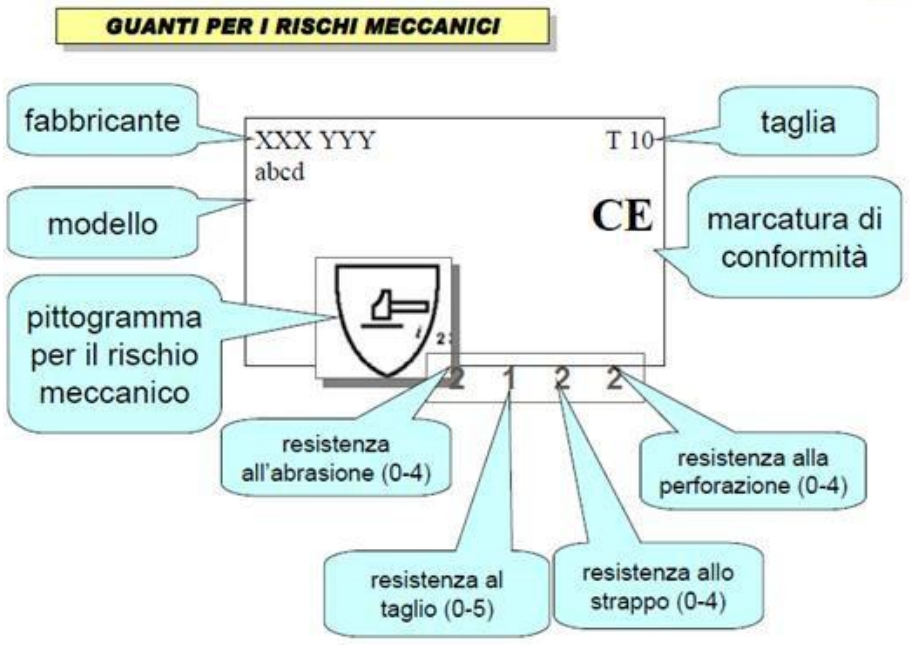


Figura 22.6 – Pittogramma relativo ai rischi meccanici e relativi codici di resistenza

Pittogramma	*Norma di riferimento*	*Livelli di prestazione*	*i*
	EN 388 Rischi meccanici	a resistenza all'abrasione b resistenza al taglio da lama c resistenza allo strappo d resistenza alla perforazione	0-4 0-5 0-4 0-4
	EN 388 Rischi meccanici	Rischi d'impatto	
	EN 388 Rischi meccanici	Elettricità statica	
	EN 374 Rischi chimici e micro-organismi	Resistenza alla penetrazione di micro-organismi attraverso materiali porosi, cuciture, ecc.	1-3
	EN 374 Rischi chimici e micro-organismi	Resistenza a danni chimici (tempo di permeazione)	1-6
	EN 407 Rischi del calore	a resistenza all'infiammabilità b resistenza al calore di contatto c resistenza al calore convettivo d resistenza al calore radiante e resistenza a spruzzi di materiale fuso f resistenza a grandi quantità di materiale fuso	0-4 0-4 0-3 0-4 0-4 0-4
	EN 511 Protezione dal freddo	a resistenza al freddo di convezione b resistenza al freddo di contatto c resistenza all'acqua (0 permeabile dopo 30 minuti)	0-4 0-4 0-1
	EN 421 Protezione da radiazioni ionizzanti e contaminazione radioattiva		

Tabella 22.7 – Pittogrammi relativi alle diverse classi protezione per i guanti

Norme per il corretto utilizzo dei guanti

- i guanti devono essere indossati quando esiste un potenziale rischio di contatto di un prodotto chimico con le mani;
- scegliere accuratamente il tipo di guanto da indossare in relazione all'attività da svolgere ed ai prodotti chimici da utilizzare. Indossare sempre e solo guanti della taglia adatta;
- per la scelta del materiale è necessario riferirsi alle tabelle specifiche e alle schede di sicurezza dei prodotti. Se il rischio è sconosciuto sono raccomandati come minimo guanti in gomma nitrilica. Il tipo di guanti da utilizzare dovrebbe essere comunque specificato nella procedura operativa do ciascun laboratorio;
- tutti i guanti proteggono solo a breve termine in quanto nel tempo tutti, con diversi gradi, consentono la permeazione della maggior parte dei composti organici in maniera inversamente proporzionale al loro spessore;
- prima di ogni uso i guanti devono essere ispezionati per rilevare danni o contaminazioni (tagli, punture, punti scoloriti etc.);
- i guanti monouso non devono mai essere riutilizzati;
- i guanti non monouso devono essere sostituiti periodicamente in funzione della frequenza di utilizzo e della loro resistenza alle sostanze impiegate. La permeazione dei prodotti chimici può diventare una fonte di esposizione cronica. I lavaggi e l'utilizzo di solventi non polari rimuovono gli agenti plastici e degradano rapidamente il guanto;
- i guanti devono essere tolti prima di toccare superfici che non devono essere contaminate (maniglie, telefono etc.);
- i guanti non devono essere utilizzati fuori dal laboratorio. Se è necessario trasportate al di fuori del laboratorio una mano deve essere mantenuta senza guanto e con quella si procederà ad aprire le porte;
- guanti speciali devono essere utilizzati per i materiali caldi o abrasivi (es. vetreria rotta): questi guanti non sono adatti a maneggiare prodotti chimici;
- i guanti devono essere tolti secondo la procedura illustrata nel seguiti e quindi messi fra i rifiuti pericolosi;
- è necessario lavarsi sempre le mani dopo essersi tolti i guanti;
- in caso di versamento sui guanti è necessario toglierseli e lavarsi subito le mani;
- alcune manipolazioni, es. cancerogeni ed antiblastici, necessitano dell'utilizzo di due paia di guanti;
- per una maggiore protezione e per prevenire possibili fenomeni di sensibilizzazioni, prima di indossare i guanti potrebbe essere opportuno utilizzare una crema barriera per le mani.

Istruzione per la rimozione in sicurezza di guanti contaminati

- prendere il guanto all'altezza del polso e tirare (figura G1);
- tirare con cautela e lentamente il guanto verso la punta delle dita e, contemporaneamente, rovesciarlo in modo che la parte interna vada verso l'esterno (figura G2);
- continuare a tirare il guanto verso la punta delle dita (figura G3);



Figura G1

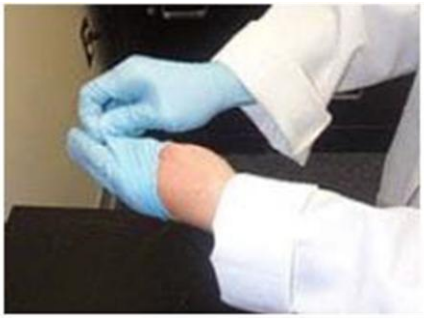


Figura G2

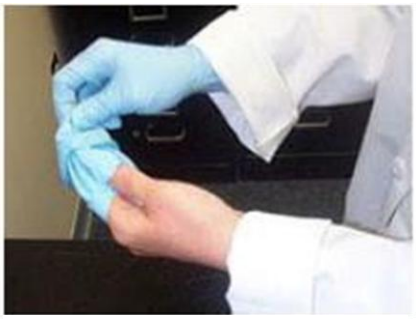


Figura G3

- rimuovere completamente il guanto trattenendolo nella mano guantata (figura G4);
- inserire un dito della mano libera nel guanto rimasto fino a circa metà del dito (figura G5);
- ruotare il dito di circa 180 gradi e cominciare a tirare il guanto verso la punta delle dita, in modo da rovesciare la parte interna verso l'esterno. In questo modo, il primo guanto, quello già tolto, verrà racchiuso nel guanto che si sta togliendo (figura G6);



Figura G4



Figura G5



Figura G6

- prendere i guanti con la mano già libera toccando solo la superficie non contaminata, cioè la superficie interna del guanto. Tirare leggermente per liberare anche la punta delle dita della seconda mano. Gettare i guanti nell'apposito recipiente (figura G7). Lavarsi con cura le mani.



Figura G7

PROTEZIONI DELLE VIE RESPIRATORIE

In un laboratorio chimico, durante le normali attività, non dovrebbe essere di norma necessario indossare una protezione delle vie respiratorie poiché, a tal fine, esistono già le cappe chimiche istallate nel laboratorio stesso. In casi di emergenza o durante manutenzioni ordinarie o straordinarie potrebbe comunque essere necessario indossare appropriati DPI per le vie respiratorie. Tali DPI possono essere di diversi tipi. Fra quelli più comunemente usati nei laboratori chimici vi sono i facciali filtranti, le semimaschere e le maschere a filtro.



Figura 22.7 – Dispositivi di protezione per le vie respiratorie – Respiratori a filtro dipendenti dall'atmosfera ambiente

I facciali filtranti sono dispositivi costituiti interamente o prevalentemente di materiale filtrante attraverso il quale passa l'aria inspirata. Nei respiratori a filtro, invece, l'aria inspirata passa attraverso un materiale filtrante (il filtro, appunto) che trattiene gli inquinanti sia per semplice filtrazione, sia per reazione chimica di neutralizzazione degli stessi. L'aria inquinata è trascinata, per azione dei polmoni, verso l'interno del facciale attraverso il sistema filtrante accoppiato alle relative valvole di inspirazione (valvole di non ritorno), mentre l'aria espirata ritorna in atmosfera attraverso una o più valvole di espirazione.

Un dispositivo di protezione delle vie respiratorie del tipo a semimaschera o a maschera a pieno facciale rappresenta è un DPI di III categoria, ovvero un "DPI di progettazione complessa destinato a proteggere contro rischi mortali o irreversibili che la persona non può, in genere, identificare in tempo utile per salvarsi," e come tale, il suo uso necessità di apposito addestramento.

E' opportuno ricorre a tale tipo di dispositivo anche in presenza di tossici inodori o con soglia olfattiva superiore al TLV.

Uno dei parametri più significativi per un dispositivo di protezione delle vie respiratorie è il Fattore di Protezione Operativo, o FPO, che rappresenta il rapporto fra le concentrazioni di inquinante all'esterno ed all'interno del facciale. Un FPO pari a 4, 10, oppure 30, ecc. indica che il dispositivo può essere utilizzato fino ad una concentrazione massima esterna rispettivamente pari a 4, 10, 30 volte superiore al TLV del contaminante da cui ci si deve proteggere.

Filtri antipolvere

I filtri antipolvere ed i respiratori con filtro antipolvere si suddividono in tre classi:

classi di efficienza dei respiratori antipolvere	Efficienza filtrante totale minima	FPO	Concentrazione esterna max
FFP1/P1 (Facciale Filtrante antiPolvere classe 1/filtro classe 1)	78%	4	Fino a 4 x TLV
FFP2/P2 (Facciale Filtrante antiPolvere classe 2/filtro classe 2)	92%	10	Fino a 10 x TLV
FFP3/P3 (Facciale Filtrante antiPolvere classe 3/filtro classe 3)	98%	50	Fino a 50 x TLV

Tabella 22.8 – Classificazione dei facciali antipolvere

Per determinare il livello di protezione del dispositivo:

- si determina la concentrazione massima attesa delle polveri nell'ambiente;
- si calcola il Fattore di Protezione Operativo richiesto:
- si sceglie un dispositivo con Fattore di Protezione nominale pari almeno al doppio dell'FPO richiesto.

I filtri antipolvere che offrono protezione solo contro aerosol solidi e aerosol liquidi a base acquosa sono marcati con la dicitura: "Per uso soltanto contro aerosol solidi".
Gli aerosol a base acquosa sono quelli prodotti da soluzioni e/o da sospensioni di materiale particellare solido in acqua. In questo caso, l'inquinamento sul posto di lavoro è attribuibile unicamente al materiale solido. Se il filtro ha superato anche la prova di filtrazione con olio di paraffina, esso può essere utilizzato anche contro aerosol liquidi a base non acquosa.

I respiratori con filtri antipolvere non devono essere utilizzati in ambienti in cui:

- c'è o potrebbe esserci insufficienza di ossigeno (meno del 17% in volume);
- dove ci sono o potrebbero esserci gas o vapori inquinanti;
- in atmosfere ad immediato pericolo per la vita o la salute.

La protezione offerta da un respiratore con filtro antipolvere dipende, oltre che dalla tenuta sul volto, dalla granulometria e dalla distribuzione dell'inquinante, nonché dalle caratteristiche costruttive del filtro stesso.

I filtri devono essere sostituiti in accordo con le istruzioni del fabbricante. In ogni caso, se l'intasamento provoca un aumento sensibile della resistenza respiratoria, il filtro o il facciale filtrante devono essere immediatamente sostituiti.

I filtri antipolvere sono caratterizzati dal codice colore BIANCO.

Filtri antigas

I filtri antigas, composti da strati di carbone attivo, eliminano dall'aria inspirata specifici gas e vapori per assorbimento, per adsorbimento, per reazione chimica e catalisi o per una combinazione di questi metodi.

Il filtro antigas esplica la sua azione fino al momento in cui il materiale filtrante non viene saturato: raggiunto il cosiddetto "punto di rottura", l'inquinante attraversa il filtro, ormai esaurito, raggiungendo le vie respiratorie dell'utente.

Esistono anche filtri combinati, i quali aggiungono al classico filtro antigas un ulteriore strato filtrante che trattiene le particelle in sospensione solide e/o liquide. In questo caso, la combinazione di elementi filtrante deve essere realizzato in modo che l'aria inspirata attraversi prima il filtro antipolvere.

I respiratori con filtro antigas non devono essere utilizzati in ambienti in cui c'è o potrebbe esserci insufficienza di ossigeno (meno del 17% in volume), in quanto depurano l'aria ma non creano ossigeno,

La durata del filtro antigas dipende dalla capacità filtrante del materiale, dalla concentrazione della sostanza inquinante, dall'umidità e dalla temperatura dell'aria, dalla frequenza e dal volume di respirazione dell'utente.
Qualora nell'aria inspirata di avvertisse l'odore della sostanza, e ad un controllo dell'adattamento del facciale questo risultasse soddisfacente, il filtro deve essere immediatamente sostituito.
E' comunque buona norma consultare le indicazioni del fabbricante nel caso di inquinanti inodori o per l'utilizzo dei filtri da parte di persone che non siano in grafo di avvertire l'odore degli inquinanti, circostanza questa che può verificarsi anche per assuefazione. In tali situazioni, comunque, è preferibile utilizzare respiratori isolanti.

Se l'inquinamento è dovuto ad una miscela di diversi inquinanti, la durata di un filtro antigas può diminuire e, in alcuni casi, durante l'uso può manifestarsi un desorbimento dell'inquinante, soprattutto in caso di presenza di composti organici a basso punto di ebollizione se il filtro viene usato più volte. E' per tale motivo che i filtri tipo AX antigas e combinati contro composti organici a basso punto di ebollizione possono essere usati una sola volta e sono marcati con la dicitura "solo per monouso".

In Allegato X sono riportati i principali accoppiamenti fra tipo di inquinante e filtro antigas.

Tipo	Colore	Protezione
A	Marrone	Gas e vapori organici con punto di ebollizione superiore a 65°C
B	Grigio	Gas e vapori inorganici (escluso ossido di carbonio)
E	Giallo	Gas acidi
K	Verde	Ammoniaca e derivati organici ammoniacali
AX	Marrone	Gas e vapori organici con punto di ebollizione inferiore a 65°C (UNI EN 371)
Filtri speciali		
SX	Violetto	Composti specificatamente indicati (per esempio Diclorometano)
NO - P3	Blu	Fumi azotati (NO, NO2, NOx)
Hg - P3	Bianco	Vapori di mercurio

I filtri speciali sono sempre combinati con un filtro P3.

Tabella 22.9 – Classificazione dei filtri antigas

Se, per i filtri antipolvere, la suddivisione in classi è correlata alla loro diversa capacità di filtrazione, per i filtri antigas, invece, la suddivisione in classi è associata alla loro capacità, ovvero alla quantità di contaminante che il filtro è in grado di assorbire, e cioè alla loro durata (a parità di altri parametri che influenzano la durata quali la concentrazione dell'inquinante, la temperatura dell'aria, la frequenza ed il volume respiratorio dell'utilizzatore).

Classe	Capacità	Limite di utilizzo
1	Bassa	1000 ppm = 0,1%
2	Media	5000 ppm = 0,5%
3	Alta	10000 ppm = 1%

Tabella 22.10 – Classificazione dei filtri antigas in base alla loro capacità

I filtri antigas sono marcati con una delle lettere maiuscole A, B, E o K, oppure con una loro combinazione, oppure con NO-P3 o Hg-P3, ad indicare il tipo di filtro, con i numeri 1,2 oppure 3 ad indicare la classe, il colore o la banda colorata secondo il tipo di filtro, l'anno ed il mese di scadenza. I filtri AX ed SX riportano l'indicazione "Solo per monouso, quello di tipo NO-P3 l'indicazione "Da usare una sola volta" e il tipo Hg-P3 "Durata massima di impiego 50h".

L'efficienza filtrante di questi dispositivi (filtri) è sempre del 100%, tuttavia il tipo di maschera influisce sull'efficienza filtrante totale e quindi sulla scelta del dispositivo. A seconda della massima concentrazione esterna si sceglierà il DPI (tipo di maschera) in base alla seguente tabella:

Dispositivo	FPO	Concentrazione esterna max
Semimaschera	10	Fino a 10 x TLV
Pieno facciale	200	Fino a 200 x TLV

Tabella 22.11 – Fattore di Protezione Operativo in funzione del tipo di maschera

Attualmente non sono oggetto di alcuna norma i filtri contro il monossido di carbonio e, quindi, laddove sia possibile la presenza di ossido di carbonio si raccomanda l'uso di respiratori isolanti.

La scelta dell'insieme tipo di maschera e classe del filtro deve sottostare ai seguenti vincoli:

Filtri	Classe 1	Classe 2	Classe3
Semimaschera – quarto di maschera	50×TLV 1000ppm	50×TLV 5000ppm	
Pieno facciale		200 ×TLV 5000ppm	200 ×TLV 10000ppm

Tabella 22.12 – Guida per la scelta dei respiratori antigas

Facciale filtrante

Questo tipo di respiratore a filtro è costituito interamente o prevalentemente di materiale filtrante attraverso il quale passa l'aria inspirata. Il respiratore copre almeno il naso e la bocca. L'aria espirata può essere scaricata attraverso lo stesso materiale filtrante oppure attraverso una valvola di espirazione. Alcuni tipi, per migliorare l'adattamento al volto. Ricorrono ad un adattatore attorno al naso (stringinaso) e l'utilizzatore deve modellarlo prima dell'uso.



