



***PREVENZIONE E SICUREZZA NEI LABORATORI DI RICERCA***

**SOSTANZE PERICOLOSE: AGENTI CHIMICI, AGENTI CANCEROGENI E MUTAGENI**

D. Lgs 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.

**CONOSCERE E CONDIVIDERE**

*Renata Tremaroli*

*Servizio di Prevenzione e Protezione – CNR Roma*

## RIFERIMENTO NORMATIVO

### Struttura del titolo IX

Capo I  
Protezione da agenti chimici

Capo II  
Protezione da agenti  
cancerogeni e mutageni

Capo III  
Protezione dai rischi connessi  
all'esposizione all'amianto

## DECRETO LEGISLATIVO N. 81, 9 APRILE 2008

Titolo I (art. 1-61) Principi comuni

Titolo II (art. 62-68) Luoghi di lavoro

Titolo III (art. 69-87) Uso delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuale

Titolo IV (art. 88-160) Cantieri temporanei o mobili

Titolo V (art. 161-166) Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro

Titolo VI (art. 167-171) Movimentazione manuale dei carichi

Titolo VII (art. 172-179) Attrezzature munite di videoterminali

Titolo VIII (art. 180-220) Agenti fisici

**Titolo IX (art. 221-265) Sostanze pericolose**

Titolo X (art. 266-286) Esposizione ad agenti biologici

Titolo XII (art. 298-303) Disposizioni diverse in materia penale e di procedura penale

Titolo XIII (art. 304-306) Disposizioni finali

## Campo di applicazione

determina i **requisiti minimi** per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, **dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o come risultato di ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici**

### SI APPLICANO

a tutti gli agenti chimici pericolosi che sono presenti sul luogo di lavoro, fatte salve le disposizioni relative agli agenti chimici per i quali valgono provvedimenti di protezione radiologica regolamentati dal decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230

### NON SI APPLICANO

alle attività comportanti esposizione ad amianto che restano disciplinate dalle norme contenute al capo III

# Conoscere il rischio / Agenti chimici

## Definizioni

### a) agenti chimici:

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

### b) agenti chimici pericolosi:

1) agenti chimici classificati come **sostanze pericolose** ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modificazioni .....

2) agenti chimici classificati come **preparati pericolosi** ai sensi del decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, e successive modificazioni .....

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

## **TUTELA DEGLI ESPOSTI**

- **Valutazione del rischio**
- **Adozione di misure di prevenzione e protezione**
- **Misure in caso di incidente e/o emergenza**
- **Formazione ed informazione**
- **Sorveglianza sanitaria**

**TIPO DI RISCOIO CHIMICO**

<b>DANNO PREVALENTE</b>	<b>Tossicologico</b> Inalazione, contatto dovuto all'impiego di sostanze e preparati pericolosi
	<b>Incidentale/infortunistico</b> Errori di stoccaggio, cedimento recipienti, spandimento
	<b>Tecnologico</b> Anomalie di impianto, rotture valvole
	<b>Incendio</b> Relativi all'uso di sostanze con proprietà esplosive, comburenti, infiammabili

### Profilo del rischio chimico

#### Valutazione preliminare (I fase)

- Modalità d'uso, lavorazione
- Quantità in uso per anno
- Ipotesi di rischio
  - Agenti liberati (gas vapori, nebbie, fumi, nebbie)
  - Tipo di rischio (tossicologico, incidentale, incendio, esplosione)
  - Proprietà pericolose degli agenti chimici
- Livello, tipo, durata dell'esposizione
- Individuazione degli esposti
- VLE (TLV)
- Misure di prevenzione in atto
- Esiti indagini ambientali e accertamenti sanitari attuali e/o pregressi (lavorazioni analoghe)



## Valutazione dei rischi chimici

**Giustificazione** che **natura** ed **entità** dei rischi rendono non necessaria una ulteriore valutazione maggiormente dettagliata dei rischi e consentono di **terminare la valutazione**.

