

**Titolo**

**BREVE VADEMECUM PER LA SICUREZZA  
NEI LABORATORI CONVENZIONALI**  
del Centro Ricerche ENEA di Bologna

**Descrittori**

Tipologia del documento: Manuale operativo  
Collocazione contrattuale.

Argomenti trattati: Laboratori, norme di comportamento, sicurezza, prodotti chimici

**Sommario**

Il presente opuscolo riporta sinteticamente i comportamenti da tenere in laboratorio e nel corso di qualsiasi attività che comporti la presenza o l'utilizzo di agenti biologici, chimici (compresi cancerogeni, mutageni e teratogeni), gas e liquidi criogenici. Esso è pertanto rivolto a tutto il personale che opera nei laboratori, il quale ha il dovere di attenersi alle indicazioni in esso contenute, e costituisce un riassunto del più completo ed esaustivo "Linee guida per la sicurezza nei laboratori convenzionali".

**Note**



Copia n.

In carico a:

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0			NOME	Dr. F. Bertozzi	Dr. Giusto Fagarazzi	Ing. P.F. Petrunaro
			FIRMA	<i>F. Bertozzi</i>	<i>Giusto Fagarazzi</i>	<i>P. Petrunaro</i>
REV.	DESCRIZIONE	DATA	25/09/2014	REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>PREMESSE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. NORME DI COMPORTAMENTO GENERALI NEI LABORATORI.....</b>	<b>6</b>
1.1 PRIMA DI COMINCIARE .....	6
1.2 IN LABORATORIO: COSA NON FARE .....	6
1.3 IN LABORATORIO: COSA FARE.....	7
<b>2. STOCCAGGIO DEGLI AGENTI CHIMICI.....</b>	<b>9</b>
2.1 INCOMPATIBILITA' FRA PRODOTTI CHIMICI.....	9
2.2 CONSERVAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI.....	10
2.3 PRODOTTI CHIMICI IN LABORATORIO.....	12
2.4 MOVIMENTAZIONE DEI PRODOTTI CHIMICI.....	12
<b>3. CANCEROGENI E MUTAGENI.....</b>	<b>13</b>
3.1 NORME DI COMPORTAMENTO PER L'IMPIEGO DI CANCEROGENI e/o MUTAGENI .....	13
3.3 CONSERVAZIONE DELL'AGENTE CANCEROGENO/MUTAGENO .....	14
3.3 PROCEDURE DI EMERGENZA.....	14
<b>4. ALTRI AGENTI PERICOLOSI.....</b>	<b>15</b>
4.1 INFIAMMABILI.....	15
4.2 PRODOTTI CORROSIVI.....	16
<b>5. ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI .....</b>	<b>17</b>
5.1 CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON LA PELLE O I VESTITI.....	17
5.2 CONTATTO DI UN PRODOTTO CHIMICO CON GLI OCCHI .....	17
5.3 INALAZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO.....	17
5.4 INGESTIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO .....	18
5.5 INIEZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO .....	18
<b>6. VERSAMENTI .....</b>	<b>19</b>
6.1 VERSAMENTO DI LIQUIDI NON INFIAMMABILI.....	20
6.2 VERSAMENTO DI LIQUIDI INFIAMMABILI.....	21
6.3 VERSAMENTO DI SOLIDI.....	21
<b>7. LA GESTIONE DEI RIFIUTI DEL LABORATORIO.....</b>	<b>22</b>
<b>8. AGENTI BIOLOGICI .....</b>	<b>23</b>
8.1 REGOLE PRATICHE – LIVELLI DI BIOSICUREZZA 1 e 2.....	23
8.1.1 Lavaggio delle mani .....	24
8.1.2 Uso dei guanti.....	24