Figura 22.8 - Esempi di filtrante facciale

Questo tipo di respiratore, in linea di principio, può essere usato nel corso di un solo turno di lavoro (monouso) e poi dovrebbe essere gettato. Nel caso di respiratori riutilizzabili devono essere osservate scrupolosamente le istruzioni del fabbricante. In ogni caso, se l'intasamento provoca un sensibile aumento della resistenza respiratoria, il facciale filtrante deve essere sostituito immediatamente.

E' preferibile utilizzare facciali filtranti muniti di valvola di espirazione, la quale garantisce un miglior raffrescamento del viso a tutto vantaggio del comfort di chi li indossa.

Sulla base della loro efficienza, i facciali filtranti sono classificati come segue:

- FFP1 con massimo il 22% di perdite verso l'interno;
- FFP2 con massimo il 8% di perdite verso l'interno;
- FFP3 con massimo il 2% di perdite verso l'interno;

e sono inoltre marcati:

- S (contro aerosol liquidi e contro aerosol liquidi a base acquosa);
- SL (contro aerosol solidi e liquidi);
- C (se è stata effettuata la prova di intasamento con polvere di carbone – industria mineraria carbonifera);
- D (se è stata effettuata la prova di intasamento con polvere di dolomite – ambiente industriale generico).

Per i facciali filtranti di tipo FFP1 non è prevista la marcatura SL. Se l'efficienza filtrante diminuisce con l'invecchiamento, sulla confezione è indicata una scadenza oltre la quale i dispositivi non devono essere utilizzati.

I facciali filtranti non devono essere utilizzati in ambienti dove possa esserci, per il facciale stesso, un rischio di esposizione alla fiamma.

Semimaschera

I respiratori con semimaschera (anche detta quarto di maschera) sono costituiti da un opportuno facciale e da un portafiltro (per i filtri che vanno inseriti) o da un raccordo filettato (per i filtri filettati) muniti o meni di filtri antipolvere.

La durata dei filtri dipende dalla concentrazione degli inquinanti e dalla capacità respiratoria dell'utilizzatore e la resistenza all'inspirazione aumenta con l'uso.
Se l'efficienza di filtrazione diminuisce con l'invecchiamento, una marcatura sui filtri indica la scadenza oltre la quale i filtri stessi non devono più essere utilizzati.



Figura 22.9 – Esempi di semimaschera

Anche in questo caso, i filtri antipolvere sono classificati, come per i facciali filtranti, secondo la loro efficienza filtrante:

- P1 bassa efficienza con massimo il 22% di perdite verso l'interno;
- P2 media efficienza con massimo il 8% di perdite verso l'interno;
- P3 alta efficienza con massimo il 2% di perdite verso l'interno.

Qualora la semimaschera sia equipaggiata con un filtro P3, la resistenza all'inspirazione potrebbe risultare relativamente elevata. Nel caso di impieghi per periodi prolungati, tale caratteristica potrebbe renderne l'uso non confortevole, specialmente per lavoro molto faticosi.

Maschera a pieno facciale

I respiratori con maschera intera sono costituiti da un opportuno facciale e da un portafiltro (per i filtri che vanno inseriti) o da un raccordo filettato (per i filtri filettati) muniti o meni di filtri antipolvere.
La durata dei filtri dipende dalla concentrazione degli inquinanti e dalla capacità respiratoria dell'utilizzatore e la resistenza all'inspirazione aumenta con l'uso.
Se l'efficienza di filtrazione diminuisce con l'invecchiamento, una marcatura sui filtri indica la scadenza oltre la quale i filtri stessi non devono più essere utilizzati.

I filtri antipolvere per le maschere facciali sono classificati secondo la loro efficienza filtrante:

- P1 bassa efficienza con massimo il 20% trasmesso;
- P2 media efficienza con massimo il 6% trasmesso;
- P3 alta efficienza con massimo il 0,1% trasmesso.

Qualora la maschera sia equipaggiata con un filtro P3, la resistenza all'inspirazione potrebbe risultare relativamente elevata. Nel caso di impieghi per periodi prolungati, tale caratteristica potrebbe renderne l'uso non confortevole, specialmente per lavoro molto faticosi. In tali circostanza è da prendere in considerazione l'eventuale impiego di un apparecchio a ventilazione assistita.



Figura 24.10 – Esempi di maschera a pieno facciale

Norme di comportamento

Al fine della scelta del dispositivo di protezione delle vie respiratorie più adeguato e di fondamentale importanza identificare in modo appropriato la natura dell'inquinamento e appurare se esso sia dovuto a particelle, a gas, a vapori, ad insufficienza di ossigeno o ad una combinazione di questi fattori. E' inoltre importante conoscere le condizioni di temperatura e di umidità dell'ambente di lavoro. E' necessario inoltre conoscere le probabili concentrazioni degli inquinanti, da acquisire mediante studi di settore o campionamenti d'aria in modo da poter disporre di una misura delle esposizioni medie e di picco del personale.
E' quindi necessario conoscere il tipo e le concentrazioni degli inquinanti che presumibilmente sono presenti nel laboratorio, i valori limite (TLV) consentiti, nonché il livello di pericolosità per gli occhi e per la pelle.

Respiratori a filtro:

- controllare sempre l'integrità del respiratore;
- se l'operatore porta barba, baffi o è mal rasato, tale condizione può pregiudicare la tenuta sul viso del respiratore;
- l'utilizzo di occhiali non adatti può pregiudicare la corretta tenuta delle maschere a pieno facciale;
- non indossare o togliere i dispositivi di protezione delle vie respiratorie in presenza di atmosfere inquinate.

Respiratori con filtro antipolvere:

- maggiore è l'efficienza del filtro, maggiore è la resistenza che questo oppone all'inspirazione. E' pertanto importante dimensionare correttamente l'efficienza (la classe) del filtro, poiché protezioni eccessive si potrebbero tradurre in inutili disagi per gli operatori;
- i filtri devono essere sostituiti sulla base delle istruzioni del fabbricante o, comunque, in ogni caso qualora si avverta un della resistenza alla respirazione;

- la tenuta dei facciali filtranti degrada con l'andare del tempo. Essi vanno quindi sostituiti alla fine del ciclo lavorativo o, se hanno il bordo di tenuta, al massimo ogni tre cicli;
- alcuni facciali filtranti si danneggiano se vengono piegati, prestare quindi la massima attenzione al loro maneggio;

.

Respiratori con filtro antigas:

- nel caso si percepisca l'odore della sostanza inquinante e la tenuta del facciale è buona, il filtro deve essere immediatamente sostituito;
- prestare particolare attenzione a quei gas per i quali la soglia olfattiva è superiore al livello di rischio per l'operatore. Installare appositi rilevatori o utilizzare respiratori isolanti;
- alcuni operatori possono non avvertire gli odori. In questi casi è necessario seguire un severo protocollo d'uso, installare appositi rilevatori o ricorrere a respiratori isolanti;
- nel caso ci si trovi ad operare con una miscela di inquinanti, prestare particolare attenzione in quanto la durata del filtro può diminuire.

PROTEZIONI DEGLI ARTI INFERIORI



Figura 22.11 – Rischi a carico degli arti inferiori

Le calzature per la protezione degli arti inferiori si dividono in tre categorie;

- **da lavoro** senza puntale in acciaio (norma UNI EN 347);
- **di protezione**, con resistenza del puntale di almeno 100 Joule (norma UNI EN 346);
- **di sicurezza**, con resistenza del puntale di almeno 200 Joule (norma UNI EN 345).

Calzature da Lavoro (EN 347 – Categoria O)	Calzature Protettive (EN 346 – Categoria P)	Calzature di Sicurezza (EN 345 – Categoria S)
Assicurano Comfort e solidità definite da norma europea	Assicurano Comfort e solidità definite da norma europea. Sono dotate di puntale protettivo per le dita in caso di urti pari a 100J e di schiacciamento sotto un carico massimo di 1000daN	Assicurano Comfort e solidità definite da norma europea. Sono dotate di puntale protettivo per le dita in caso di urti pari a 200J e di schiacciamento sotto un carico massimo di 1500daN

Tabella 22.13 – Classificazione delle calzature a protezione degli arti inferiori

Codice Denominazione	Classificazione
I	Scarpe in pelle o altri materiali, con eccezione della gomma pura o delle scarpe completamente in polimero 
II	Scarpe completamente in gomma o scarpe in polimero (scarpe vulcanizzate o sagomate) 

Tabella 22.14 – Classificazione delle calzature sulla base del materiale

Le calzature di sicurezza (UNI EN 345) e quelle protettive (UNI EN 346) sono contraddistinte rispettivamente dalle lettere S (safety) e P (protection). Il primo livello di sicurezza (livello minimo) è quello di base, indicato con le sigle SB ed PB, per il quale le calzature devono avere almeno:

- altezza base sufficiente per lo scopo della calzatura;
- zona del tallone chiusa;
- puntale con altezza e base portante;
- tomaio;
- fodera anteriore;
- sottopiede; suola (in qualsiasi materiale).

Oltre a quello base, esistono altri tre livelli di sicurezza crescenti, indicati con le sigle da S1 a S3 (P1-P3 oppure O1 – O3) che rispondono ai criteri minimi di cui alla seguente tabella. Le calzature di sicurezza

possono essere inoltre dotate di ulteriori caratteristiche in base alle esigenze ed ai rischi specifici a cui è eventualmente esposto l'operatore.

Categorie			Requisiti essenziali	Requisiti integrativi
S	P	O		
SB	PB		I o II	**Dotazione di base**
S1	P1	O1	I	Area tallone chiusa. Antistatica. Assorbimento energia area tallone. Resistenza suola agli oli.
S2	P2	O2	I	Come S1, P1, O1, + materiale tomaia resistente alla penetrazione all'acqua.
S3	P3	O3	I	Come S2, P2, O2, + resistenza penetrazione suola a lamina d'acciaio.
S4	P4	O4	II	Antistatica. Assorbimento energia area tallone. Resistenza suola e tomaia agli oli.
S5	P5	O5	II	Come S4, P4, O4, + resistenza penetrazione suola con lamina d'acciaio.

Tabella 22.15 – Classificazione delle calzature sulla base del livello di sicurezza

SIMBOLO	REQUISITO/CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE
P	Resistenza alla perforazione della suola	≥ 1000 N
E	Assorbimento energia in zona tallone	≥ 20 J
A	Calzatura antistatica	Tra 0,1 e 1000 MΩ
C	Calzatura conduttiva	< 0,1 MΩ
WRU	Penetrazione e assorbimento di acqua della tomaia	≥ 60 min.
CI	Isolamento dal freddo	Prova a – 20° C
HI	Isolamento dal caldo	Prova a 150° C
HRO	Resistenza al calore per contatto	Prova a 300° C
ORO	Resistenza agli idrocarburi	Aumento vol. ≤ 12%

Tabella 22.16 – Ulteriori caratteristiche delle calzature di sicurezza

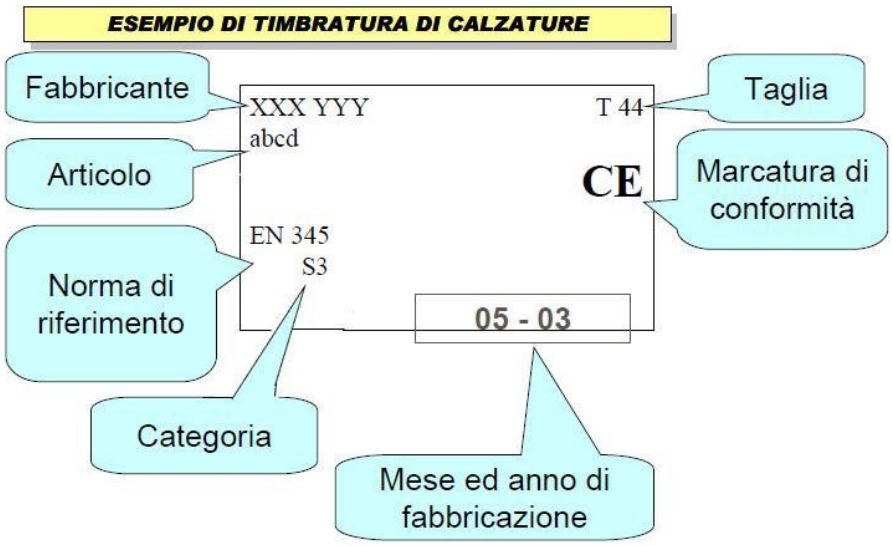
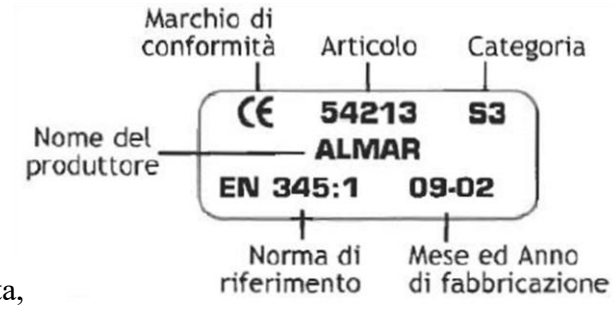


Figura 22.12 – Marcatura delle calzature

Ogni calzatura di protezione deve essere marcata in modo chiaro ed indelebile con le seguenti indicazioni:

- marcature CE;
- taglia (misura);
- marchio di identificazione del fabbricante;
- indicazione del tipo o articolo del fabbricante;
- data di fabbricazione (almeno trimestre o anno);
- paese del fabbricante;
- norma di riferimento (EN 345, EN 346 o EN 347);
- il simbolo o i simboli adeguati alla protezione fornita, oppure, se applicabile, la categoria appropriata (SB, S1, S2, ecc.).



SINTESI DEI DPI DA UTILIZZARE IN FUNZIONE DEL TIPO DI RISCHIO CHIMICO

Rischio chimico	Arti superiori	Vie respiratorie	Occhi	Corpo
Acidi forti	Guanti in NITRILE o PVC	Maschere per vapori acidi (HCl, HF, SO_2) FFP1 per concentrazioni del contaminante < TLV, oppure FFP2	Occhiali a mascherina antiacido	Camice da laboratorio
Idrocarburi	Guanti in NITRILE	Maschere per vapori organici (acetone, toluene, alcoli, organoclurati, solventi organici) FFP1 per concentrazioni del contaminante < TLV, oppure FFP2	Occhiali a stanghetta con ripari laterali o a mascherina per solventi	Camice da laboratorio

Rischio chimico	Arti superiori	Vie respiratorie	Occhi	Corpo
Solventi non chetonici	Guanti in NITRILE	Maschere per vapori organici (acetone, toluene, alcoli, organoclurati, solventi organici) FFP1 per concentrazioni del contaminante < TLV, oppure FFP2	Occhiali a stanghetta con ripari laterali o a mascherina per solventi	Camice da laboratorio
Solventi chetonici	Guanti in LATTICE	Maschere per vapori organici (acetone, toluene, alcoli, organoclurati, solventi organici) FFP1 per concentrazioni del contaminante < TLV, oppure FFP2	Occhiali a stanghetta con ripari laterali o a mascherina per solventi	Camice da laboratorio
Alcoli	Guanti in LATTICE o NITRILE	Maschere per vapori organici (acetone, toluene, alcoli, organoclurati, solventi organici) FFP1 per concentrazioni del contaminante < TLV, oppure FFP2	Occhiali a stanghetta con ripari laterali o a mascherina per solventi	Camice da laboratorio
Liquidi criogenici	Guanti per criogenia		Occhiali a stanghetta con ripari laterali o a mascherina	Grembiule di protezione criogenico
Sversamento accidentale	Guanti del materiale opportuno in funzione della sostanza sversata	Respiratore per gas e vapori con filtro combinato ABEK-P3 (vapori organici e acidi, SO_2, ammoniaca, polveri e fumi)		Tuta protettiva completa in materiale resistente alle aggressioni chimiche

ALLEGATO I – ELENCO FRASI R ed S

FRASI R

R 1:	Esplosivo allo stato secco
R 2:	Rischio d'esplosione per urto, sfregamento, presenza di fuoco o altre fonti d'ignizione
R 3:	Grande rischio d'esplosione per urto, sfregamento, presenza di fuoco o altre fonti d'ignizione
R 4:	Forma composti metallici esplosivi molto sensibili
R 5:	Rischio d'esplosione per riscaldamento
R 6:	Rischio d'esplosione a contatto o meno con l'aria
R 7:	Può provocare un incendio
R 8:	Favorisce l'accensione di sostanze combustibili
R 9:	Può esplodere in miscela con sostanze combustibili
R 10:	Infiammabile
R 11:	Altamente infiammabile
R 12:	Estremamente infiammabile
R 13:	Gas liquefatto estremamente infiammabile
R 14:	Reagisce violentemente a contatto con l'acqua
R 15:	A contatto con l'acqua sviluppa gas altamente infiammabili
R 16:	Può esplodere se miscelato con sostanze comburenti
R 17:	Infiammabile spontaneamente in presenza di aria
R 18:	Durante l'uso può formare miscele aria-vapore infiammabili o esplosive
R 19:	Può formare perossidi esplosivi
R 20:	Nocivo per inalazione
R 21:	Nocivo a contatto con la pelle
R 22:	Nocivo in caso di ingestione
R 23:	Tossico per inalazione
R 24:	Tossico a contatto con la pelle
R 25:	Tossico in caso d'ingestione
R 26:	Molto tossico per inalazione
R 27:	Molto tossico a contatto con la pelle
R 28:	Molto tossico in caso d'ingestione
R 29:	A contatto con l'acqua sviluppa gas tossici
R 30:	Può diventare facilmente infiammabile durante l'uso
R 31:	A contatto con acidi sviluppa un gas tossico
R 32:	A contatto con acidi sviluppa un gas molto tossico
R 33:	Pericolo di effetti cumulativi
R 34:	Provoca ustioni
R 35:	Provoca gravi ustioni
R 36:	Irritante per gli occhi
R 37:	Irritante per le vie respiratorie
R 38:	Irritante per la pelle
R 39:	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
R 40:	Possibile pericolo di effetti irreversibili
R 41:	Rischio di lesioni oculari gravi
R 42:	Può causare sensibilizzazione per inalazione
R 43:	Può causare sensibilizzazione a contatto con la pelle
R 44:	Rischio d'esplosione per riscaldamento in ambiente chiuso
R 45:	Può provocare il cancro
R 46:	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie

R 47:	Può procurare malformazioni congenite
R 48:	Rischio di effetti gravi per la salute in caso di esposizione prolungata
R 49:	Può provocare il cancro per inalazione
R 50:	Altamente tossico per gli organismi acquatici
R 51:	Tossico per gli organismi acquatici
R 52:	Nocivo per gli organismi acquatici
R 53:	Può provocare effetti negativi a lungo termine per l'ambiente acquatico
R 54:	Tossico per la flora
R 55:	Tossico per la fauna
R 56:	Tossico per gli organismi del terreno
R 57:	Tossico per le api
R 58:	Può provocare effetti negativi a lungo termine per l'ambiente
R 59:	Pericoloso per lo strato di ozono
R 60:	Può ridurre la fertilità
R 61:	Può danneggiare i bambini non ancora nati
R 62:	Possibile rischio di ridotta fertilità
R 63:	Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati
R 64:	Possibile rischio per i bambini allattati al seno
R 65:	Nocivo: può causare danni polmonari se ingerito
R 66:	L'esposizione può provocare secchezza e screpolature alla pelle
R 67:	L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini
R 68:	Possibilità di effetti irreversibili