### Tossicologico

- a) Non facendo riferimento ai TLV (uso di modelli o algoritmi, eventualmente integrati da misure)
- b) Facendo riferimento ai TLV (campionamenti secondo norme UNI)

#### PER IL RISCHIO D'INFORTUNIO

##### Liste di controllo

- dei requisiti di sicurezza
- delle procedure di sicurezza
- delle consegne di emergenza

#### PER IL RISCHIO TECNOLOGICO

##### Valutazione delle anomalie di impianto e di processo mediante:

- Albero dei guasti
- What if?
- Hazop
- ...



### VALUTAZIONI SENZA L'AUSILIO DI VLE

Rischio tossicologico per inalazione e contatto

$$R = P_{\text{(HAZARD)}} \times E_{\text{(EXPOSURE)}}$$

I **modelli** o **algoritmi** sono procedure che assegnano un **punteggio ai fattori** che intervengono nella determinazione del rischio **pesando**, per ognuno di essi in modo diverso, l'**importanza assoluta** e **reciproca** sulla valutazione finale.



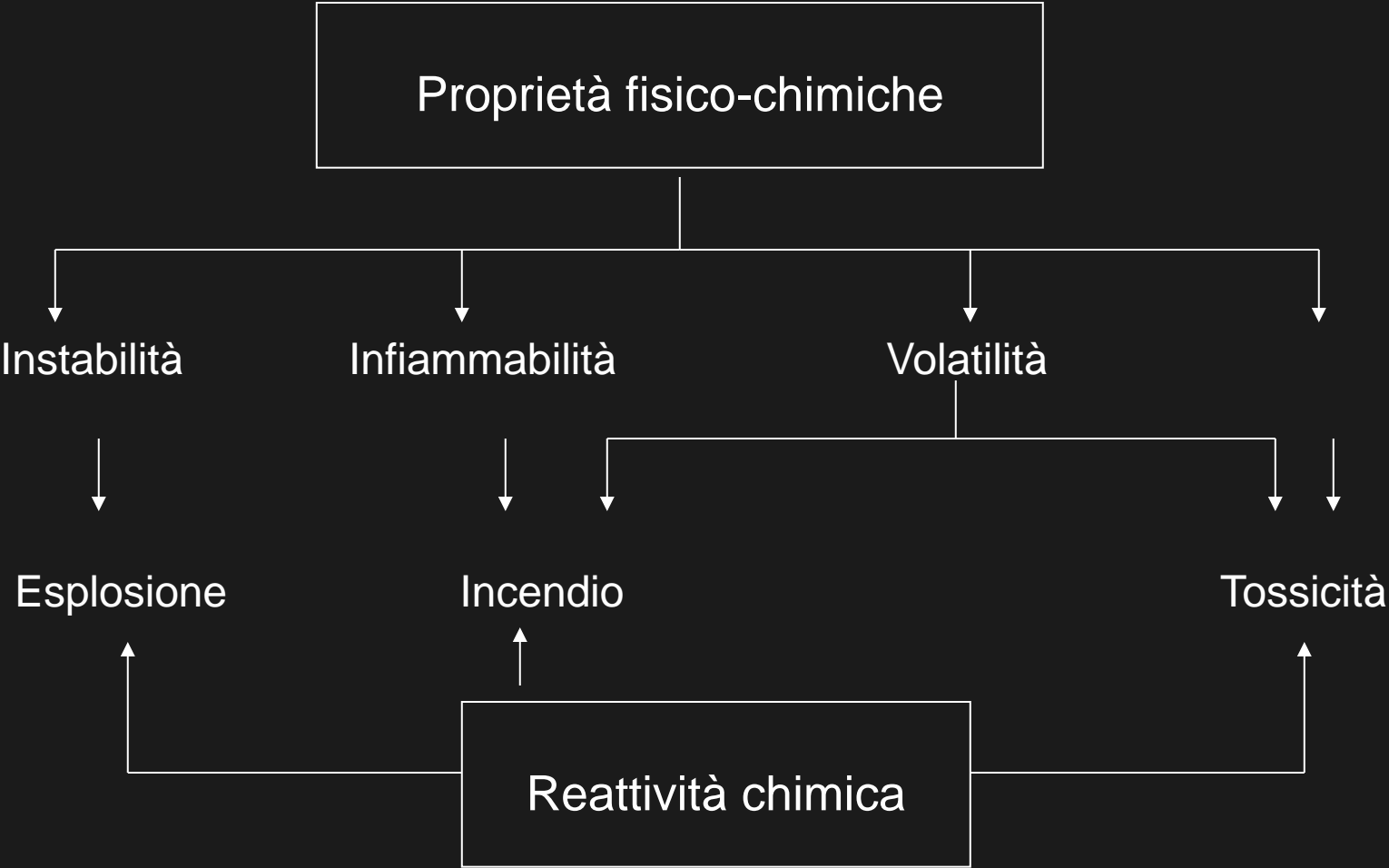
WELCOME ..... TO  
THE MATRIX!!!!!!