8.2	PRECAUZIONI NELLA MANIPOLAZIONE DI MATERIALE BIOLOGICO .....	25
8.2.1	Procedure per la manipolazione e l'eliminazione dei materiali contaminati e dei rifiuti .....	25
<b>9.</b>	<b>GAS COMPRESSI - MOVIMENTAZIONE DELLE BOMBOLE.....</b>	<b>27</b>
9.1	IMPIEGO DELLE BOMBOLE – NORME DI COMPORTAMENTO .....	27
9.2	STOCCAGGIO E DEPOSITO DELLE BOMBOLE .....	29
9.3	UTILIZZO DI BOMBOLE ALL'INTERNO DEI LABORATORI.....	30
<b>10.</b>	<b>LIQUIDI CRIOGENICI.....</b>	<b>31</b>
10.1	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE .....	31
10.2	NORME DI COMPORTAMENTO.....	31
<b>11.</b>	<b>CAPPE CHIMICHE E BIOLOGICHE .....</b>	<b>33</b>
11.1	CORRETTO UTILIZZO DELLA CAPPА CHIMICA.....	33
11.2	LIMITAZIONI ED ERRORI COMUNI NELL'UTILIZZO DELLA CAPPА CHIMICA .....	35
11.3	LE CAPPE BIOLOGICHE – USO IN SICUREZZA.....	37

## PREMESSE

Nell'ambito delle attività che caratterizzano il Centro ENEA di Bologna, quelle che si svolgono nei laboratori chimici, fisici e biologici presentano sicuramente il livello di rischio potenziale più elevato sia a livello infortunistico (scottature, tagli, bruciature da schizzi di acido o liquidi criogenici, ecc.) che a causa della possibilità di venire a contatto, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, con agenti chimici tossici, irritanti, sensibilizzanti ecc. e/o con agenti biologici potenzialmente pericolosi per la salute umana.

In tale contesto è quindi di fondamentale importanza conoscere e mettere in pratica tutti quei comportamenti e quegli accorgimenti, spesso estremamente semplici, finalizzati a ridurre i rischi insiti nelle attività svolte e nei prodotti utilizzati, nonché a garantire la sicurezza del singolo lavoratore e di coloro che, assieme a lui, si trovano ad operare nel laboratorio.

L'obiettivo del presente opuscolo è quindi quello di fornire alcune informazioni utili al fine di acquisire gli strumenti e la consapevolezza necessaria per poter operare in laboratorio in piena sicurezza.

Esso descrive infatti i comportamenti da tenere in laboratorio e nel corso di qualsiasi attività che comporti la presenza o l'utilizzo di agenti biologici, chimici (compresi cancerogeni, mutageni e teratogeni), gas e liquidi criogenici. E' rivolto a tutto il personale che opera nei laboratori, il quale ha il dovere di attenersi alle indicazioni in esso contenute, e costituisce un riassunto del più completo ed esaustivo "Linee guida per la sicurezza nei laboratori convenzionali".

Al fine di garantire la necessaria sicurezza a tutto il personale, l'accesso e l'utilizzo dei laboratori dell'ENEA di Bologna è inoltre 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.

Per le stesse ragioni di cui sopra, il personale autorizzato ad operare nei laboratori è suddiviso 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 senza limitazioni, impegnato sulle stesse attività o in attività simili, al fine di poter permanere ed operare all'interno del laboratorio stesso.



## 1. NORME DI COMPORTAMENTO GENERALI NEI LABORATORI

I rischi derivanti dalla manipolazione di agenti chimici possono essere sia di tipo infortunistico, quali quelli conseguenti ad esplosione ed incendio (sostanze e preparati infiammabili, esplosivi, comburenti, ecc.) o da contatto accidentale, ingestione, inalazione (sostanze e preparati irritanti, corrosivi, criogenici, ecc.), sia 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.

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.

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

### 1.1 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 (Dispositivi di Protezione Individuali) 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.

### 1.2 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.

### **1.3 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.

## 2. STOCCAGGIO DEGLI AGENTI CHIMICI

Le attività di laboratorio sono caratterizzate dall'utilizzo e dallo stoccaggio di un gran numero di prodotti chimici anche 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 prodotti 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;
- [Infrangimento 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, infrangimento della plastica);
  - ✓ per effetto dell'atmosfera del locale di stoccaggio (corrosione dei metalli, infrangimento per assorbimento di vapori);
  - ✓ per effetto di una sovrappressione (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.

### 2.1 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.

## 2.2 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 data 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).

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.**

## 2.3 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 chimici 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.

## 2.4 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.

### 3. 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.**

#### 3.1 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 sono 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 (Frasi 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.**

### 3.3 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.

### 3.3 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. Areare il locale prima di riprendere l'attività lavorativa;
- in caso di intossicazione, consultare la Scheda Dati di Sicurezza dello specifico prodotto.