Combinazioni di Frasi R

R 14/15:	Reagisce violentemente con l'acqua, liberando gas altamente infiammabili
R 15/29:	A contatto con l'acqua libera gas tossici, altamente infiammabili
R 20/21:	Nocivo per inalazione e contatto con la pelle
R 20/21/22:	Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e ingestione
R 20/22:	Nocivo per inalazione e ingestione
R 21/22:	Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione
R 23/24:	Tossico per inalazione e contatto con la pelle
R 23/24/25:	Tossico per inalazione, contatto con la pelle e ingestione
R 23/25:	Tossico per inalazione e 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 26/27/28:	Molto tossico per inalazione, contatto con la pelle e ingestione
R 26/28:	Molto tossico per inalazione e 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 36/37/38:	Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle
R 36/38:	Irritante per gli occhi e la pelle
R 37/38:	Irritante per le vie respiratorie e la pelle
R 42/43:	Può provocare sensibilizzazione per inalazione e contatto con la pelle
R 48/20:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione
R 48/20/21:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e contatto con la pelle
R 48/20/21/22:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, contatto con la pelle e ingestione
R 48/20/22:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione
R 48/21:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con

	la pelle
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 48/22:	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione
R 48/23:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione
R 48/23/24:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e contatto con la pelle
R 48/23/24/25:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, contatto con la pelle e ingestione
R 48/23/25:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione
R 48/24:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle
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 48/25:	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione
R 50/53:	Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare effetti negativi a lungo termine per l'ambiente acquatico
R 51/53:	Tossico per gli organismi acquatici, può provocare effetti negativi a lungo termine per l'ambiente acquatico
R 52/53:	Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare effetti negativi a lungo termine per l'ambiente acquatico
R 68/20:	Possibilità di effetti irreversibili per inalazione
R 68/21:	Possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle
R 68/22:	Possibilità di effetti irreversibili per ingestione
R 68/20/21:	Possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle
R 68/20/22:	Possibilità di effetti irreversibili per inalazione e ingestione
R 68/21/22:	Possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione
R 68/20/21/22:	Possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione
R 68/21/22:	Possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione
R 68/20/21/22:	Possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione

FRASI S

S 1:	Conservare sotto chiave
S 2:	Conservare fuori della portata dei bambini
S 3:	Conservare in luogo fresco
S 4:	Conservare lontano da abitazioni
S 5:	Conservare sotto liquido appropriato (da indicarsi da parte del fabbricante): 1 ... acqua 2 ... cherosene 3 ... olio di paraffina
S 6:	Conservare sotto gas inerte (da indicarsi da parte del fabbricante): 1 ... azoto 2 ... argon 3 ... anidride carbonica
S 7:	Conservare il recipiente ben chiuso
S 8:	Conservare al riparo dall'umidità
S 9:	Conservare il recipiente in luogo ben ventilato
S 12:	Non chiudere ermeticamente il recipiente
S 13:	Conservare lontano da alimenti, mangimi per animali e bevande

S 14:	Conservare lontano da sostanze incompatibili (da precisare da parte del produttore): 1 ... agenti riducenti, composti di metalli pesanti, acidi, basi 2 ... sostanze acide e ossidanti, composti di metalli pesanti 3 ... ferro 4 ... acqua e basi 5 ... acidi 6 ... basi 7 ... metalli 8 ... sostanze acide e ossidanti 9 ... sostanze organiche infiammabili 10 .. acidi, agenti riducenti e materiale infiammabile 11 .. sostanze infiammabili
S 15:	Conservare lontano dal calore
S 16:	Conservare lontano da fiamme e scintille - Non fumare!
S 17:	Tenere lontano da sostanze combustibili
S 18:	Manipolare ed aprire il recipiente con cautela
S 20:	Non mangiare ne' bere durante l'impiego
S 21:	Non fumare durante l'impiego
S 22:	Non respirare le polveri
S 23:	Non respirare i gas/fumi/vapori/aerosol (termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore): 1 ... gas 2 ... vapori 3 ... spray 4 ... fumi 5 ... vapori/spray
S 24:	Evitare il contatto con la pelle
S 25:	Evitare il contatto con gli occhi
S 26:	In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare il medico
S 27:	Togliersi immediatamente gli indumenti contaminati
S 28:	In caso di contatto con la pelle, lavarsi immediatamente ed abbondantemente (con prodotti idonei da indicarsi da parte del fabbricante): 1 ... acqua 2 ... acqua e sapone 3 ... acqua, sapone e polietilenglicol 400, se disponibile 4 ... polietilenglicol 300 ed etanolo (2 : 1), quindi acqua e sapone 5 ... polietilenglicol 400 6 ... polietilenglicol 400, quindi pulire con acqua 7 ... acqua e sapone acido
S 29:	Non gettare i residui nelle fognature
S 30:	Non versare acqua sul prodotto
S 33:	Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche
S 34:	Evitare urti e sfregamenti
S 35:	Non disfarsi del prodotto e del recipiente se non con le dovute precauzioni: 1 ... trattare con una soluzione al 2% di idrossido di sodio
S 36:	Usare indumenti protettivi adatti
S 37:	Usare guanti adatti
S 38:	In caso di ventilazione insufficiente, usare un apparecchio respiratorio adatto
S 39:	Proteggersi gli occhi/la faccia
S 40:	Per pulire il pavimento e gli oggetti contaminati da questo prodotto, usare... (da precisare da parte del produttore)
S 41:	In caso di incendio e/o esplosione non respirare i fumi

S 42:	Durante l'utilizzo (sia in forma liquida, che gassosa) usare un apparecchio respiratorio adatto (termine(i) appropriato(i) da precisare da parte del produttore)
S 43:	In caso di incendio, usare... (mezzi estinguenti idonei da indicarsi da parte del fabbricante. Se l'acqua aumenta il rischio precisare "Non usare acqua"): 1 ... acqua 2 ... acqua ed estintore a polvere 3 ... estintore a polvere, non usare acqua 4 ... anidride carbonica, non usare acqua 6 ... sabbia, non usare acqua 7 ... estintore per metalli, non usare acqua 8 ... sabbia, anidride carbonica, estintore a polvere, non usare acqua
S 44:	In caso di malessere, consultare un medico (mostrare questa indicazione, dove possibile)
S 45:	In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico (mostrare questa indicazione, dove possibile)
S 46:	In caso d'ingestione consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta
S 47:	Conservare a temperatura non superiore a... °C (da precisare da parte del fabbricante)
S 48:	Mantenere umido con... (mezzo appropriato da precisare da parte del fabbricante)
S 49:	Conservare soltanto nel recipiente originale
S 50:	Non mescolare con... (da specificare da parte del fabbricante): 1 ... acidi 2 ... basi 3 ... acidi forti, basi forti, metalli pesanti e loro sali
S 51:	Usare soltanto in luogo ben ventilato
S 52:	Non utilizzare su grandi superfici in locali abitati
S 53:	Evitare l'esposizione - procurarsi speciali istruzioni prima dell'uso
S 54:	Richiedere l'autorizzazione all'autorità sul controllo dell'inquinamento prima di smaltire
S 55:	Trattare con le migliori tecniche, prima di scaricare nelle fognature o nell'ambiente acquatico
S 56:	Smaltire questo materiale e relativi contenitori in un punto di raccolta autorizzato per rifiuti pericolosi o speciali
S 57:	Usare contenitori adeguati per evitare l'inquinamento ambientale
S 58:	Smaltire come rifiuto pericoloso
S 59:	Richiedere informazioni al produttore/fornitore per il recupero/riciclo
S 60:	Questo materiale e il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi
S 61:	Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle istruzioni speciali o alle schede di sicurezza
S 62:	Se ingerito, non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta
S 63:	In caso di incidente per inalazione, allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e mantenerlo a riposo
S 64:	In caso di ingestione, sciacquare la bocca con acqua (solamente se l'infortunato è cosciente)

Combinazioni di Frasi S

S 1/2:	Conservare sotto chiave e fuori della portata dei bambini
S 3/9:	Tenere il recipiente in luogo fresco e ben ventilato
S 3/7/9:	Tenere il recipiente ben chiuso in luogo fresco e ben ventilato
S 3/14:	Conservare in luogo fresco lontano da... (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante): 1 ... agenti riducenti, composti di metalli pesanti, acidi, basi 2 ... sostanze acide e ossidanti, composti di metalli pesanti 3 ... ferro 4 ... acqua e basi 5 ... acidi 6 ... basi 7 ... metalli 8 ... sostanze acide e ossidanti
S 3/9/14:	Conservare in luogo fresco e ben ventilato, lontano da... (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante): 1 ... agenti riducenti, composti di metalli pesanti, acidi, basi 2 ... sostanze acide e ossidanti, composti di metalli pesanti 3 ... ferro 4 ... acqua e basi 5 ... acidi 6 ... basi 7 ... metalli 8 ... sostanze acide e ossidanti
S 3/9/49:	Conservare soltanto nel contenitore originale, in luogo fresco e ben ventilato
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): 1 ... agenti riducenti, composti di metalli pesanti, acidi, basi 2 ... sostanze acide e ossidanti, composti di metalli pesanti 3 ... ferro 4 ... acqua e basi 5 ... acidi 6 ... basi 7 ... metalli 8 ... sostanze acide e ossidanti
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... °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:	Togliersi immediatamente i vestiti contaminati. In seguito a contatto con la pelle, lavare immediatamente con abbondante ... (da precisare da parte del fabbricante)
S 29/35:	Non svuotare nelle fognature; questo materiale e il suo contenitore devono essere smaltiti in maniera appropriata e sicura
S 29/56:	Non gettare i residui nelle fognature; smaltire in maniera appropriata e sicura
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... °C (da precisare da parte del fabbricante).

ALLEGATO II – ELENCO FRASI H e P

FRASI H

Indicazioni di pericolo

Pericoli fisici (H2xx)

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	Contiene gas refrigerato; può provocare ustioni o lesioni criogeniche
H290	Può essere corrosivo per i metalli

Pericolo per la salute (H3xx)

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
H341	Sospettato di provocare alterazioni genetiche
H350	Può provocare il cancro
H351	Sospettato di provocare il cancro
H360	Può nuocere alla fertilità o al feto
H361	Sospettato di nuocere alla fertilità o al feto
H362	Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno
H370	Provoca danni agli organi
H371	Può provocare danni agli organi
H372	Provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta
H373	Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta

Pericoli per l'ambiente (H4xx)

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

Informazioni supplementari sui pericoli

Proprietà fisiche (EUH 0xx)

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

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

EUH 201	Contiene piombo. Non utilizzare su oggetti che possono essere masticati o succhiati dai bambini
EUH 201A	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	Può diventare facilmente infiammabile durante l'uso
EUH 209A	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

FRASI P

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
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 antiscintilla
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 con… dopo l'uso
P270	Non mangiare, né bere, né fumare durante l'us

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
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
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
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…
P501	Smaltire il prodotto/recipiente in …

Combinazioni di frasi P

P231 + P232	Manipolare in atmosfera di gas inerte. Tenere al riparo dall'umiditá
P235 + P410	Tenere in luogo fresco. Proteggere dai raggi solari
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 contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia
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
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

ALLEGATO III – SCHEDA DI SICUREZZA DEI PRODOTTI CHIMICI

La scheda informativa di sicurezza, così come indicato nell'allegato al D.M. 7 settembre 2002 di recepimento della direttiva 2001/58/CE), deve contenere le seguenti voci obbligatorie

Identificazione della sostanza/preparato e della società/impresa
Composizione/informazioni sugli ingredienti
Identificazione dei pericoli
Interventi di primo soccorso
Misure antincendio
Provvedimenti in caso di dispersione accidentale
Manipolazione e immagazzinamento
Protezione personale/controllo dell'esposizione
Proprietà fisiche e chimiche
. Stabilità e reattività
. Informazioni tossicologiche
. Informazioni ecologiche
. Osservazioni sullo smaltimento
. Informazioni sul trasporto
. Informazioni sulla normativa
. Altre informazioni

Identificazione della sostanza/preparato e della società/impresa

1.1. Identificazione della sostanza o preparato.
Il termine usato per l'identificazione deve essere identico a quello riportato sull'etichetta ai sensi dell'allegato VI del decreto del Ministro della Sanità 28 aprile 1997 e successivi aggiornamenti. Possono essere anche indicati, se disponibili, altri sistemi di identificazione.

1.2. Utilizzazione della sostanza/preparato.
Indicare gli usi previsti o raccomandati della sostanza o preparato nella misura in cui sono noti. Quando gli usi possibili sono molti, è sufficiente indicare quelli più importanti o più comuni. Indicare brevemente l'effettiva funzione del materiale, ad esempio ritardante di fiamma, antiossidante ecc.

1.3. Identificazione della societa/impresa.
Identificare il responsabile dell'immissione sul mercato nella Comunità della sostanza o preparato, sia che si tratti del fabbricante, dell'importatore o del distributore. Indicare l'indirizzo completo e il numero telefonico. Inoltre, se questa persona non risiede nello Stato membro in cui la sostanza o il preparato viene immesso sul mercato, indicare possibilmente l'indirizzo e il numero telefonico del responsabile nello Stato membro interessato.

1.4. Telefono di emergenza.
Oltre alle informazioni di cui sopra, indicare il numero telefonico di emergenza dell'impresa e/o del competente organo ufficiale (che può essere l'organo responsabile di ricevere le informazioni sulla salute di cui all'art. 17 della Direttiva 1999/45/CE).

Composizione/informazione sugli ingredienti

1.5. Non è necessario fornire la composizione completa (natura degli ingredienti e loro concentrazione) benchè possa essere utile una descrizione generale dei componenti e relative concentrazioni).

1.6. Per i preparati classificati come pericolosi ai sensi della Direttiva l999/45/CE devono essere indicate le seguenti sostanze, unitamente alla loro concentrazione o gamma di concentrazione:

i) sostanze che presentano un pericolo per la salute o per l'ambiente ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 se presenti in concentrazioni uguali o superiori a quelle di cui alla tabella all'art. 3, paragrafo 3, della Direttiva 1999/45/CE (salvo il caso di limiti più bassi fissati all'allegato 1 del decreto del Ministro della sanità 28 aprile 1997, e successivi aggiornamenti, o agli allegati II, III o V alla Direttiva 1999/45/CE;

ii) sostanze per cui siano stati fissati limiti comunitari all'esposizione sul luogo di lavoro, non comprese al punto i).

1.7. Per un preparato non classificato come pericoloso ai sensi della Direttiva 1999/45/CE deve essere indicata la presenza delle sostanze seguenti, unitamente alla loro concentrazione o gamma di concentrazione, se presenti in concentrazione individuale \geq 1% in peso per preparati non gassosi e \geq 0,2% in volume per preparati gassosi: sostanze che presentano un pericolo per la salute o per l'ambiente ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 (1); sostanza per cui sussistono limiti comunitari all'esposizione sul luogo di lavoro.

1.8. La classificazione (in base agli articoli 4 e 6 ovvero all'allegato 1 al decreto legislativo 3 febbraio 1997 n. 52 delle sostanze citate deve essere indicata, come pure i simboli e le frasi R) assegnate, in funzione dei pericoli fisico-chimici, sanitari ed ambientali. Le frasi R) non devono essere riportate per esteso in questa sede: è sufficiente fare riferimento alla sezione 16, ove dovrebbe essere riportato il testo completo di qualsiasi frase R pertinente.

1.9. Il nome e il numero Einecs o Elincs delle sostanze citate deve essere riportato conformemente al decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 5). Anche il numero CAS e la denominazione IUPAC (se disponibile) possono essere utili. Nel caso di sostanze elencate utilizzando un nome generico conformemente all'art. 15 della Direttiva 1999/45/CE o alla nota al punto 2.3 del presente allegato, non è necessaria un'identificazione chimica precisa.

1.10. Se, conformemente alle disposizioni dell'art. 15 della Direttiva 1999/45/CE o alla nota al punto 2.3 del presente allegato, l'identità di alcune sostanze deve essere mantenuta riservata, va descritta la loro natura chimica per garantire la sicurezza d'uso. Il nome utilizzato deve essere lo stesso di quello in base alle procedure di cui sopra.

Le informazioni devono permettere al destinatario di identificare facilmente i pericoli connessi ai componenti del preparato. I pericoli connessi al preparato stesso devono essere indicati nella sezione 3.

Identificazione dei pericoli.

Riportare in questa sezione la classificazione della sostanza o del preparato derivante dall'applicazione delle norme di classificazione di cui al decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 o alla Direttiva 1999/45/CE. Indicare in modo chiaro e conciso i pericoli che la sostanza o preparato presenta per l'uomo o per l'ambiente. Distinguere chiaramente fra preparati che sono classificati come pericolosi e quelli che non sono classificati come pericolosi ai sensi Direttiva 1999/45/CE. Descrivere i più importanti pericoli di tipo fisico-chimico, gli effetti negativi per la salute e per l'ambiente e i sintomi connessi all'uso e agli eventuali usi impropri della sostanza o del preparato che possono essere ragionevolmente previsti. Può essere necessario citare altri pericoli, ad esempio emissione di polveri, asfissia, congelamento o effetti ambientali come rischi per organismi presenti nel terreno, ecc., che non rientrano in alcuna particolare classificazione ma che possono contribuire al pericolo complessivo presentato dal materiale in questione. Le informazioni riportare in etichetta devono essere fornite nella sezione 15.

Interventi di primo soccorso.