**P**: *indice di pericolosità intrinseca*  
(identificato con le frasi di rischio)

**E**: *livello di esposizione*  
(inalatorio e o cutaneo)

# Conoscere il rischio / Agenti chimici

*Le proprietà fisico-chimiche e la reattività sono i parametri fondamentali da tenere in considerazione perché strettamente correlati ai rischi per la salute e per la sicurezza !!*



## Conoscere il rischio / Agenti chimici

### Identificazione dell'indice di Pericolosità P

Il metodo per l'individuazione dell'indice di pericolo P si basa sulla classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi (Frase R).

Ad ogni Frase di rischio R (singola o combinata) è stato attribuito un punteggio (score) da 1 a 10 che tiene conto dei criteri di classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi. Si ottiene così un indice numerico di pericolo per ogni agente chimico pericoloso impiegato.

Fra le proprietà tossicologiche valutate non vi sono le proprietà cancerogene e/o mutagene.

Giuridicamente per tali agenti non è possibile individuare una soglia di rischio al di sotto della quale il rischio risulta IRRILEVANTE.

Per gli agenti cancerogeni e/o mutageni, quando si parla di valutazione del rischio in realtà ci si riferisce ad una valutazione dell'esposizione.

# Conoscere il rischio / Agenti chimici

## Determinazione dell'indice di esposizione $E_{inal}$

L'indice di esposizione per via inalatoria ( $E_{inal}$ ) viene determinato attraverso il prodotto

$$E_{inal} = I \times d$$

**I** Intensità dell'esposizione

**d** Distanza del lavoratore dalla sorgente di intensità **I**

## Indice di esposizione $E_{inal}$

### Determinazione del Sub-indice **I** (intensità di esposizione)

Comporta l'uso delle seguenti 5 variabili:

1. Proprietà chimico-fisiche
2. Quantità in uso
3. Tipologia d'uso
4. Tipologia di controllo
5. Tempo di esposizione

## Determinazione dell'indice di esposizione cutanea $E_{cute}$

1. Tipologia d'uso
2. Livelli di contatto cutaneo
  - ❖ Nessun contatto.
  - ❖ Contatto accidentale (non più di 1 volta/giorno).
  - ❖ Contatto discontinuo (da 2 a 10 contatti/giorno).
  - ❖ Contatto esteso (più di 10 contatti/giorno).