## 4. ALTRI AGENTI PERICOLOSI

### 4.1 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.

## 4.2 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;
- aggiungere 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 penetrare 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 aerodisperse. 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.

## 5. ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI

### 5.1 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 tergersi 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 15 minuti fino a che l'area coinvolta non ha cambiato colore da bianca a rosa, quindi applicare glicole polietilenico.

### 5.2 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 poter 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.

### 5.3 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;

<b>ENEA</b> Centro Ricerche Bologna	Sigla di identificazione <b>BOL-P142-006</b>	Distrib. L	Pag. di <b>18 37</b>
-------------------------------------	---	---------------	-------------------------

#### **5.4 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.

#### **5.5 INIEZIONE DI UN PRODOTTO CHIMICO**

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

## 6. 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 al precedente capitolo 5;
- 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
<b>Piccolo</b>	< 300 mL	Trattamento chimico o assorbimento	Neutralizzazione o kit di assorbimento
<b>Medio</b>	300 mL – 5 L	Assorbimento	Kit di assorbimento
<b>Grande</b>	> 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 6.1 – 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 e smaltito;
- decontaminare l'area dove è avvenuto il versamento con detersivi non aggressivi e, se del caso, con acqua;
- riportare sempre al proprio Responsabile ed all'RSPP del Centro quanto accaduto.

## **6.1 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.

## **6.2 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.

## **6.3 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.

## 7. 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 contenenti 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 (Catalogo Europeo dei Rifiuti);
  - ✓ 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 mai 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.

## 8. AGENTI BIOLOGICI

### 8.1 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 altri 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 plastica 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.

### 8.1.1 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.

### 8.1.2 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.

## 8.2 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.

### 8.2.1 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, e devono essere 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  $\frac{3}{4}$  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 non 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 infetti) 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 di 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.

## 9. GAS COMPRESSI - 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 cappello 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 cappello fisso. Le bombole di gas tossici devono essere spostate non solo con il cappello di protezione, 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 cappello, 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;
- 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.

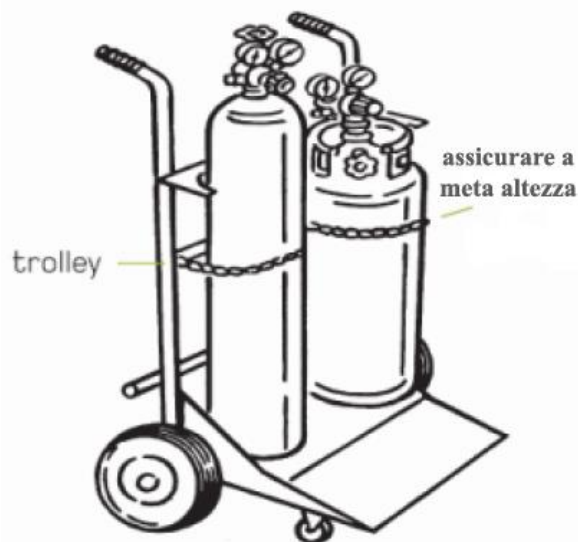


Figura 8.1 - Carrello portabombole

### 9.1 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 cappello 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 o 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 cappello di protezione della valvola.



**Figura 8.2 - 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 50°C. 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 griperate 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 cappello 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.

## **9.2 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 cappello;
- 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 messa 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.

### **9.3 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, bloccano l'erogazione del gas e danno 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.

## 10. LIQUIDI CRIOGENICI

Vengono considerati liquidi criogenici i liquidi con un punto di ebollizione inferiore ai  $-73\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

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

### 10.1 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

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.

### 10.2 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.

## 11. CAPPE CHIMICHE E BIOLOGICHE

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.