Descrivere i corretti provvedimenti di primo soccorso. Specificare per prima cosa se è necessario l'immediato intervento di un medico. Le informazioni di primo soccorso devono essere brevi e facili da capire da parte della vittima, degli eventuali astanti e di coloro che prestano il primo soccorso. Sintomi ed effetti devono essere descritti brevemente. Le istruzioni devono indicare gli interventi che devono essere praticati sul posto in caso di incidente, come pure l'eventuale possibilità di effetti ritardati successivamente all'esposizione.
(1) Qualora il responsabile dell'immissione sul mercato del preparato possa dimostrare che la divulazione nella scheda dati di sicurezza dell'identità chimica di una sostanza classificata esclusivamente come: irritante, con l'eccezione di quelle con la frase R41, oppure irritante in combinazione con una o più delle proprietà di cui al punto 2.3.4, dell'art. 10 della direttiva 1999/45/CE; nociva, oppure nociva in combinazione con una o più delle proprietà di cui al punto 2.3.4, dell'art. 10 della direttiva 1999/45/CE che presentano solo effetti letali acuti, minacci la riservatezza della sua proprietà intellettuale, il suddetto responsabile ha facoltà, conformemente alle disposizioni di cui alla parte B) dell'allegato VI della direttiva 1999/45/CE di indicare tale sostanza con un nome che identifica i più importanti gruppi chimici funzionali, oppure mediante un nome alternativo. Suddividere le informazioni in funzione delle diverse vie di esposizione, cioè inalazione, contatto con gli occhi e con la pelle, e ingestione, utilizzando sottoparagrafi. Indicare se l'intervento professionale di un medico è necessario o consigliato. Per alcune sostanze o preparati può esser importante sottolineare che specifici strumenti di soccorso immediato devono essere disponibili sul luogo di lavoro.

Misure antincendio.

Indicare le eventuali norme per combattere eventuali incendi provocati dalla sostanza o dal preparato o che si verifichino nelle vicinanze, specificando: idonei mezzi estinguenti; mezzi estinguenti che non devono essere utilizzati per ragioni di sicurezza; speciali pericoli di esposizione derivanti dalla sostanza o dal preparato, dai prodotti della combustione o dai gas prodotti; speciali mezzi protettivi per il personale antincendio.

Provvedimenti in caso di dispersione accidentale.

A seconda delle sostanze o preparati in questione, possono esser necessarie informazioni sugli elementi seguenti: precauzioni per le persone, come: eliminazione delle fonti di accensione, disponibilità di sufficiente protezione respiratoria/di ventilazione, controllo delle polveri, prevenzione del contatto con la pelle e con gli occhi; precauzioni ambientali, come: tenere lontano da scarichi, acque di superficie o in profondità, terreno, possibile necessità di dare l'allarme alla zona circostante; metodi di bonifica, come: impiego di materiale assorbente (ad esempio sabbia, segatura, legante universale, legante per acidi, farina fossile ecc.), riduzione dei gas/fumi mediante acqua, diluizione. Esaminare anche l'eventuale necessità di indicazioni come: "non usare mai
....., neutralizzare con .....".
Nota - Se necessario vedi sezioni 8 e 13.

Manipolazione e immagazzinamento.

Nota - Le informazioni di cui alla presente sezione devono vertere sulla protezione della salute, della sicurezza e dell'ambiente. Esse devono aiutare il datore di lavoro a definire idonee procedure organizzative e di lavoro conformemente all'art. 60-sexies del Titolo VII-bis del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, come modificato dal decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 25.

1.11. Manipolazione.
Specificare le precauzioni di sicurezza in materia di manipolazione, ivi compresi provvedimenti come: contenimento, ventilazione locale e generale, provvedimenti per impedire la dispersione nell'atmosfera, la produzione di polveri e gli incendi, provvedimenti necessari per la protezione dell'ambiente (ad esempio utilizzazione di filtri o depuratori nell'impianto di ventilazione, impiego in zone ristrette, provvedimenti per la raccolta e lo smaltimento di eventuali perdite, ecc.) come pure qualsiasi specifico requisito o norma sulla sostanza o preparato (ad esempio, procedure o

attrezzature proibite o raccomandate) fornendo se possibile una breve descrizione.

1.12. Immagazzinamento.
Specificare le condizioni di sicurezza, come: progettazione di ambienti o contenitori compresi muri di contenimento e ventilazione), materiali incompatibili, condizioni di conservazione (limiti/gamma di temperatura e umidità, luce, gas inerte ecc.), particolari attrezzature elettriche e modalità per la prevenzione dell'elettricità statica. Se opportuno, indicare eventuali limiti di quantità in funzione delle condizioni di magazzinaggio. In particolare, indicare eventuali requisiti speciali, come tipologia dei materiali per gli imballaggi/contenitori della sostanza o preparato.

1.13. Impieghi particolari.
Per prodotti destinati a impieghi particolari, le raccomandazioni dovrebbero vertere in maniera dettagliata e pratica sull'impiego o gli impieghi previsti. Se appropriato, indicare norme specificamente approvate a livello di industria o di settore.

Protezione personale/controllo dell'esposizione

1.14. Valori limite per l'esposizione
Indicare gli specifici parametri di controllo in vigore, ivi compresi i valori limite in materia di esposizione professionale e/o i valori limite biologici. I valori dovrebbero essere indicati per lo Stato membro in cui la sostanza o preparato viene messo sul mercato. Fornire informazioni sulle procedure di monitoraggio attualmente raccomandate. Per i preparati, è opportuno fornire i valori per le sostanze costituenti, che devono essere elencate nella scheda dati di sicurezza a norma della sezione 2.

1.15. Controllo dell'esposizione.
Per controllo dell'esposizione si intende la gamma completa dei provvedimenti specifici di protezione e di prevenzione che devono essere presi durante l'uso allo scopo di ridurre al minimo l'esposizione del personale e dell'ambiente.

1.16. Controllo dell'esposizione professionale.
Queste informazioni devono essere tenute in considerazione dal datore di lavoro per la valutazione del rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivante dalla sostanza o dal preparato ai sensi dell'art. 60-quater del titolo VII-bis del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, come modificato dal decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 25, che richiede la definizione di procedure di lavoro e di controlli tecnici appropriati, l'impiego di materiali e attrezzature adeguate, l'applicazione di provvedimenti di protezione collettiva alla fonte, e infine l'impiego di misure di protezione individuali, come l'utilizzazione di dispositivi di protezione personale. Fornire pertanto informazioni idonee e adeguate su tali provvedimenti per consentire una corretta valutazione dei rischi ai sensi dell'art. 60- quater del Titolo VII-bis del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, come modificato dal decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 25. Queste informazioni devono avere carattere complementare a quelle già riportate alla sezione 7.1. Qualora occorra una protezione personale, specificare nei particolari quali dispositivi forniscono una protezione idonea e adeguata. Tenere conto del decreto legislativo 4 dicembre 1992, n. 475 e successivi aggiornamenti e indicare le opportune norme CEN.

1.17. Protezione respiratoria.
Per gas, vapori o polveri pericolose, specificare il tipo di dispositivo di protezione da utilizzare, come filtri, maschere o apparati autonomi di respirazione

1.18. Protezione delle mani.
Specificare chiaramente il tipo di guanti da utilizzare per la manipolazione della sostanza o del preparato, e in particolare: il tipo del materiale; la durata limite del materiale costitutivo, tenuto conto dell'entità e della durata dell'esposizione. Se necessario, indicare qualsiasi altra misura di protezione per le mani.

1.19. Protezione degli occhi.
Specificare il tipo di dispositivo richiesto per la protezione degli occhi, come: occhiali di sicurezza, maschere di sicurezza, schermi facciali.

1.20. Protezione della pelle
Qualora sia necessario proteggere altre parti del corpo, oltre alle mani, specificare il tipo e la qualità dell'equipaggiamento di protezione richiesto, come: grembiuli, stivali, indumenti protettivi completi. Se necessario, indicare qualsiasi altra misura per la protezione della pelle nonchè specifiche misure a carattere igienico

1.21. Controllo dell'esposizione ambientale
Specificare le informazioni necessarie per consentire al datore di lavoro di rispettare le norme dettate dalla legislazione comunitaria per la protezione dell'ambiente.

Proprietà fisiche e chimiche

Per consentire l'adozione delle corrette misure di controllo, fornire tutte le informazioni pertinenti sulla sostanza o preparato, in particolare quelle di cui alla sezione

1.22. Informazioni generali.

Aspetto
Indicare lo stato fisico (solido, liquido, gassoso) ed il colore della sostanza o del preparato così come viene fornito.

Odore
Qualora sia percepibile, descrivere brevemente l'odore.

1.23. Importanti informazioni, sulla salute umana, la sicurezza e l'ambiente.
PH: indicare il ph della sostanza o del preparato come fornito, o in soluzione acquosa; in quest'ultimo caso, indicare la concentrazione.
Punto/intervallo di ebolizione; Punto di infiammabilità; Infiammabilità (solidi, gas); Proprietà esplosive;
Proprietà comburenti;
Pressione vapore; Densità relativa;
Solubilità; idrosolubilità; liposolubilità (solvente – grasso da specificare); Coefficiente di ripartizione: n-ottanolo/acqua;
Viscosità;
Densità di vapore; Velocità di evaporazione.

1.24. Altre informazioni.
Indicare altri importanti parametri di sicurezza, come miscibilità, conduttività, punto/intervallo di fusione, gruppo di gas (utile per il decreto Presidente della Repubblica del 23 marzo 1998, n. 126 e successivi aggiornamenti) temperatura diautoaccensione, ecc.

Nota 1 Le proprietà di cui sopra devono essere determinate in conformità alle specifiche di cui alla parte A) dell'allegato V al decreto del Ministro della sanità 28 aprile 1997 e successivi aggiornamenti, o mediante qualsiasi altro metodo equivalente.

Nota 2 Per i preparati, di norma devono essere fornite informazioni sulle proprietà del preparato stesso. Tuttavia, qualora si indichi la non sussistenza di un determinato rischio, è necessario differenziare chiaramente tra i casi in cui il responsabile della classificazione non dispone di informazioni e quelli in cui esistono risultati negativi dei saggi effettuati. Se si ritiene necessario fornire informazioni sulle proprietà di singoli componenti, indicare chiaramente a cosa si riferiscono i dati.

Stabilità e reattività

Descrivere la stabilità della sostanza o del preparato e la possibilità che in determinate condizioni si verifichino reazioni pericolose, anche in caso di dispersione nell'ambiente.

1.25. Condizioni da evitare.
Elencare le condizioni come temperatura, pressione, luce, urti, ecc., che possono provocare reazioni

pericolose e, se possibile, descriverle brevemente.

1.26. Materiali da evitare.
Elencare le materie quali acqua, aria, acidi, basi, ossidanti o qualsiasi altra sostanza specifica che possono provocare una reazione pericolosa e, se possibile, descrivere brevemente tale reazione.

1.27. Prodotti di decomposizione pericolosi.
Elencare le sostanze prodotte in quantità pericolose in seguito a decomposizione.

Nota - Considerare in particolare:

- la necessità e la presenza di stabilizzanti;
- la possibilità di reazioni esotermiche pericolose;
- le eventuali conseguenze per la sicurezza di mutamenti dell'aspetto fisico della sostanza o preparato;
- gli eventuali prodotti di decomposizione pericolosi in seguito a contatto con l'acqua; la possibilità di degradazione con formazione di prodotti instabili.

Informazioni tossicologiche

Questa sezione verte sulla necessità di una descrizione concisa ma completa e comprensibile dei vari effetti tossicologici che possono insorgere qualora l'utilizzatore entri in contatto con la sostanza o preparato. Riportare gli effetti nocivi per la salute che possono derivare dall'esposizione alla sostanza o al preparato, sulla base dell'esperienza o di ricerche scientifiche. Includere informazioni sulle diverse vie di esposizione (inalazione, ingestione, contatto con la pelle o con gli occhi), unitamente alla descrizione dei sintomi legati alle caratteristiche fisiche, chimiche e tossicologiche. Riportare gli eventuali effetti immediati, ritardati e cronici derivanti da esposizioni a breve e lungo termine, ad esempio effetti sensibilizzanti, narcotici, cancerogeni, mutageni, tossici per la riproduzione (tossicità per lo sviluppo e la fertilita). Tenendo conto delle informazioni già fornite alla sezione 2, composizione/informazioni sugli ingredienti, può essere necessario fare riferimento agli effetti specifici sulla salute di alcune componenti dei preparati.

Informazioni ecologiche

Descrivere i possibili effetti, comportamenti e trasformazioni nell'ambiente della sostanza o del preparato, nell'atmosfera, in acqua e/o nel terreno. Ove disponibile, indicare i risultati di eventuali test pertinenti (ad esempio CL50 pesci ≥1 mg/l). Descrivere le caratteristiche più importanti che possono provocare effetti sull'ambiente a causa della natura della sostanza o del preparato e dei probabili metodi di utilizzazione.
Informazioni dello stesso tipo devono essere fornite per i prodotti pericolosi derivanti dalla degradazione di sostanze o preparati. Tali effetti possono comprendere:

1.28. Ecotossicità.

Questa sezione deve comprendere i dati pertinenti disponibili sulla tossicità acquatica, acuta e cronica, per pesci, alghe, dafnie e altre piante acquatiche. Ove possibile, fornire dati sulla tossicità per micro e macro organismi del terreno e per altri organismi di interesse ambientale, come uccelli, api e piante. Qualora la sostanza o il preparato abbiano effetti inibitori sull'attività di microrganismi, indicare l'eventuale impatto sugli impianti di trattamento degli scarichi.

1.29. Mobilità.

Questa sezione interessa il potenziale della sostanza o di determinati componenti di un preparato[(4)], qualora dispersi nell'ambiente, di contaminare le falde idriche o altri elementi lontano dal sito di dispersione.

I dati pertinenti possono comprendere:

- la distribuzione nota o presunta in compartimenti ambientali;
- la tensione di superficie;
- l'assorbimento/il desorbimento.

- Per le altre proprietà fisico-chimiche, vedi sezione 9.

1.30. Persistenza e degradabilità.

Questa sezione si riferisce al potenziale della sostanza o di determinate componenti di un preparato di degradarsi in determinate circostanze ambientali, in seguito a biodegradazione o ad altri processi come ossidazione o idrolisi. Ove disponibili, dovrebbero essere indicati i tempi di dimezzamento per la degradazione. Dovrebbe essere anche indicata la possibilità che la sostanza o determinati componenti di un preparato[4] si degradino a livello di impianti di trattamento degli scarichi.

1.31. Potenziale di bioaccumulo.

Il potenziale della sostanza o di eventuali componenti di un preparato (1) di accumularsi negli organismi e di attraversare la catena alimentare, con riferimento ai valori K• ow e BCF.

1.32. Altri effetti avversi.

Se disponibili, includere informazioni su qualsiasi altro effetto avverso all'ambiente, ad esempio il potenziale di riduzione dell'ozono, il potenziale di creazione fotochimica di ozono e/o potenziale contributo al riscaldamento globale.

Osservazioni

Assicurarsi che le informazioni significative per l'ambiente vengano fornite nelle diverse sezioni della scheda dati di sicurezza, particolarmente le informazioni in materia di rilascio controllato, provvedimenti in caso di rilascio accidentale, trasporto e smaltimento di cui alle sezioni 6, 7, 13, 14 e 15.

[4] Queste informazioni non possono essere fornite per i preparati in quanto sono specifiche alle sostanze. Esse, quindi, vanno riportate, ove disponibili e pertinenti, per ciascun componente di un preparato che debba essere elencato nella scheda dati di sicurezza conformemente alle norme di cui alla sezione 2 del presente allegato.

Osservazioni sullo smaltimento

Se lo smaltimento della sostanza o preparato (eccedenze o residui derivanti da prevedibile utilizzazione) comporta un pericolo, fornire una descrizione dei residui citati con informazioni sulle misure di sicurezza per la loro manipolazione. Specificare i metodi idonei per lo smaltimento della sostanza o preparato nonchè degli eventuali imballaggi contaminati (incenerimento, riciclaggio, discarica, ecc.).

Nota - Indicare eventuali disposizioni comunitarie in materia di rifiuti. In assenza di tali disposizioni, ricordare agli utenti che possono essere in vigore disposizioni nazionali o regionali.

Informazioni sul trasporto

Indicare tutte le precauzioni particolari di cui un utilizzatore deve essere consapevole e che deve applicare per quanto concerne il trasporto o il trasferimento all'interno o all'esterno dell'azienda. Ove pertinenti, fornire informazioni sulla classificazione di trasporto per ciascuno dei regolamenti modali: IMDG (via mare), ADR (su strada, decreto del Ministro dei trasporti 4 novembre 1996, RID (per ferrovia, decreto legislativo del 13 gennaio 1999, n. 41, ICAO/IATA (via aria). Tali informazioni possono comprendere fra l'altro:

- numero UN;
- classe;
- denominazione corretta per la spedizione;
- gruppo di imballaggio;
- inquinante marino;
- altre informazioni applicabili.

Informazioni sulla normativa

Riportare le informazioni in materia di salute, sicurezza e ambiente che figurano sull'etichetta in applicazione del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 e della Direttiva 1999/45/. Se la sostanza o il preparato di cui alla presente scheda di sicurezza è oggetto di specifiche disposizioni comunitarie in relazione alla protezione dell'uomo o dell'ambiente (ad esempio, restrizioni e commercializzazione ed impiego ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica del 10 settembre 1982, n. 904 e successivi aggiornamenti) tali disposizioni dovrebbero, se possibile, essere indicate. Si dovrebbe ugualmente attirare l'attenzione del destinatario sull'esistenza di eventuali ulteriori disposizioni nazionali pertinenti.

Altre informazioni

Indicare qualsiasi altra informazione di rilievo per la salute e la sicurezza degli utilizzatori e la protezione dell'ambiente, ad esempio: elenco delle pertinenti frasi R). Riportare il testo integrale di eventuali frasi R) di cui alle sezioni 2 e 3 della scheda dati di sicurezza;

avvertenze di formazione professionale; eventuali restrizioni consigliate (ossia raccomandazioni non obbligatorie del fornitore);

ulteriori informazioni (documentazione di riferimento e/o punti di contatto tecnico);

fonte dei dati utilizzati per la compilazione della scheda dati di sicurezza;

in caso di revisione di una scheda dati di sicurezza, indicare chiaramente le informazioni aggiunte, eliminate o modificate (a meno che queste informazioni non siano state fornite altrove).

ALLEGATO IV – AUTORIZZAZIONE AD OPERARE IN LABORATORIO

FORMAT PER AUTORIZZAZIONE IN AFFIANCAMENTO

Egregio Dr./Sig. **XXXXXXXXXXXXX**
XXXXXXXXXXXXX

Oggetto: Autorizzazione ad operare nel laboratorio YYYYYYYYYY in AFFIANCAMENTO ad altro dipendente esperto

Io sottoscritto Dr./Ing. .....……, Responsabile UT ....., in qualità di datore di lavoro ai sensi del regolamento,

VALUTATO

1) Il suo background formativo tecnico/scientifico, ed in particolare:

- Diploma/Laurea in …….. conseguita il ……
- Dottorato di ricerca in ……. Conseguito il …….
- .....
- .....