## Conoscere il rischio / Agenti chimici

### Riscontro di rischio: “basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute”

E' ragionevole e praticabile indicare la soglia al di sotto della quale classificare il **RISCHIO IRRILEVANTE per la salute** per inalazione quando sono verificate le seguenti condizioni

**INDAGINE AMBIENTALE** Procedura formale

- **L'indice di esposizione ( $I=C/VLE$ ) risulti quantomeno inferiore ad 1/10**

**USO DI ALGORITIMI:**

- **confronto con il valore-soglia definito dall'algoritmo stesso**

E' ragionevole e praticabile indicare la soglia al di sotto della quale classificare il **RISCHIO BASSO per la sicurezza** quando sono verificate le seguenti condizioni:

**RISCHIO INCENDIO:**

- **BASSO quando rientra in tale definizione in base al DM 10.03.1998**

**RISCHIO ESPLOSIONE:**

- **BASSO quando le zone sono classificate “2” o “22” in base all' All. 49° del D.Lgs. 81/08 – Titolo XI – Protezione da atmosfere esplosive**

**RISCHIO INFORTUNIO:**

- **BASSO in base alle liste di controllo suggerite**

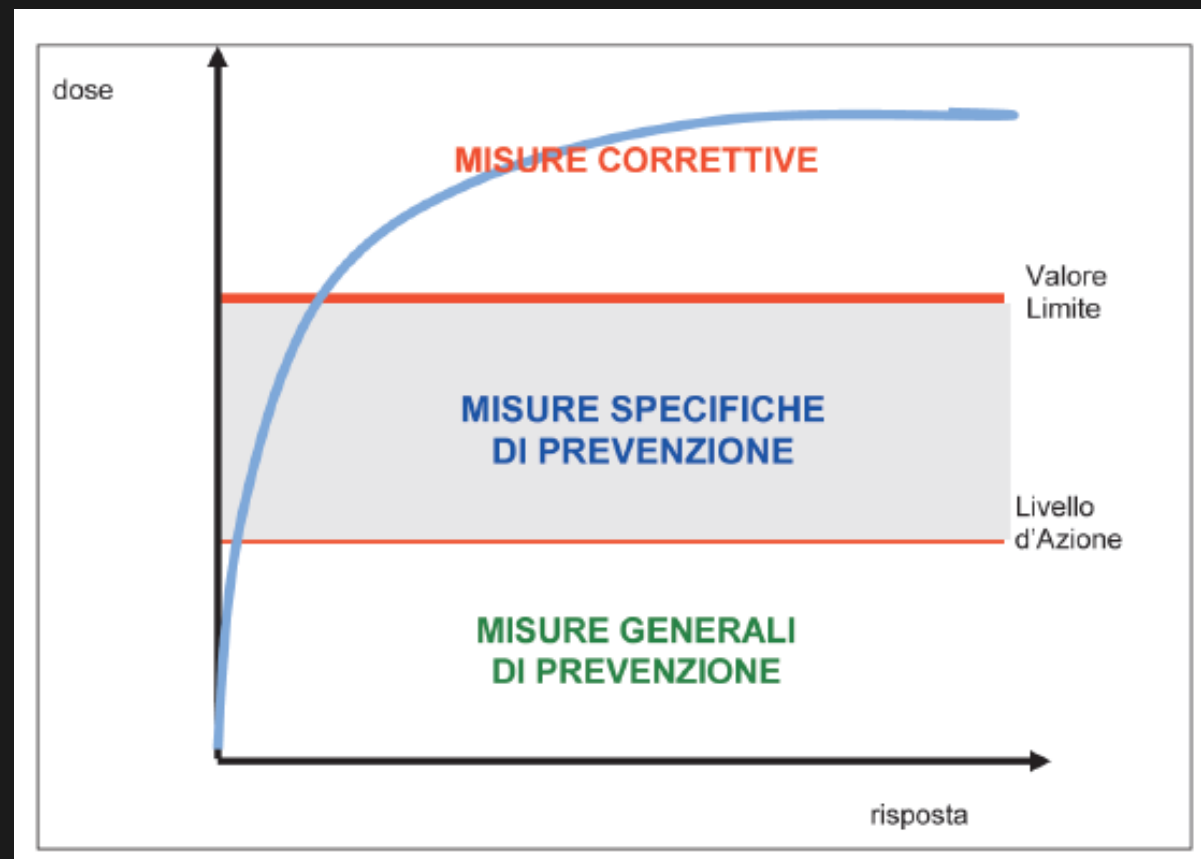
# Conoscere il rischio / Agenti chimici

## *misure da attuare.*

La valutazione dei rischi per la salute segue il modello della curva dose-risposta (fig.). Su questa curva possono essere stabiliti **2 livelli di soglia**: **il valore limite** ed **il livello di azione**.