### 11.1 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;

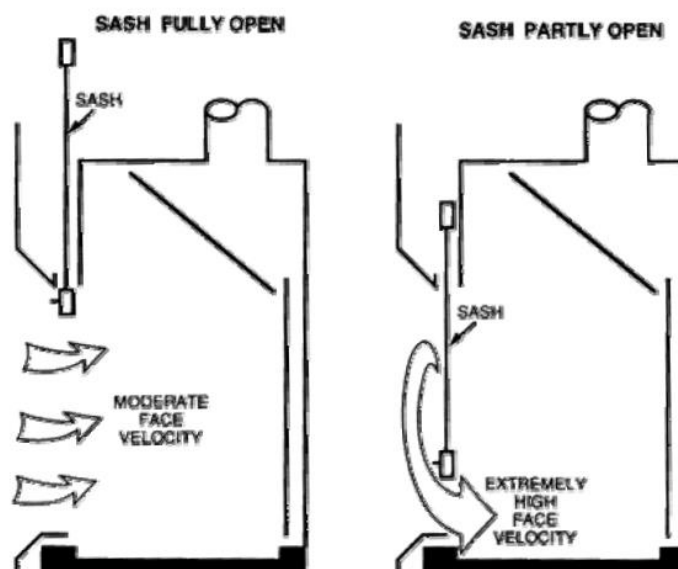
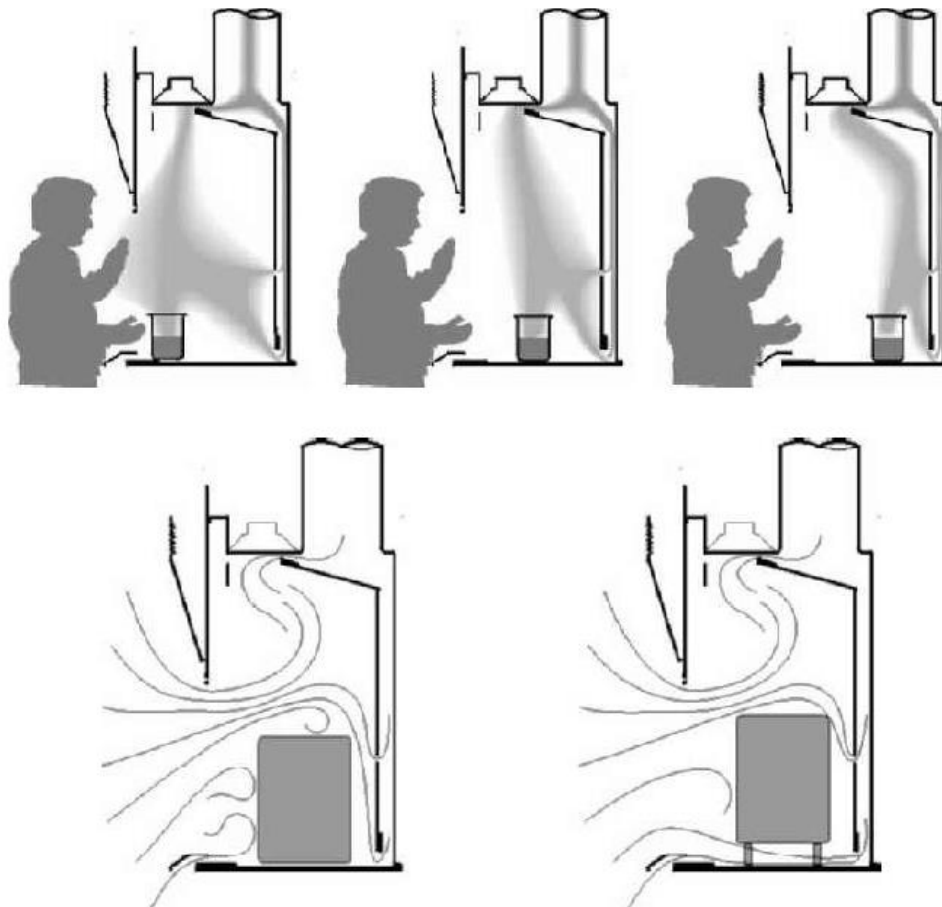


Figura 20.8 – Velocità dell'aria in funzione del livello di apertura dello sportello frontale

- 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.

## **11.2 LIMITAZIONI ED ERRORI COMUNI NELL'UTILIZZO DELLA CAPPА 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).

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	<b>cappa non utilizzabile</b>		
$0,4$ m/s $\leq V_f < 0,5$ m/s	<b>C</b>	basso	TLV > 100 ppm	1
$0,5$ m/s $\leq V_f < 0,7$ m/s	<b>B</b>	medio	$1$ ppm $\leq$ TLV $\leq$ 100 ppm	2
$0,7$ m/s $\leq V_f < 0,85$ m/s	<b>A</b>	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**

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 presenti una velocità frontale pari ad almeno 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.**

### 11.3 LA CAPPА BIOLOGICA - USO IN SICUREZZA

- 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.