2) Le attività formative relative alla sicurezza da Lei svolte, con particolare riferimento al:

- corso di base sulla sicurezza effettuato il ……..;
- corso specifico sulla sicurezza, con particolare attenzione ai rischi specifici connessi alle attività nei laboratori chimici e biologici di ricerca, effettuato il ……;
- addestramento specifico sulle attrezzature e sulle attività proprie del laboratorio completato il …….. (necessario nel caso di autorizzazione senza limitazioni a meno di non possedere una specifica esperienza lavorativa, da indicare);

3) Le sue caratteristiche personali con particolare riferimento a quelle maggiormente significative dal punto di vista professionale (equilibrio, attenzione, precisione, ecc.);

AUTORIZZO

Lei, Sig./Dr./Ing. ....., dipendente ……., ad accedere al laboratorio …… ed ivi a svolgervi le attività assegnategli.

L'accesso al laboratorio è da intendersi comunque subordinato alla contemporanea e continuativa presenza, all'interno del laboratorio stesso, di un dipendente con autorizzazione senza limitazioni, impegnato sulle stesse attività o in attività similari, il quale le potrà fornire tutte le indicazioni ed il supporto necessario.

La presente autorizzazione ha validità fino a tutto il (anno di scadenza della formazione specifica, oppure data di cessazione dal servizio se antecedente).

Catanzaro, li …….

Per ricevuta Il dipendente	Il responsabile	Per presa visione Il Dirigente Scolastico
……..	……..……..……	……
(Firma del dipendente)	(firma del Responsabile)	(Firma)

FORMAT PER AUTORIZZAZIONE SENZA LIMITAZIONI

Egregio Dr./Sig. **XXXXXXXXXXXXX**
XXXXXXXXXXXXX

Oggetto: Autorizzazione ad operare nel laboratorio YYYYYYYYYY

Io sottoscritto Dr./Ing. .....……, Responsabile UT ....., in qualità di datore di lavoro ai sensi del Regolamento

VALUTATO

2) Il suo background formativo tecnico/scientifico, ed in particolare:

- Diploma/Laurea in …….. conseguita il ……
- Dottorato di ricerca in ……. Conseguito il …….
- .....
- .....

2) Le attività formative relative alla sicurezza da Lei svolte, con particolare riferimento al:

- corso di base sulla sicurezza effettuato il ……..;
- corso specifico sulla sicurezza, con particolare attenzione ai rischi specifici connessi alle attività nei laboratori chimici e biologici di ricerca, effettuato il ……;
- addestramento specifico sulle attrezzature e sulle attività proprie del laboratorio completato il …….. (non necessario nel caso di pregressa esperienza nello specifico laboratorio, da indicare);

3) Le sue esperienze di lavoro, maturate in un adeguato periodo di tempo presso …….. e tali da permetterle la piena conoscenza delle diverse situazioni caratterizzanti le attività da svolgere, comprese quelle non ricorrenti, con particolare riferimento alla:

- capacità da lei acquisita di affrontare in autonomia l'organizzazione e l'esecuzione in sicurezza delle attività assegnategli all'interno del laboratorio;
- capacità da lei acquisita di valutare i rischi chimici, fisici e biologici connessi con le sue attività e di mettere in atto le misure idonee a ridurli o ad eliminarli;
- capacità da lei acquisita nell'affrontare gli imprevisti e le emergenze che possono verificarsi in occasione delle attività in laboratorio;
- capacità da lei acquisita di informare ed istruire correttamente eventuale personale che può accedere al laboratorio con limitazioni o a determinate condizioni;

4) Le sue caratteristiche personali con particolare riferimento a quelle maggiormente significative dal punto di vista professionale (equilibrio, attenzione, precisione, ecc.);

AUTORIZZO

Lei, Sig./Dr./Ing. ....., dipendente ……., ad accedere al laboratorio …… ed ivi a svolgervi le attività assegnategli.

La presente autorizzazione ha validità fino a tutto il (anno di scadenza della formazione specifica, oppure data di cessazione dal servizio, se antecedente).

Catanzaro, li …….

Per ricevuta Il dipendente	Il responsabile	Per presa visione Il Dirigente Scolastico
……..	……..……..……	……
(Firma del dipendente)	(firma del Responsabile)	(Firma)

ALLEGATO V – FORMAT MODULO PER L'ATTESTAZIONE DELL'ADDESTRAMENTO

UT……..	**REGISTRAZIONE FORMAZIONE SICUREZZA**	**Anno/NN 2024 / ……..**

CORSO O INTERVENTO FORMATIVO:

ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI

(Artt. 36 e 37 D. Lgs. 9 Aprile 2008 n.81)

DATA: ……	**DURATA: …… ore**

SOGGETTO ORGANIZZATORE DEL CORSO:

Datore di Lavoro – Responsabile UT……

Dr./Ing. ……..	**Firma: ……..**

TITOLO DEL CORSO **……**

PROGRAMMA/ARGOMENTI TRATTATI

RELAZIONE/VALUTAZIONE

REGISTRO DI PRESENZA

TITOLO DEL CORSO	……

DATA LEZIONE	NOME DOCENTE	FIRMA DOCENTE

MATERIALE FORMATIVO CONSEGNATO:	**NO**		**SI**	

PRESENZE PREVISTE	**FIRME DI PRESENZA**			
	ORA INGRESSO	**Firma di ingresso**	**ORA USCITA**	**Firma di uscita**
1)_____				

ALLEGATO VI – PRODOTTI CHIMICI INCOMPATIBILI

Qui si seguito sono elencate le incompatibilità fra alcuni dei prodotti di più largo uso nei laboratori.

Prodotti chimici incompatibili	
Acetilene	con rame (tubazioni), alogeni, argento, mercurio e loro composti
Acetone	con miscele concentrate di acido solforico e nitrico o perossido di idrogeno
Acido acetico	con acido cromico, acido nitrico, composti contenenti idrossili, glicole etilenico, acido perclorico, perossidi e permanganati
Acido cromico	con acido acetico, naftalene, canfora, alcool, glicerolo, trementina e altri liquidi infiammabili
Acido nitrico	con acido acetico, cromico e cianogeno, anilina, carbonio. Idrogeno solforato, fluidi, gas e sostanze che vengono prontamente nitrate
Acido ossalico	con argento e mercurio
Acido perclorico	con anidride acetica, bismuto e le sue leghe, alcool, carta, legno e altre sostanze organiche
Acido solforico	con clorati, perclorati, permanganati e acqua
Ammoniaca anidra	con mercurio, alogeni, ipoclorito di calcio e fluoruro di idrogeno
Anilina	con acido nitrico e perossido di idrogeno
Argento	con acetilene, acido ossalico, acido tartarico e composti ammonici
Biossido di cloro	con ammoniaca, metano, fosfina, idrogeno solforato
Bromo	con ammoniaca, acetilene, butadiene, butano, idrogeno, carburo di sodio, trementina e metalli finemente polverizzati
Carbonio attivato con ipoclorito di calcio	con tutti gli agenti ossidanti
Cianuri	con acidi e alcali
Clorati	con sali di ammonio, acidi, polveri metalliche, zolfo, composti organici o infiammabili finemente polverizzati e carbonio
Cloro	con ammoniaca, acetilene, butadiene, benzina e altri derivati del petrolio, idrogeno, carburo di sodio, trementina e metalli finemente polverizzati
Diossido di cloro	con ammoniaca, metano, fosfina idrogeno solforato
Idrocarburi in generale	con fluoro, cloro, acido formico, acido cromico, perossido di sodio
Idrogeno solforato	con vapori di acido nitrico e gas ossidanti
Iodio	con acetilene e ammoniaca
Liquidi infiammabili	con nitrato di ammonio, acido cromico, perossido di idrogeno, acido nitrico, perossido di sodio e alogeni
Mercurio	con acetilene, acido fulminico, idrogeno

Prodotti chimici incompatibili	
Metalli alcalini (es. calcio, potassio e sodio)	con acqua, anidride carbonica, tetracloruro di carbonio e altri idrocarburi clorati
Nitrato di ammonio	con acidi, polveri metalliche, liquidi infiammabili, clorati, nitrati, zolfo e sostanze organiche finemente polverizzate o composti infiammabili
Ossigeno	con olii, grassi, idrogenati, e liquidi, solidi e gas infiammabili
Pentossido di fosforo	con l'acqua
Permanganato di potassio	con glicerolo, glicole etilenico, benzaldeide, e acido solforico
Perossido di idrogeno	con cromo, rame, ferro, la maggior parte degli altri metalli e i loro sali, liquidi infiammabili e altri prodotti combustibili, anilina e nitrometano
Perossido di sodio	con qualsiasi sostanza ossidabile come metanolo, acido acetico glaciale, anidride acetica, benzaldeide, disolfuro di carbonio, glicerolo, acetato di etile e furfurale
Rame	con acetilene, azide e perossido di idrogeno
Sodio	con tetracloruro di carbonio, diossido di carbonio e acqua
Sodio azide	con piombo, rame e altri metalli. Questo composto è comunemente usato come conservante, ma forma composti instabili ed esplosivi con i metalli. Se eliminato attraverso gli scarichi dei lavandini, i sifoni e i tubi potrebbero esplodere quando ci stia lavorando un idraulico

Se vi è il sospetto della presenza di perossidi in un prodotto, per esempio per la osservazione di cristalli attorno al tappo o nella soluzione non aprire il contenitore, maneggiarlo con estrema cautela ed avviarlo allo smaltimento.

ALLEGATO VII – TABELLA DEI GAS TOSSICI AI SENSI DEL REGIO DECRETO n. 147/1927

	Gas tossici		*Utilizzazione*	*Deposito*
Numero d'ordine	*Elenco delle sostanze tossiche che si trovano allo stato gassoso o che per essere utilizzate devono passare allo stato di gas o di vapore*		*Se occorre autorizzazione (art. 5) (*)*	*Quantità per autorizzazione (art. 4)*
1	**Acido cianidrico**	a) allo stato gassoso, da solo o mescolato con bromuro o cloruro di cianogeno o con sostanze comunque irritanti	sì	nessuna
		b) compresso o liquido, mescolato con sostanze stabilizzanti, e contenuto in recipienti ad alta pressione, soggetti a bollatura, secondo il Regolamento speciale	sì	nessuna
		c) allo stato liquido, mescolato con sostanze stabilizzanti, con sostanze comunque irritanti, impastato con sostanze inerti, contenuto in recipienti a piccola pressione	sì	nessuna
2	**Ammoniaca**	compressa o liquefatta e contenuta in recipienti ad alta pressione, soggetti a bollatura, secondo il Regolamento speciale	si (1)	<75 kg
3	**Anidride solforosa**	a) in soluzione acquosa concentrata	no	qualsiasi
		b) allo stato gassoso, da sola o mista ad anidride solforica	(2)	nessuna
		c) allo stato gassoso misto a ossidi di carbonio	sì	nessuna
		d) compressa o liquefatta e contenuta in recipienti ad alta pressione, soggetti alla bollatura secondo il Regolamento speciale	sì	<75 kg
4	**Benzina**	contenente composti organo-metallici ed altre sostanze tossiche	si (3)	nessuna (3)
5	**Cianuri**	cianuri alcalini di potassio e di sodio, cianuro di calcio da solo o mescolato con altre sostanze, cianuri di bario, di argento, di cardio, di rame e di zinco.	no (4)	nessuna
		a) in soluzione acquosa a concentrazione inferiore allo 0,2%, calcolata come CN	no	<100 kg
		b) allo stato solido, per la sola preparazione del reattivo di Drabkin e di Van Kampen	no	<100 kg

6	**Cloro**	a) in soluzione acquosa b) allo stato gassoso c) compresso o liquefatto e contenuto in recipienti ad alta pressione, soggetti a bollatura secondo il Regolamento speciale	no si si	qualsiasi --- <75 kg
7	**Cloropicrina**	(nitrocloroformio)	(5)	<1 kg
8	**Cianogeno**	(bromuro o cloruro di)	si	nessuna
9	**Etereciano-carbonico**	da solo o mescolato a sostanze comunque irritanti	si	nessuna
10	**Fosgene**	(cloruro di carbonile) compresso o liquefatto e contenuto in recipienti soggetti a bollatura secondo il Regolamento speciale	si	nessuna
11	**Isonitrile**	(tipo fenil-isonitrile)	si	nessuna
12	**Ossido di etilene**	da solo o mescolato con altre sostanze	si	nessuna
13	**Piombo tetraetile**		si	nessuna
14	**Solfuro di carbonio**		(6)	<5 l.
15	**Idrogeno fosforato**	da solo o mescolato con altre sostanze capaci di liberarlo allo stato gassoso	si	nessuna
16	**Bromuro di metile**		si	nessuna
17	**Piombo tetrametile**		si	nessuna
18	**Solfato di metile**		si	nessuna
19	**Cloruro di metile**		si	<75 kg
20	**Acido fluoridrico**		si	(7)

21	**Trifluoruro di boro**	si (8)	nessuna
22	**Metilmercaptano**	si	nessuna
23	**Tetraidrotiofene**	si >1 kg (9)	<1 kg (9)
24	**Dimetilsolfuro**	si >1 kg (9)	<1 kg (9)
25	**Etilisopropilsolfuro**	si >1 kg (9)	<1 kg (9)
26	**Etilmercaptano**	si >1 kg (9)	<1 kg (9)
27	**Dietilsolfuro**	si >1 kg (9)	<1 kg (9)

Note alla tabella dei gas tossici:

(*) La concessione delle autorizzazioni all'uso e la custodia è di competenza del Sindaco/Usl; per il trasporto il rilascio della licenza o permesso è di competenza la Pubblica Sicurezza.

(1) L'autorizzazione non occorre per i piccoli impianti per refrigerazione che utilizzano meno di 75 Kg

(2) Non occorre l'autorizzazione soltanto se l'utilizzazione è fatta a scopi agricoli o enologici

(3) Non occorre autorizzazione per la benzina contenente per ogni litro non più di 8/10 cc di piombo tetraetile o 5,5/10 cc di piombo tetrametile, equivalenti a 0.85 g di Pb. In caso che vengano miscelate entrambe le sostanze il contenuto di Pb non dovrà superare predetto limite massimo di 0.85 g per ogni litro di benzina.
La benzina trattata come sopra deve essere contenuta in recipienti originali recanti in modo evidente l'indicazione che la benzina stessa contiene piombo tetraetile e piombo tetrametile o loro miscela e deve essere utilizzata solo come carburante per motori a scoppio: sui recipienti devono essere indicate le istruzioni circa l'uso.

(4) In quanto non siano utilizzati per la produzione di acido cianidrico gassoso

(5) Non occorre autorizzare soltanto per l'utilizzazione fino a 100 g in aperta campagna.

(6) Non occorre autorizzare soltanto per l'utilizzazione di 5 litri in aperta campagna ovvero di qualsiasi quantità in magazzini di cereali e silos riconosciuti idonei e autorizzati dalle autorità competenti

(7) non occorre autorizzazione per:
a) HF in soluzione acquosa sino al 40%
b) HF in soluzione acquosa sino all'85% per quantitativi non superiori a 50 kg netti
c) HF anidro liquefatto in recipienti a pressione per quantitativi non superiori a 60 Kg netti

(8) Non occorre licenza al trasporto né autorizzazione all'utilizzo, custodia e conservazione per quantitativi fino a 5 Kg di trifluoruro di boro in soluzione.
Occorrono sempre autorizzazioni e licenza per quantitativi superiori e per il trifluoruro di boro compresso in bombole.

(9) Non si applicano le norme del regolamento per l'impiego dei gas tossici al gas di città ed al GPL nei quali la sostanza sia presente come odorizzante.

ALLEGATO VIII – IMPIANTI E CONTENITORI IN PRESSIONE

Le attrezzature a pressione e gli insiemi sottoposti ad una pressione massima ammissibile PS superiore a 0,5 bar sono soggette ad apposita regolamentazione ed, in particolare:

- alla Direttiva 97/23/CE (PED – Pressure Equipment Directive), recepita dal Decreto Legislativo 25 febbraio 2000, n. 93, che riguarda "la progettazione, la fabbricazione e la valutazione di conformità delle attrezzature a pressione e gli insiemi sottoposti ad una pressione massima ammissibile PS superiore a 0,5 bar";
- al D.M. 1 dicembre 2004, n.329, "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del Decreto Legislativo n.93 del 25 Febbraio 2000";

detta normativa, in base al grado di "pericolosità" delle attrezzature, può prevedere specifici adempimenti a carico del datore di lavoro, fra cui:

- la messa in servizio;
- la verifica e/o la riqualificazione periodica;
- il controllo dopo riparazioni e/o modifiche costruttive. .

Sono considerate attrezzature a pressione: i recipienti, le tubazioni, gli accessori di sicurezza e gli accessori a pressione, ivi compresi gli elementi annessi a parti pressurizzate, quali flange, raccordi, manicotti, supporti, alette mobili.



Figura VIII.1 – Apparecchiature in pressione

E' pertanto necessario verificare, al momento dell'acquisto o della realizzazione di impianti o strumentazioni di laboratorio comprendenti apparecchiature a pressione, se le stesse ricadano o meno nell'ambito di applicazione del D.M. n.329/04, in modo da poter ottemperare agli adempimenti del caso.

VIII.1 CLASSIFICAZIONE DELLE ATTREZZATURE A PRESSIONE

Le attrezzature a pressione sono classificate per categorie di rischio crescente (dalla I alla IV), in base alle 9 tabelle contenute nell'Allegato II della Direttiva 97/23/CE.
Tale classificazione si ricava in funzione delle seguenti caratteristiche:

- tipo di attrezzatura (recipiente, tubazione, accessorio di sicurezza, ecc.);
- gruppo di appartenenza del fluido (1 o 2);
- stato fisico del fluido (liquido surriscaldato e non, gassoso o vapore);
- volume del recipiente V (o DN per le tubazioni);
- pressione massima ammissibile PS.

Allorché un recipiente è costituito da più camere, esso è classificato nella categoria più elevata relativa a ciascuna delle singole camere. Allorché una camera contiene più fluidi, esso è classificato in base al fluido che genera la categoria più elevata.
Le valvole di sicurezza, considerate accessori di sicurezza, sono classificate nella IV categoria.
Un insieme di apparecchiature viene classificato nella categoria più elevata delle attrezzature interessate, senza tenere conto degli accessori di sicurezza.

Individuazione del gruppo di appartenenza di un fluido

Ai fini della classificazione del gruppo di appartenenza (art.9, comma 2, del Dlgs n.93/2000**)**, i fluidi sono suddivisi nei seguenti due gruppi:

- **gruppo 1:** comprendente i fluidi pericolosi. Per fluidi pericolosi si intendono le sostanze o i preparati definiti all'art.2, comma 2, del D.lgs 3 febbraio 1997 n.52 come: "*esplosivi*", "*estremamente infiammabili*", "*facilmente infiammabili*", "*infiammabili* (quando la temperatura massima ammissibile è superiore al punto di infiammabilità), "*altamente tossici*", "*tossici*", "*comburenti*", etc;
- **gruppo 2**: comprendente tutti gli altri fluidi che non rientrano nel gruppo precedente. Ad esempio l'aria, miscele aria/acqua, azoto, argon, anidride carbonica, etc.