Il primo indica il livello di esposizione che non deve essere superato; **TLV**

il secondo il livello in cui scatta l'obbligo di adottare misure di prevenzione specifiche (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.), si tratta cioè di un livello a cui il lavoratore può essere esposto a condizione che vengano adottate le misure preventive.



## Il rischio chimico nella ricerca

Il rischio dovuto all'esposizione ad agenti chimici pericolosi nei laboratori di ricerca, costituisce un elemento di forte **criticità nell'ambito** del processo più generale della **valutazione dei rischi** lavorativi a cui il datore di lavoro deve adempiere.

I **laboratori** di ricerca rappresentano realtà lavorative nelle quali **si utilizza un elevato numero** di sostanze chimiche pericolose per la salute e per la sicurezza in quantità generalmente ridotte

## Conoscere il rischio / Agenti chimici

La presenza di agenti chimici pericolosi è intrinseca al tipo di attività e nella maggior parte dei casi non è possibile eliminarli o sostituirli con sostanze meno pericolose. In aggiunta, non sempre sono completamente noti gli effetti sulla salute delle sostanze pericolose utilizzate, in quanto non tutte sono classificate nella UE, secondo i criteri espressi dai decreti legislativi 52/1997 e 65/2003 e dal regolamento europeo REACH



## Conoscere il rischio / Agenti chimici

Alcune di esse possono anche formarsi come **prodotti secondari dalle più diverse reazioni** (sintesi, decomposizione, ossidazione, ciclizzazione, alchilazione ecc...) e **seppur non rientrando nelle materie prime** utilizzate, devono **essere** comunque **valutate**. **La situazione** viene ulteriormente **complicata** dal fatto che **non sempre le metodiche utilizzate nei laboratori di ricerca** possono essere **standardizzate**

La **modifica delle tecniche** e delle **metodiche analitiche** utilizzate in tempo reale, costituisce una peculiarità di questa attività lavorativa, per cui le modifiche possono intervenire anche nel corso dell'analisi stessa. **L'autonomia del ricercatore nel gestire l'esperimento**, spesso **non si associa a scelte di prevenzione e protezione dei rischi chimici**, **che necessitano di un tempo precedente di valutazione e programmazione.**

## Conoscere il rischio / Agenti chimici

**Inoltre nel settore è diffusa** la presenza di forme di lavoro precarie quali: borse di studio, assegni di ricerca, contratti di collaborazione saltuaria che determinano un elevato turn over di personale con estrema difficoltà nel ricostruire la carriera lavorativa e le esposizioni ai singoli inquinanti.

Rimane comunque, l'obbligo per il datore di lavoro di effettuare la valutazione **del rischio chimico** per ogni agente chimico pericoloso ed è necessario adottare strumenti efficaci ed adatti a descrivere il rischio in situazioni di tali complessità

## Conoscere il rischio / Agenti chimici

L'impiego, in piccole quantità di molteplici sostanze, induce i responsabili della valutazione del rischio chimico a classificare i laboratori di ricerca ad un livello di rischio irrilevante per la salute e basso per la sicurezza.

Peraltro i livelli ambientali e personali di concentrazione degli inquinanti rilevabili nell'ambiente di lavoro dei laboratori sono minimi anche perché, secondo le buone prassi di laboratorio, si lavora usualmente con sistemi di aspirazione localizzati in funzione e con DPI indossati

## Alcuni esempi di procedure di lavoro

### Laboratorio di Biogeochimica inorganica

La Biogeochimica è la scienza che studia la Terra e la sua evoluzione, attraverso indagini sulla distribuzione e sul comportamento delle specie chimiche e del loro ruolo nei processi biologico.