Tabelle per la classificazione delle attrezzature

Le attrezzature in pressione vengono classificate per categoria secondo criteri di rischio crescenti (da I a IV) facendo riferimento alle 9 tabelle riportate nell'allegato II della direttiva 97/23/CE (PED). La tabella riassuntiva che segue riporta, in modo schematico, a quali delle tabelle dell'allegato II debba farsi riferimento per i vari tipi di attrezzature e fluidi presi in esame:

	RECIPIENTI				CALDAIE	TUBAZIONI			
Stato fisico del fluido	GAS		LIQUIDI		↓	GAS		LIQUIDI	
Gruppo del fluido	1	2	1	2	↓	1	2	1	2
Tabella	Tab.1	Tab.2	Tab.3	Tab.4	Tab.5	Tab.6	Tab.7	Tab.8	Tab.9

Le 9 tabelle di cui all'allegato II della direttiva 97/23/CE (PED) sono riportate qui di seguito.

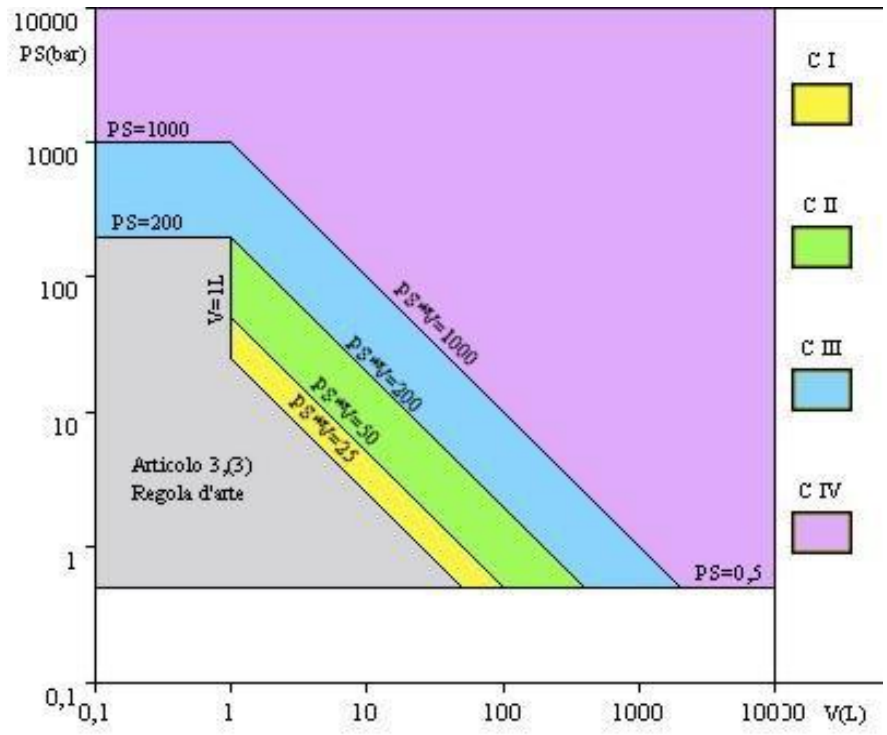


Tabella VIII.1 - Recipienti gas, vapori e liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è > 0,5 bar
Fluidi Gruppo 1 (fluidi pericolosi)

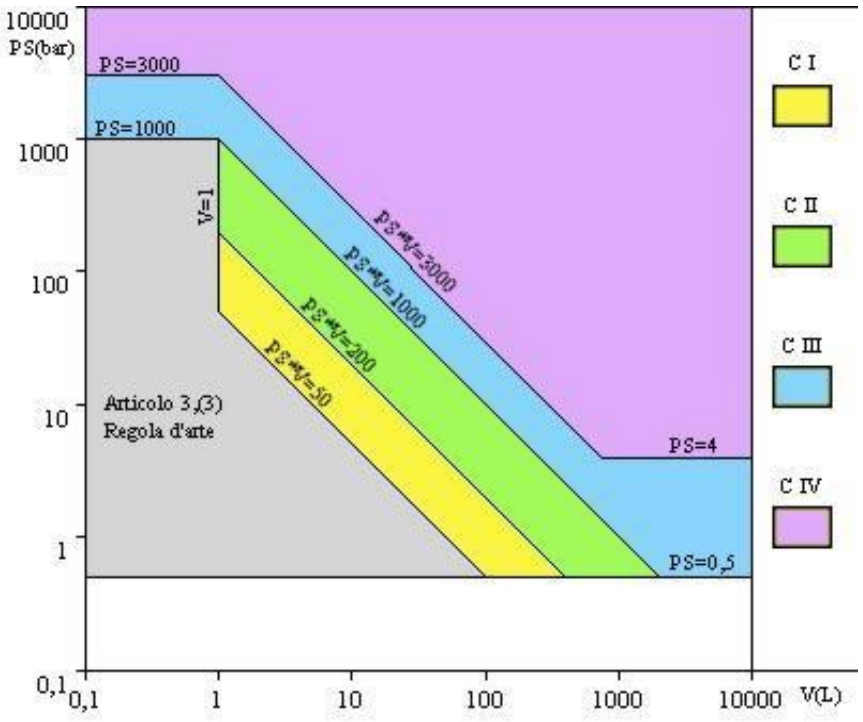


Tabella VIII.2- Recipienti gas, vapori e liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è > 0,5 bar
Fluidi Gruppo 2 (fluidi non pericolosi)

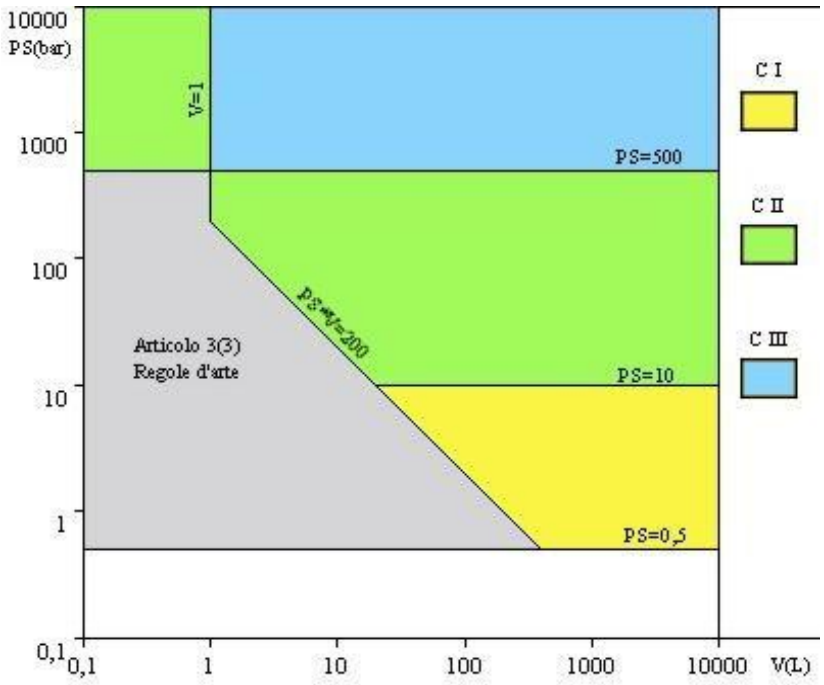


Tabella VIII.3 - Recipienti destinati a liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è < 0,5 bar
Fluidi Gruppo 1 (fluidi pericolosi)

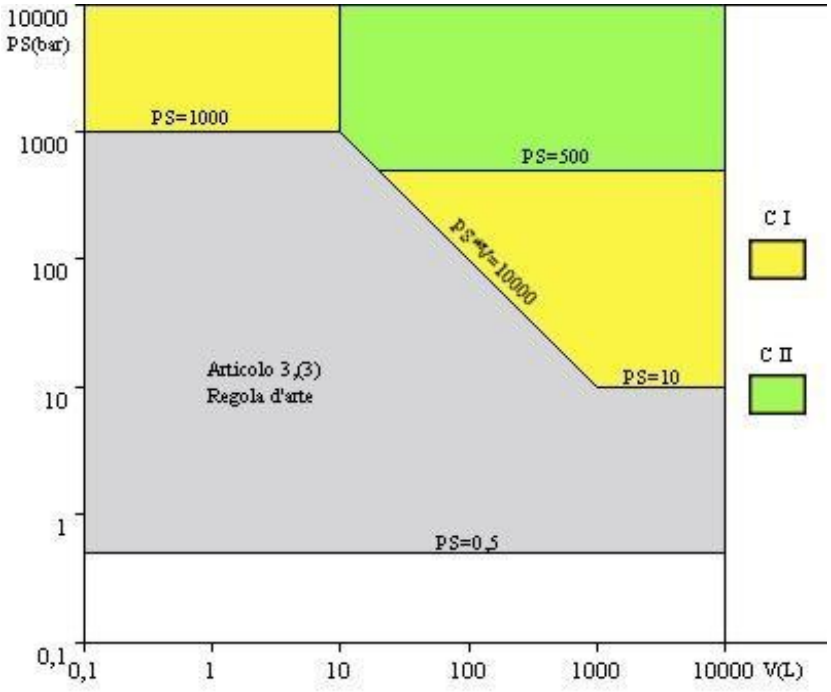


Tabella VIII.4 - Recipienti destinati a liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è < 0,5 bar
Fluidi Gruppo 2 (fluidi non pericolosi)

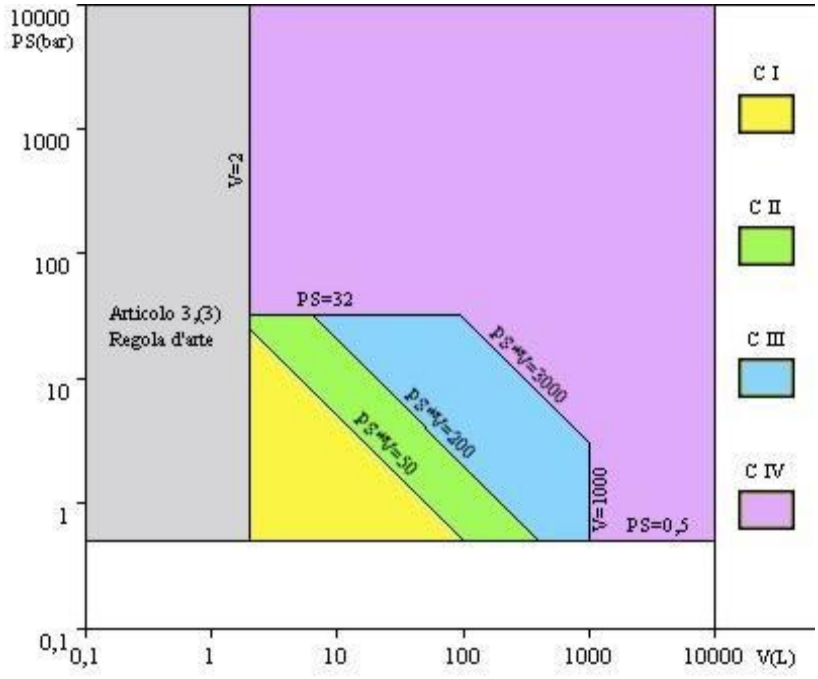


Tabella VIII.5 - CALDAIE Attrezzature a pressione a focolare , con rischio di surriscaldamento, per la generazione di vapore o acqua surriscaldata a t°> 110°C, nonché le pentole a pressione

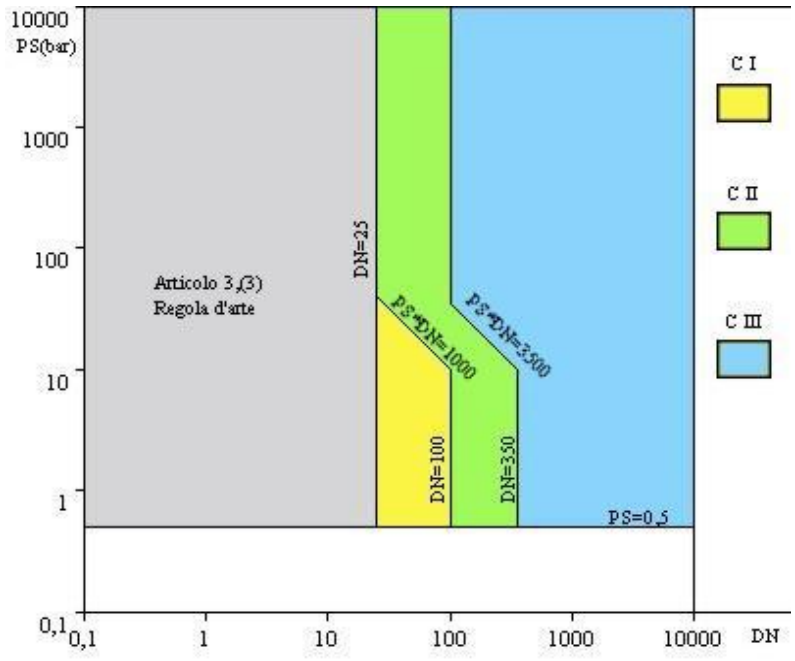
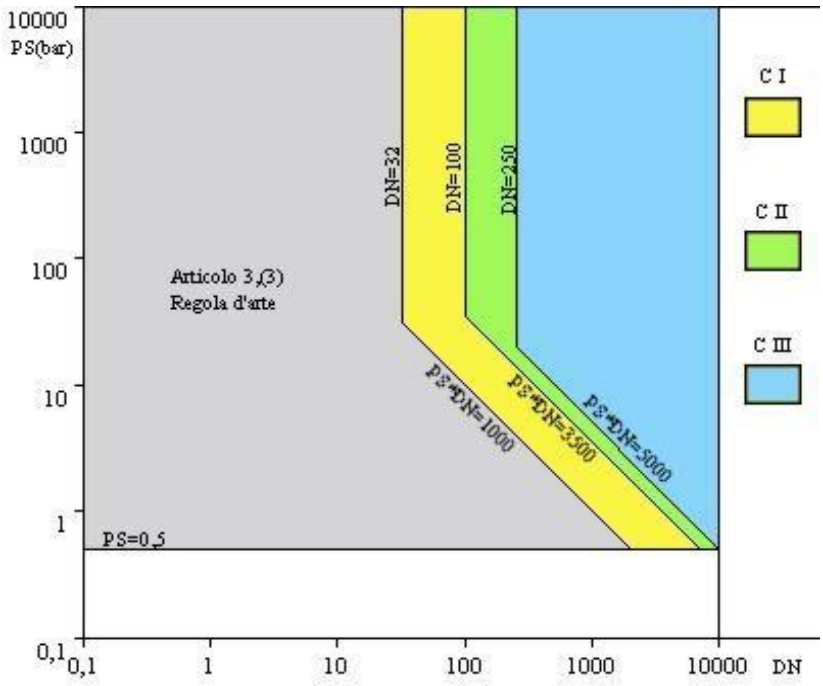


Tabella VIII.6 - TUBAZIONI gas liquefatti, disciolti, vapore e liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è > 0,5 bar. Fluidi Gruppo 1 (fluidi pericolosi), quando DN > 25



TabellaVIII.7 - TUBAZIONI gas liquefatti, disciolti, vapore e liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è > 0,5 bar. Fluidi Gruppo 2 (fluidi non pericolosi), quando DN > 32 e PSxDN > 1000 bar

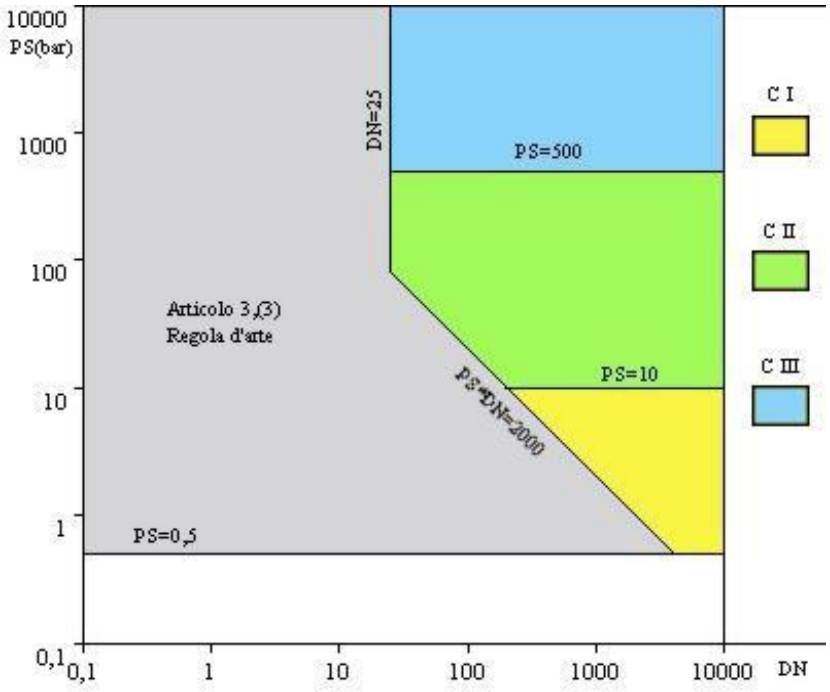


Tabella VIII.8 - TUBAZIONI liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è inferiore o uguale 0,5 bar Fluidi Gruppo 1 (fluidi pericolosi), quando DN > 25 e PS x DN > 2000 bar

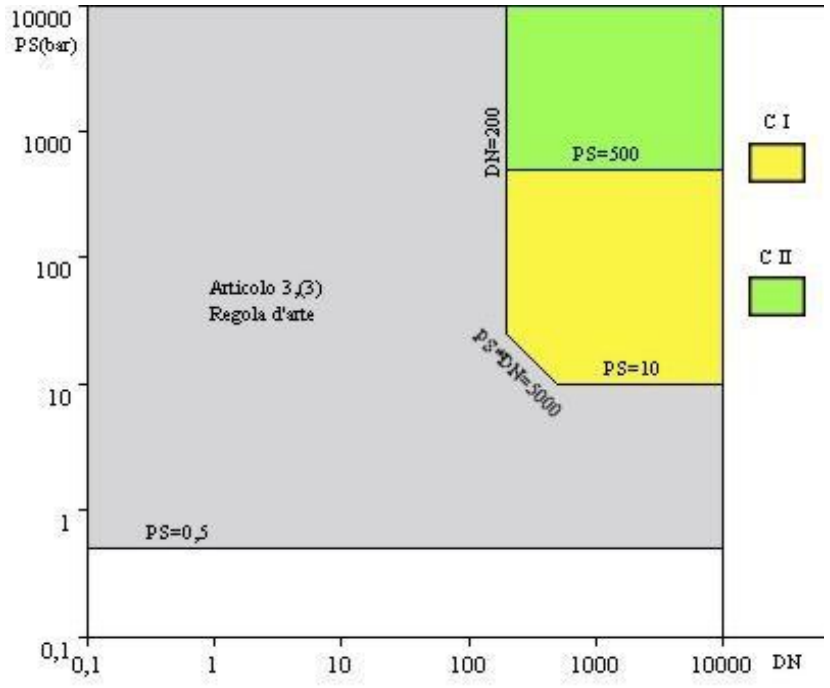


Tabella VIII.9 - TUBAZIONI liquidi la cui tensione di vapore alla T° max è inferiore o uguale 0,5 bar Fluidi Gruppo 2 (fluidi non pericolosi), quando PS > 10 bar - DN > 200 e PS x DN > 2000 bar

MARCATURA E DOCUMENTI PER L'UTILIZZATORE

Ogni attrezzatura a pressione o insieme deve essere accompagnata da:

- **dichiarazione di conformità** contenente:
  - ✓ nome ed indirizzo del fabbricante o del suo mandatario;
  - ✓ descrizione dell'attrezzatura a pressione o dell'insieme;
  - ✓ procedura di valutazione della conformità utilizzata;
  - ✓ identificazione del firmatario che ha la delega del fabbricante o del suo mandatario;
  - ✓ nome ed indirizzo dell'organismo notificato che ha effettuato il controllo;
- **marcatura** comprendente:
  - ✓ nome del fabbricante e suo indirizzo;
  - ✓ marcatura CE;
  - ✓ designazione della serie e anno di costruzione;
- **istruzioni per l'uso** includenti:
  - ✓ riepilogo delle indicazioni previste nella marcatura;
  - ✓ messa in funzione;
  - ✓ utilizzazione;
  - ✓ trasporto;
  - ✓ installazione, montaggio e smontaggio;
  - ✓ regolazione;
  - ✓ manutenzione e riparazione.