Preparazione dei campioni: tecniche di digestione acida ed alcalina in **forno a microonde**, preconcentramento con resine a scambio cationico, separazione liquido-liquido.

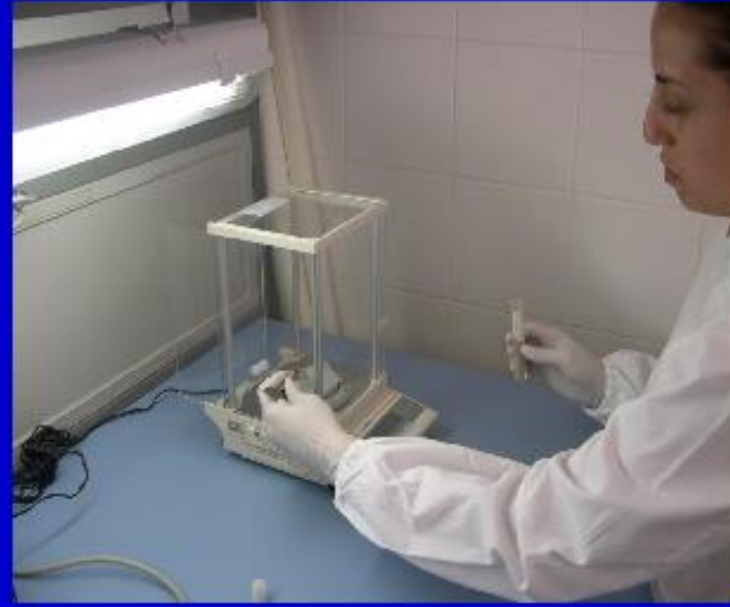
Analisi chimica: determinazione delle concentrazioni di elementi chimici tramite **spettrometria di massa al plasma (ICP-MS)** e **spettrofotometria ad emissione (ICP-AES)**.

#### SOSTANZE CHIMICHE UTILIZZATE

Acidi:  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{HF}$ ;  
 $\text{H}_3\text{BO}_3$   
Basi:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$

## **Norme di comportamento adottate in laboratorio durante una digestione acida in forno a microonde**

### **1) Pesata del campione**



**Indossare sempre il camice (interamente abbottonato), e ove previsto, i dispositivi di protezione individuali (DPI) per es. guanti, occhiali, maschera.**

## 2) Aggiunta degli acidi ( $\text{HNO}_3$ , $\text{HCl}$ , $\text{HF}$ , $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) al campione

Lo **stoccaggio** dei prodotti chimici deve avvenire secondo le modalità descritte nelle relative schede di sicurezza.



Conservare in laboratorio solo quantitativi minimi di prodotti chimici e stoccare il resto in appositi armadi, muniti di dispositivi di sistema di aspirazione, tenuti sottochiave.

Mantenere separati i prodotti incompatibili (per es. acidi e basi, acidi e solventi organici, acidi ed alcali)

Prima di utilizzare un prodotto chimico, acquisire tutte le informazioni sulle sue caratteristiche, la pericolosità, le modalità di manipolazione e smaltimento, dalle relative **schede di sicurezza**.