REGOLAMENTO PER L'ESERCIZIO DELLE ATTREZZATURE IN PRESSIONE

Campo di applicazione (art.1 del DM n.329/2004)

Sono oggetto della norma per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature in pressione le:

- attrezzature a pressione e gli "insiemi" come definiti dal D.lgs n.93/2000, in particolare:
  - ✓ i recipienti di gas e liquidi;
  - ✓ generatori di vapore ed acqua surriscaldata;
  - ✓ le tubazioni destinate a contenere gas e liquidi;
- le attrezzature e gli impianti esistenti prima del 29 maggio 2002 (data di applicazione obbligatoria della PED) e omologati dall'ISPESL secondo le norme in vigore prima del 19 aprile 2000 (data di entrata in vigore obbligatoria del D.lgs 93/2000);
- gli apparecchi semplici a pressione disciplinati dal D.Lgs n.311 del 27 settembre 1991;
- i recipienti e le tubazioni per liquidi già in servizio prima del 29 maggio 2002 e mai sottoposti ad omologazione (e non rientranti nelle condizioni di esclusione previste dal D.lgs n.93/2000).

Esclusioni (art. 2 del DM n.329/2004)

NON SONO SOGGETTI al regolamento per la MESSA IN SERVIZIO ED UTILIZZAZIONE le seguenti attrezzature in pressione che possono trovare applicazione nei laboratori:

- attrezzature a pressione escluse dal campo di applicazione della PED (art. 1, comma 3 e art.3 comma 3), ad eccezione delle attrezzature semplici a pressione in generale (D.Lgs 311/91);
- i generatori, i recipienti e le tubazioni con pressione massima ammissibile non superiore a 0,5 bar;
- i generatori di vapore d'acqua o di acqua surriscaldata il cui volume complessivo è inferiore o uguale a 25 litri e la cui pressione massima ammissibile non superi i 32 bar;
- i generatori di vapore d'acqua o di acqua surriscaldata per i quali il prodotto della pressione ammissibile in

bar per la capacità totale in litri non superi 300 e la cui pressione non superi i 10 bar;

- i recipienti a pressione, ivi compresi gli apparecchi semplici di cui al decreto legislativo n. 311 del 27 settembre 1991, aventi capacità minore o uguale a 25 litri e, se con pressione minore o uguale a 12 bar, aventi capacità minore o uguale a 50 litri;
- le valvole d'intercettazione aventi dimensione nominale DN non superiore a 80, nonche' le valvole di diametro superiore sempre che il fluido che deve attraversarle non sia nocivo sotto l'aspetto sanitario o pericoloso per accensioni od esplosioni e non abbia temperature superiori a 300 °C e pressione massima ammissibile tale che il prodotto della pressione stessa in bar per il DN della valvola superi 1000 bar;
- i desurriscaldatori, gli scaricatori, e i separatori di condense, disoliatori inseriti lungo le tubazioni di vapori o di gas, i filtri, i barilotti ricevitori e distributori di vapori o di gas, purché si verifichino almeno due delle seguenti condizioni:
  - ✓ il loro diametro interno in mm o dimensione nominale non superi 500;
  - ✓ la pressione massima ammissibile PS non superi i 6 bar;
  - ✓ il prodotto del loro diametro interno in mm o dimensione nominale DN per la pressione massima ammissibile non superi 3000;
- i serpentini ad afflusso libero nell'atmosfera o ad afflusso libero in liquidi con pressione ≤ a 0,5 bar;
- gli alimentatori automatici, per i quali si verifichino almeno due delle seguenti condizioni:
  - ✓ il loro diametro interno in mm o dimensione nominale non superi 400;
  - ✓ la loro pressione massima ammissibile PS non superi 10 bar;
  - ✓ il prodotto del loro diametro interno in mm o dimensione nominale DN per la pressione massima ammissibile non superi 4000;
- le tubazioni con DN minore o uguale a 80;
- le tubazioni che collegano attrezzature a pressione che risultano singolarmente escluse dal campo di applicazione del regolamento.

Verifica di primo impianto o di messa in servizio (art. 4 del DM n.329/2004)

Le attrezzature o insiemi a pressione sono soggetti alla verifica obbligatoria di primo impianto o di messa in servizio solo se risultano installati ed assemblati dall'utilizzatore sull'impianto. La verifica, effettuata su richiesta dell'azienda utilizzatrice e da inviarsi al Dipartimento ISPESL territorialmente competente per provincia di installazione e all'Unità' Sanitaria Locale o all'Azienda Sanitaria Locale, riguarda l'accertamento della loro corretta installazione sull'impianto e ne permette, in caso di esito positivo, la messa in servizio.
Non sono soggetti alla VERIFICA DI MESSA IN SERVIZIO le seguenti attrezzature ed insiemi (art.5 del DM 329/2004 - Esclusioni) :

- gli apparecchi già esclusi in generale dal regolamento n.329/2004 (già citati in precedenza all'art.2);
- i recipienti semplici di cui al D.lgs n. 311/1991 aventi pressione minore o uguale a 12 bar e prodotto pressione per volume minore di 8000 bar * litro;
- gli insiemi per i quali da parte del competente organismo notificato o di un ispettorato degli utilizzatori risultano effettuate, per quanto di propria competenza, le verifiche degli accessori di sicurezza o dei dispositivi di controllo.

Verifiche periodiche o di riqualificazione periodica (art. 10 del DM

Ai fini della definizione della periodicità dei controlli, tutte le attrezzature devono essere classificate tenendo conto delle categorie di rischio definite dall'allegato II decreto legislativo n. 93/2000. Per la frequenza di riqualificazione delle attrezzature a pressione è necessario far riferimento agli schemi riportati nelle tabelle di cui agli allegati A e B del DM n.329/2004 riprodotte qui nel seguito:

ATTREZZATURE/INSIEMI CONTENENTI FLUIDI DEL GRUPPO 1 (art. 3, D.lgs n.93/2000)	
ATTREZZATURA A PRESSIONE/INSIEMI	LIMITI E FREQUENZE DELLE ISPEZIONI
Recipienti /insiemi classificati in III e IV categoria, recipienti contenenti gas instabili appartenenti alla categoria dalla I alla IV, forni per le industrie chimiche e affini, generatori e recipienti per liquidi surriscaldati diversi dall'acqua	Frequenza ispezioni: - ogni 2 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica d'integrità
Recipienti/insiemi classificati in I e II categoria	Frequenza ispezioni: - ogni 4 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica d'integrità
Tubazioni per gas, vapori e liquidi surriscaldati classificati nella I, II e III categoria	Frequenza ispezioni: - ogni 5 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica di integrità
Tubazioni per liquidi classificati nella I, II e III categoria	Frequenza ispezioni: - ogni 5 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica di integrità
Recipienti per liquidi appartenenti alla I, II e III	Frequenza ispezioni: - ogni 5 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica di integrità

Tabella VIII.10 - Frequenza di riqualificazione periodica delle attrezzature a pressione – Fluidi del gruppo 1

ATTREZZATURE/INSIEMI CONTENENTI FLUIDI DEL GRUPPO 2 (D.lgs n.93/2000)	
ATTREZZATURA A PRESSIONE/INSIEMI	LIMITI E FREQUENZA DELLE ISPEZIONI
Recipienti/insiemi contenenti gas compressi, liquefatti e disciolti o vapori diversi dal vapor d'acqua classificati in III e IV categoria e recipienti di vapore d'acqua e d'acqua surriscaldata appartenenti alle categorie dalla I alla IV	Frequenza ispezioni: - ogni 3 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica d'integrità
Recipienti/insiemi contenenti gas compressi, liquefatti e disciolti o vapori diversi dal vapor d'acqua classificati in I e II categoria	Frequenza ispezioni: - ogni 4 anni: verifica di funzionamento - ogni 10 anni: verifica d'integrità
Generatori di vapor d'acqua	Frequenza ispezioni: - ogni 2 anni: verifica di funzionamento e visita interna - ogni 10 anni: verifica di integrità
Tubazioni gas, vapori e liquidi surriscaldati classificati nella III categoria.	Frequenza ispezioni: - per TS ≤ 350 °C, ogni 10 anni: verifica di integrità - per TS > 350 °C, ogni 5 anni: verifica di funzionamento ogni 10 anni: verifica di integrità
Tubazioni per liquidi	Nessuna verifica
Recipienti per liquidi	Nessuna verifica
Bombole per apparecchi respiratori	per uso subacqueo: - revisione iniziale dopo 4 anni - Revisioni successive ogni 2 anni per uso non subacqueo: revisione ogni 10 anni
Estintori portatili	- per gas non corrosivi: revisione ogni 10 anni; - per gas corrosivi: revisione ogni 3 anni

Tabella VIII.11 - Frequenza di riqualificazione periodica delle attrezzature a pressione - Fluidi gruppo 2

Per verifiche di riqualificazione si deve intendere:

- verifiche d'integrità:
  - ✓ ispezione delle varie membrature mediante esame visivo;
  - ✓ controlli spessimetrici ed eventuali altri controlli che si rendano necessari;
  - ✓ prova di pressione idraulica (può essere sostituita con una prova pneumatica);
- verifiche di funzionamento:
  - ✓ constatazione della rispondenza delle condizioni di effettivo utilizzo con quanto indicato nella dichiarazione di messa in servizio, nelle istruzioni d'uso;
  - ✓ constatazione della funzionalità degli accessori di sicurezza.

La frequenza delle verifiche è regolamentata dagli allegati A e B del DM n.329/2004 fatta eccezione per:

- interventi con periodicità inferiore eventualmente indicati nel manuale d'uso e manutenzione;
- deroghe rilasciate dal Ministero delle Attività Produttive (MAP).

OSSERVAZIONI E CASI PARTICOLARI

- per i fluidi del gruppo 1 (comprendono i fluidi pericolosi) la cadenza della verifica periodica è biennale. Per tutti i fluidi del gruppo 2 quali aria, aria/acqua, azoto, argon, anidride carbonica, ecc. la cadenza può essere triennale o quadriennale in funzione della categoria. Nel caso di impianto/insieme in cui coesistono apparecchi contenenti fluidi del gruppo 1 e/o del gruppo 2, l'utente può, anche per semplici questioni organizzative, chiedere di uniformare la frequenza delle verifiche alla periodicità più restrittiva, cioè biennale;
- per i recipienti di vapore d'acqua si ritiene che la cadenza della verifica di funzionamento triennale, o eventualmente biennale senza visite interne, sia da valutare con attenzione; quindi per questo caso specifico è opportuno acquisire una dichiarazione, da parte di idoneo tecnico competente in materia, nella quale venga espressamente affermato che il fluido contenuto non è corrosivo in relazione al materiale impiegato (ad es. degasatori termofisici, raccoglitori di spurghi, distributori di scambiatori di riscaldamento a vapore in correlazione alla formazione di condensa acida, ecc. per i quali l'esperienza ha dimostrato che può essere presente un ambiente corrosivo/erosivo).

Esenzione dalla riqualificazione periodica (art. 11 del DM n.329/2004)

Sono esclusi dall'obbligo della riqualificazione periodica:

- i recipienti contenenti fluidi del gruppo 2, escluso il vapore d'acqua, che non sono soggetti a fenomeni di corrosione interna e esterna o esterna, purchè la pressione PS sia minore o uguale a 12 bar e il prodotto della pressione PS per il volume V non superi 12.000 bar*litro (ad esempio le autoclavi aria/acqua da 6 bar e capacità massima 2000 litri o i polmoni d'aria compressa aventi pressione massima di bollo 12 bar e capacità massima di 1000 litri);
- i recipienti di volume non superiore a 1000 litri e con pressione PS minore o uguale a 30 bar, facenti parte di impianti frigoriferi in cui non siano inseriti recipienti di volume e pressione maggiori di quelle indicate al punto precedente;
- i recipienti di vapore d'acqua autoproduttori per i quali il prodotto della pressione PS in bar per il volume in litri non superi 300 e la pressione PS non superi 10 bar;

- i recipienti di vapore d'acqua non autoproduttori per i quali il prodotto della pressione PS in bar per il volume in litri non superi 400 e la pressione PS non superi 10 bar;
- i generatori di acetilene;
- i desurriscaldatori, gli scaricatori, i separatori di condense, i disoliatori inseriti lungo le tubazioni di vapori o di gas, i filtri, i barilotti ricevitori e distributori di vapori o di gas e gli alimentatori automatici appartenenti alla I e II categoria per i quali non si verificano le condizioni:
  - ✓ il Diametro interno (Di) in mm o DN non superi i 500 mm;
  - ✓ la pressione massima ammissibile PS ≤ 6 bar;
  - ✓ il prodotto Di o DN per la pressione PS non superi 3.000;
- tutti i recipienti contenenti liquidi del gruppo 2 ;
- le tubazioni contenenti fluidi del gruppo 2 e classificati nella I e II categoria.

Riparazioni o modifiche (art. 14 del DM n.329/2004)

La normativa distingue abbastanza chiaramente la differenza tra riparazione e modifica: *"La riparazione consiste nella sostituzione di parte di un'attrezzatura a pressione oppure nella riparazione, con o senza saldatura, senza variazione alcuna del progetto originario, mentre la modifica consiste in un intervento tecnico che ha cambiato le caratteristiche originali, la destinazione e il tipo o solamente il tipo, dopo essere stata messa in servizio."*
Ricade negli interventi di riparazione la semplice sostituzione di una parte di un apparecchio con altra identica, quali ad esempio:

- sostituzioni di fasci tubieri;
- sostituzioni di distributori di scambiatori;
- ritubature di generatori a tubi da fumo che non implichino operazioni di saldatura.

Rimangono soggetti al collaudo dell'ISPESL, o di un Organismo Notificato (ON) autorizzato ad effettuare i controlli per le valutazioni di conformità alla Direttiva PED, tutti gli interventi di riparazione che prevedano operazioni di saldatura o modifiche in genere, le quali richiedono una adeguata preparazione tecnica (su materiali, qualifiche procedimenti di saldatura, qualifiche saldatori, controlli non distruttivi) e l'accesso a norme tecniche, linee guida, elenchi di materiali ammessi all'impiego, etc.

RICAPITOLANDO

Serbatoio/Vessel CE 97/23 PED ps= pressione in bar V= volume in litri :

PED caratteristiche	esclusi DM 329	VERIFICA primo impianto INAIL	riqualificazione periodica AUSL	dichiarazione messa in servizio INAIL
v <25 litri	si	no	no	no
p< 12 bar v< 50 litri	si	no	no	no
pxv < 12000 p < 12 bar	no	no	no	si
p > 12 bar	no	si	si	si

In giallo i casi più comuni

Le valvole di sicurezza dei serbatoi vanno verificate da AUSL con la stessa periodicità del serbatoio che sono preposte a proteggere. E' comunque buona norma sostituirle ogni 3/4 anni , in modo da assicurare la protezione da sovrapressioni.

Nel caso di un serbatoio marcato CE ma precedente alla Direttiva PED (Direttiva 97/23/CE), si ha la seguente situazione:

Serbatoio/Vessel CE 2009/105 (ex 87/404) ps= pressione in bar V= volume in litri :

CE caratteristiche	esclusi DM 329	VERIFICA primo impianto INAIL	riqualificazione periodica AUSL	dichiarazione messa in servizio INAIL
v <25 litri	si	no	no	no
p< 12 bar v< 50 litri	si	no	no	no
pxv < 8000 p < 12 bar	no	no	no	no
pxv tra 8000 e 10000 litri p < 12 bar	no	si	no	si
p > 12 bar	NO	si	si	si

In giallo i casi più comuni

ALLEGATO IX – ESSICATORI FRIGORIFERI, NORME ANTINQUINAMENTO DA GAS FREON

Come stabilito dal DPR 43/2012 di attuazione del Regolamento CE 842/2006, entro il 31 maggio di ogni anno, a partire dal 2013, "gli operatori delle applicazioni fisse di refrigerazione, condizionamento d'aria, pompe di calore, nonché dei sistemi fissi di protezione antincendio contenenti 3 kg (6 kg nel caso di sistemi sigillati) o più di gas fluorurati ad effetto serra devono presentare al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, per il tramite dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA), una dichiarazione contenente informazioni riguardanti la quantità di emissioni in atmosfera di gas fluorurati relativi all'anno precedente sulla base dei dati contenuti nel relativo registro di impianto."

La dichiarazione dovrà essere trasmessa ad ISPRA entro il 31 maggio di ogni anno;
Per quanto riguarda la figura dell'operatore ricordiamo che il Regolamento CE n.842/2006 definisce "operatore", una persona fisica o giuridica che eserciti un effettivo controllo sul funzionamento tecnico delle apparecchiature e degli impianti contemplati dal regolamento stesso.
L' "effettivo controllo sul funzionamento tecnico" di un'apparecchiatura o di un impianto comprende, in linea di principio, i seguenti elementi:

- libero accesso all'impianto, che comporta la possibilità di sorvegliarne i componenti e il loro funzionamento, e la possibilità di concedere l'accesso a terzi;
- controllo sul funzionamento e la gestione ordinari (ad esempio, prendere la decisione di accensione e spegnimento);
- il potere (compreso il potere finanziario) di decidere in merito a modifiche tecniche (ad esempio, la sostituzione di un componente, l'installazione di un sistema di rilevamento permanente delle perdite), alla modifica delle quantità di gas fluorurati nell'apparecchiatura o nell'impianto, e all'esecuzione di controlli (ad esempio, controlli delle perdite) o riparazioni.

In aggiunta a quanto sopra, vi sono ulteriori ed importanti obblighi a carico dell'Impresa e dell'operatore che detengono ed utilizzano apparecchiature contenenti gas fluorurati. In particolare, il Regolamento (CE) 1005/2009 che compendia i precedenti regolamenti sulle sostanze che riducono lo strato di ozono, all'art. 23, "Fughe ed emissioni di sostanze controllate) prevede che:

1. Le imprese adottano tutte le misure precauzionali praticabili per evitare e ridurre al minimo le fughe ed emissioni si sostanze controllate.
2. Le imprese che gestiscono apparecchiature di refrigerazione e di condizionamento d'aria o pompe di calore o sistemi di protezioni antincendio inclusi i circuiti, contenenti sostanze controllate, provvedono a che le apparecchiature o i sistemi fissi:
   a) con una carica di fluido pari o superiore a 3 kg di sostanze controllate siano sottoposti almeno ogni dodici mesi ad una verifica della presenza di fughe; questa disposizione non si applica alle apparecchiature con sistemi ermeticamente sigillati, etichettati come tali e contenenti meno di 6 chilogrammi di sostanze controllare;
   b) con una carica di fluido pari o superiore a 30 kg di sostanze controllare siano sottoposti almeno ogni sei mesi ad una verifica della presenza di fughe;
   c) con una carica di fluido pari o superiore a 300 kg di sostanze controllate siano sottoposti almeno ogni tre mesi ad una verifica della presenza di fughe;

   e a che la fuga individuata sia riparata quanto prima e, in ogni caso, entro 14 giorni.

Le apparecchiature o i sistemi sono controllati per individuare perdite entro un mese dalla riparazione della perdita per assicurare che la riparazione sia efficace.

3. Le imprese di cui al paragrafo 2 tengono un registro in cui riportano le quantità ed il tipo di sostanze controllate aggiunte e la quantità recuperata durante le attività di manutenzione, di assistenza e di smaltimento definitivo delle apparecchiature o dei sistemi di cui al predetto paragrafo. Esse mantengono inoltre registri di altre informazioni pertinenti, inclusi i dati della società i del tecnico che ha eseguito la manutenzione o l'assistenza nonché le date ed i risultati delle verifiche della presenza di fughe effettuate.

   Su richiesta, detti registri sono messi a disposizione dell'autorità competente di uno Stato membro e della Commissione.

Vi è quindi un preciso obbligo di manutenzione preventiva, la quale deve essere accuratamente registrata su un apposito registro pena altrimenti la possibilità, in caso di ispezioni, di pesanti sanzioni

.

ALLEGATO X – PRINCIPALI ACCOPPIAMENTI FILTRO ANTIGAS-INQUINANTE

SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO
Acetaldeide	AX	Anidride ftalica	A-P2	Clorcepossipropano	A	Dicloroetilene	A
Acetato di amile	A	Anidride maleica	A-P2	Clorcbutadiene	AX	Diclorofluorometano	Autoresp.
Acetato di butile	A	Anidride solforosa	E	Clorcbenzene	A	Diclorometano	AX
Acetato di esile-sec	A	Anilina	A	Clorobenzolo	A	Dicloronitroetano	A
Acetato di etile	A	Anone	A	Clorobromometano	A	Dicloropropano	A
Acetato di etiglicole	A	Antimonio	P2	Clorodifenile	P2	Dicloruro bisolforico	B
Acetato di isopropile	A	Arseniati	B	Cloroetano	AX	Dicloruro di propilene	A
Acetato di metile	A	Aziridina	K	Cloroetanolo	A	Diclorvos	A-P3
Acetato di metiglicole	A	Benzene	A	Cloroetilene	A	Dieldrin	A-P3
Acetato di propile	A	Benzochinone	A-P2	Clorofluorometano	Autoresp.	Dietilammina	AX
Acetone	AX	Berillio	P3	Cloroformio	AX	Dietilamminoetanolo	A
Acetonitrile	A	Biossido di azoto	D	Clorometile	Autoresp.	Dietiletere	A
Acido acetico	A	Biossido di carbonio	Autoresp.	Cloropicrina	A	Difenilamido	P3
Acido antimonico	B	Biossido di cloro	B	Cloroprene	AX	Difeniclorato	P2
Acido arsenico	B	Biossido di dietilene	A	Cloropropano	AX	Difenilctere	A
Acido bromidrico	B/E	Biossido di zolfo	E	Cloruro di allile	AX	Difiorodibromometano	AX
Acido cianidrico	B	Bromo-cloro-trifluoroetano	AX	Cloruro di benzile	A	Difioroetano	Autoresp.
Acido cloridrico	B/E	Bromo	B	Cloruro di carbonile	B	Diisobutilchetone	A
Acido cromico	P3	Bromoetano	AX	Cloruro di cianogeno	B	Diisocianato di difenilmetano	B
Acido fluoridrico	E	Bromometano	AX	Cloruro di etile	AX	Dimetilacetammide	A
Acido formico	E	Bromotrifluorometano	Autoresp.	Cloruro di etilene	A	Dimetilammina	K
Acido fosforico	B-P3	Bromuro di etile	AX	Cloruro di etilidene	A	Dimetilanilina	A
Acido idrocianidrico	B	Bromuro di etilene	A	Cloruro di metile	Autoresp.	Dimetildetilammina	B
Acido idrocloridrico	B/E	Bromuro di metile	AX	Cloruro di metilene	A	Dimetiletilammina	AX P3
Acido nitrico	B	Butadiene	AX/	Cloruro di vinile	AX	Dimetiloptanone	A
Acido picrico	P3		Autoresp.	Cloruro di vinilidene	A	Dimetiletere	AX
Acido selenico	B	Butanolo	A	Cresolo	A	Dimetileteremonoclorato	AX
Acido solforico	P2	Butanone	A	Cromato di zinco	P3	Dimetilidrazina	K
Acido solfidrico	B	Butanticlo	B	Cumene	A	Dimetilformammide	A
Acqua regia	A	Butenale	A	DDT	A-P2	Dimetilnitrosammina	A-P3
Acrilonitrile	A-P3	Butene	AX	DDVP	A-P3	Dimetilpropano	AX
Acroleina	AX	Butilammina	K	Decaborano	B-P2	Dimetilsolfato	A
Alcool allilico	A	Butiglicole	A	Decafluoruro bisolforico	B	Dimetilsolfuro	B
Alcool butilico	A	Butilmercaptano	B	Demeton	A-P3	Dimetossimetano	AX
Alcool etilico	A	Butossietanolo	A	Diacetonalcool	A	Dinitrato di etiglicole	B
Alcool furfurilico	A	Canfora	A-P2	Diamminoetano	K	Dinitrato di glicole	B
Alcool isoamilico	A	Carbarile	P2	Diazometano	B	Dinitroberzene	B-P3
Alcool isopropilico	A	Carbonato di nickel	CO-P3	Diborano	B-P3	Dinitroortocresolo	B-P3
Alcool metilico	A	Chetene	Autoresp.	Dibromoetano	A	Dinitrotoluene	B-P3
Aldeide acrilica	AX	Chinone	P2	Dibromofluorometano	AX	Diossano	A
Aldeide crotonica	A	Cianuro	B	Dibromometano	A	Di-sec-ottilftalato	A
Amianto	P2-P3	Cianuro di cloro	B	Dicianogeno	B	Disolfuro di carbonio	A
Amminometilpropano	AX	Cicloesano	A	Diclornitroetano	A	Enfluorano	AX
Amminobutano	AX	Cicloesanolo	A	Diclorotetrafluoroetano	AX	Epicloridrina	A
Amminodifenile	P3	Cicloessanone	A	Diclorobenzidina	P3	Epossipropano	AX
Amminoetanolo	A	Cicloesene	A	Diclorobenzolo	A-P2	Epossipropanolo	A
Amminopiridina	A	Cicloesilammina	A	Diclorodietiletere	A	Eptano	A
Amminopropano	A	Ciclopentadiene	AX	Diclorodifluorometano	A/	Esadoroetano	A
Amminopropene	K	Cloracetaldeide	A		Autoresp.	Esalfluoruro di zolfo	A
Ammoniaca	K	Cloro	B-P2	Dicloro dimetiletere	A	Esametilendiisocianato	B
Anidride acetica	A	Clorontropropano	B	Dicloroetano	AX	Esano	A
Anidride carbonica	Autoresp.	Cloropropano	AX	Dicloroetene	AX	Esanone	A

SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO	SOSTANZA	FITRO
Esone	A	Idrazina	K	Naftilendisocianato	B-P2	Propano	Autoresp.
Estere amilico dell'acido acetico	A	Idrochinone	P2	Nicotina	A-P3	Propenale	AX
Estere butilico dell'acido acetico	A	Idrossido di natrio	P2	Nitrato di etile	B	Propene	Autoresp.
Estere eslico dell'acido acetico sec.	A	Idrossido di sodio	P2	Nitrato di metile	B	Propilenimmina	AX
Estere etilico dell'acido acetico	A	Iodio	B-P2	Nitrato di propile	B	Quarzo	P2
Estere etilico dell'acido acrilico	A	Isoforone	A	Nitroanilina	B	Quinone	P2
Estere etilico dell'acido formico	AX	Isopropanolo	A	Nitrobenzene	B	Sali arsenicali	P3
Estere metilico dell'acido acetico	AX	Isopropenilbenzene	A	Nitroclorobenzene	B-P2	Solfuro di carbonio	A
Estere metilico dell'acido acrilico	A	Isopropilammina	A/K	Nitroglicerina	B	Stirene	A
Estere metilico dell'acido formico	AX	Isopropilbenzenze	A	Nitroglicole	B	Systox	A-P3
Estere metilico dell'acido metacrilico	A	Isopropilnitrato	B	Nitrometano	B	Tetrabomroetano	A
Estere propilico dell'acido acetico	A	Lindano	A-P3	Nitropropano	B	Tetrabromuro di acetilene	A
Etanolammina	A	Mercurio	Hg-P3	Nitrotoulene	B	Tetracloro difluoretano	A
Etanolo	A	Metalcloruro	A	Olio (nebbia+vapori)	A-P2	Tetracloroetano	A
Etantiolo	AX	Metanolo	AX	Ortodiclorobenzene	A-P2	Tetracloroetilene	A
Etere	AX	Metantolo	B	Ossicloruro di fosforo	B-P2	Tetraclorometano	A
Etere cloroetilico	A	Metasystox	A-P2	Ossido di boro	P2	Tetracloruro di acetilene	A
Etere difenilico	A	Metilacetilene	AX/	Ossido di cadmio	P3	Tetracloruro di carbonio	A
Etere diglicidilico	A		Autoresp.	Ossido di calcio	P2	Tetraidrofurano	A
Etere isopropilico	A	Metilacrilato	A	Ossido di etilene	AX	Tetraidrotiofene	A
Etilacetato	A	Metilammina	K	Ossido di ferro	P2	Tetraidrometano	B
Etilacrilato	A	Metilanilina	A	Ossido di propilene	AX	Toluendisocinato	A
Etilammina	K	Metilbutano	AX	Ossido di zinco	P2	Toluene	A
Etilbenzene	A	Metilbutene	AX	Ossido mesitilico	A	Triclorotrifluoroetano	Autoresp.
Etilcloruro di mercurio	Hg-P3	Metilbutilchetone	A	Ossido difenilclorato	A	Triclorobutano	AX
Etilenclordrina	A	Metilciclesano	A	Ossirano	AX	Tricloroetano	A
Etilendiammina	K	Metilciclesanone	A	Ottano	A	Tricloroetilene	A
Etilenglicoldinitrato	B	Metilciclesanolo	A	Ozono	AX	Triclorofluorometano	A
Etilenglicolmonobutiletere	A	Metilclorolormio	A	Paradiclorobenzene	A	Triclorometano	AX
Etilenglicolmonoetiletere	A	Metil Demeton	A-P2	Paraquat	P3	Tricloronitrometano	A
Etilenglicolmonoetilacetato	A	Metildiclorosilano	B-P2	Parathon	A-P3	Tricloropropano	A
Etilenimmina	K2	Metiletilchetone	A	Pentaborano	B-P3	Tricloruro di fosforo	B-P2
Etilensolfuro	B2	Metilformiato	A	Pentacarbonato di ferro	CO-P3	Trietilammina	A
Etiletere	A	Metilglicole	A	Pentacloroetano	A	Trifloruro di boro	B
Etilformiato	AX	Metilioduro	AX	Pentsclorofenolo	A-P3	Trifloruro di cloro	B
Etilglicole	A	Metilsobutilcarbinolo	A	Pentacloronaftalina	A-P2	Trifluoroacetilcloruro	A
Etilmercaptano	B	Metilsobutilchetone	A	Pentacloruro di fosforo	B-P2	Trifluorobromometano	A
Etossietanolo	A	Metilsocianato	B	Pentafluoruro di zolfo	B	Trimetilammina	B
Etossietilacetato	A	Metilmercaptano	B	Pentano	AX	Trimetilclorositano	B-P2
Fenilidrazina	K	Metilmetacrilato	A	Pentanone	A	Trinitrato di glicerina	B
Fenolo	A	Metilpentanolo	A	Pentossido di arsenico	P3	Trinitrofenolo	A
Floruro di carbonile	B	Metilpentanone	A	Pentossido di fosforo	P2	Trinitrotoluene	A-P3
Fluoro	B	Metipropano	AX	Percloroetilene	A	Triossido di arsenico	P3
Flucrotriidorometano	A/	Metilpropilchetone	A	Perossido di benzile	P2	Viniltoluene	A-P3
	Autoresp.	Metilstirene	A	Perossido di acetilene	B-P3	Xilolo	A
Fluoruri	P3	Metossietanolo	A	Perossido di dibenzile	P2		
Formaldeide	B	Metossietilacetato	A	Perossido di idrogeno	P2		
Fosfina	B-P3	Monoclorodimetiletere	A	Piombo	P2/P3		
Fosgene	B	Monocloruro di zolfo	B	Piombo radioattivo	P3		
Furfurolo	A	Monossido di carborio	CO	Piombo tetraetile	A		
Glicde	A-P2	Naftalina	A-P2	Piombo tetrametile	A		
Gliossale	AX	Naftilammina	A-P3	Piridina	A		

BIBLIOGRAFIA

Manuale UNICHIM n. 192

Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica, 2013

Manuale di sicurezza nel laboratorio chimico

Università degli studi di Bologna, Seconda Edizione, Gennaio 2013

Manuale di sicurezza nel laboratorio chimico

CNR, Istituto di Ricerche sulla Combustione - Università degli Studi di Napoli Federico II, Ingegneria Chimica, Versione 1.0, Marzo 2009

Procedure di sicurezza in laboratorio. Agenti chimici pericolosi, gas, liquidi criogenici ed apparecchiature

Università degli Studi di Pavia, 2° edizione, Maggio 2005

Linee Guida per la sicurezza nei laboratori

Università degli Studi di Genova

Manuale della Sicurezza

Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente

- **Manuale di Biosicurezza nei laboratori (Traduzione del "Laboratory Biosafety Manual", terza edizione,** *pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità 2004)*

  AIRESPSA (Associazione Italiana Responsabili Servizi Prevenzione e Protezione in Ambiente Sanitario) - ISPESL, Febbraio 2004
- **Agenti chimici pericolosi: Istruzioni ad uso dei lavoratori**

  INAIL, Edizione 2012
- **Linee guida per la valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni**

  ISPRA – INAIL, Centro Interagenziale "Igiene e Sicurezza del Lavoro", 2011
- **Linee Guida per lo stoccaggio di agenti chimici pericolosi**

  Università degli Studi di Trento, Febbraio 2004
- **Circolare esplicativa sull'applicazione dei Regolamenti Europei REACH, CLP e SDS**

  Ministero del Lavoro, 30 giugno 2011
- **Workshop rischio chimico. CLP: le nuove regole per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici**

  Dr.ssa Patrizia Ferdenzi, con il patrocinio della Regione E-R, 18 febbraio 2010
- **Sintesi della legislazione dell'UE. Quadro normativo di gestione delle sostanze chimiche (REACH)**

  Agenzia Europea delle Sostanze Chimiche.
- **Frasi R, Frasi S, Frasi H e Frasi P**

  Istituto Tecnico Industriale Statale Alessandro Volta. Trieste
- **Utilizzo di bombole di gas nei laboratori**

  Università degli Studi della Basilicata, Aprile 2010
- **Uso dei gas compressi e utilizzo delle bombole in sicurezza**

  Dott.ssa Daniela Calvo, INFN, Sezione di Torino, Novembre 2003
- **Le cappe chimiche. Uso in sicurezza, verifiche e manutenzioni periodiche**

  Incontro con il Dipartimento di Medicina Sperimentale, 24 aprile 2008

- **Linee Guida per la scelta delle cappe chimiche e dei sistemi di aspirazione**

  Regione Lazio – Azienda Sanitaria Locale di Viterbo
- **Documento d'inquadramento per le cappe chimiche nei Dipartimenti Provinciali dell'ARPA Lombardia.**
  Allegato 6

  ARPA
- ***ATVNews, Informazioni utili per il mondo del laboratorio***

  News letter di informazione tecnica, N. 1, Anno I
- **Attrezzature a pressione dal RE ai RES**

  ISPEL, Ing. Domenico Mannelli, Potenza 2006
- **PED (Pressure Equipment Directive), Guida pratica alla Direttiva PED sui sistemi in pressione**

  ISPESL, Marzo 2003
- **Apparecchi a pressione**

  Università degli Studi della Basilicata
- **La gestione delle attrezzature e degli insiemi in pressione alla luce della direttiva europea in materia e delle norme del diritto interno**

  Università degli Stuti dell'Insubria
- **Apparecchiature a pressione**

  Ordine degli Ingegnerei di Ancona, Dott. Ing. Daniele Cionchi
- **Esempio pratico delle procedure previste dal D.M. n. 329 del 2004 per la messa in esercizio di Attrezzature a pressione assemblate sotto la responsabilità dell'Utilizzatore**

  Ing. Giuseppe Sferruzza, ISPESL, Dipartimento Territoriale di Palermo
- **Informazioni per operatori di apparecchiature contenenti gas fluorurati ad effetto serra.**
- **Apparecchiature fisse di refrigerazione, condizionamento d'aria e pompe di calore**

  Commissione Europea, 2009