**Cappa chimica** con aspirazione e filtri

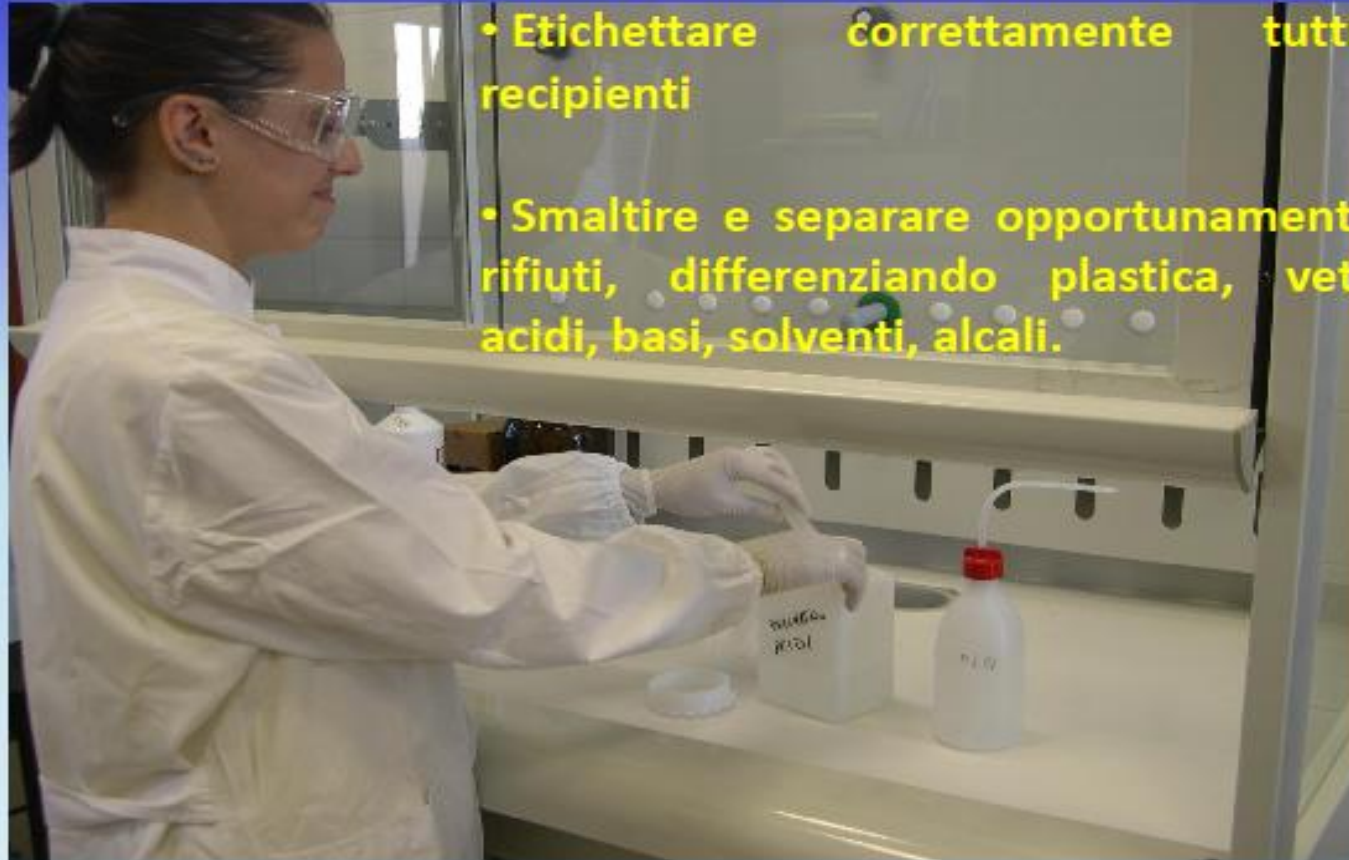
- **filtri** specifici per il tipo di sostanza chimica utilizzata, sostituiti periodicamente.

Dopo l'uso **richiudere saldamente i tappi** delle bottiglie degli acidi





- **Mantenere pulito ed in ordine il banco di lavoro**



- **Etichettare correttamente tutti i recipienti**

- **Smaltire e separare opportunamente i rifiuti, differenziando plastica, vetro, acidi, basi, solventi, alcali.**

3) I campioni e la miscela acida, posti in vessel ermeticamente chiusi, vengono inseriti in un forno a microonde, per la digestione acida.

Prima dell'utilizzo di qualsiasi apparecchiatura leggere il **manuale di istruzione**.



Forno a microonde

#### 4) Analisi del campione digerito in ICP-MS

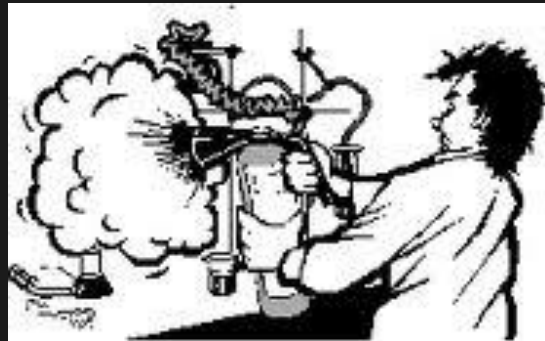
Ogni strumento è corredato di **registro d'uso** dove vengono indicati: data, nome operatore, ora di inizio e fine analisi, numero e tipologia di campioni analizzati; e di una **scheda della manutenzione** per la registrazione degli interventi ordinari e straordinari (taratura, pulizia, sostituzione parti usurate o danneggiate).



L' Argon è il gas necessario al funzionamento dello strumento.  
Le bombole di Ar sono poste in un container esterno ai laboratori.



# Incidenti in laboratorio



## IL FATTO

Riscaldare N,N-Dimethylformamide (DMF) – Sostanza chimica con evidenze di mutagenicità e carcinogenicità –

La cappa è occupata e il riscaldamento della DMF (pochi ml) viene fatta sul bancone chiudendo le porte del lab (per evitare che il forte odore si espande nel piano). Terminato l'esperimento lo studente se ne va a pranzo senza lasciare alcun avvertimento. Un collega entra nel lab e sente il forte odore: spegne il bagnomaria e fa scattare l'allarme.

### Commenti

- **Tutte le operazioni che prevedono l'uso di sostanze volatili (tossiche) debbono essere condotti sotto cappa. I responsabili del laboratorio debbono assicurarsi che le manipolazioni dei chimici siano fatte secondo procedure sicure.**
- **Il comportamento del secondo lavoratore è stato corretto. Se si sospetta la presenza di sostanze tossiche attivare le procedure di emergenza e abbandonare il laboratorio. Non esporsi a rischi.**

Una bottiglia di Acrilamide riscaldata (su una piastra riscaldante).

La bottiglia di vetro scura da 500 ml viene posta sulla piastra e dopo qualche minuto di riscaldamento si rompe e il contenuto a contatto della piastra genera una nuvola di vapore. Sapendo che il monomero dell'Acrilamide è neurotossico e cancerogeno il lavoratore attiva le procedure di emergenza ed abbandona il laboratorio.

## **Commenti**

**Usare sempre l'apparecchiatura più adatta allo specifico lavoro (contenitore in pyrex e bagnomaria nel ns caso).**

**Non condurre mai operazioni affrettate (riscaldando bottiglie direttamente sulla Piastra).**

## Armadietti.

Un tecnico di laboratorio controlla un armadio di sicurezza e trova l'una accanto all'altra delle bottiglie, da 1 litro, di acido cloridrico conc., di acido nitrico conc., di acido solforico conc., di alcol etilico e di glicerolo.

Alcune di queste bottiglie presentano dei tappi corrosi con evidenti segni di perdite. Gli scaffali e le pareti dell'armadietto presentano evidenti segni di ruggine. E' probabile che il deterioramento dei tappi sia stato causato dall'abbandono dei chimici da parte di un precedente utilizzatore.

## Commenti

- **I chimici possono essere pericolosi. Debbono essere conservati in luoghi adatti.**
- **Chimici incompatibili debbono essere conservati separatamente. I chimici della lista figurano tra gli ingredienti per la fabbricazione di esplosivi. Le perdite possono formare miscele pericolose ed esplosive.**
- **Ordinare le quantità necessarie. Lo smaltimento di chimici vecchi è costoso.**

**Rifiuti chimici:** esplosione dei contenitori a causa del mescolamento di sostanze incompatibili. Lo sviluppo di gas all'interno del contenitore ha creato un'elevata pressione e questa ha causato lo scoppio del contenitore.

Circa 2l di acido nitrico sono stati accumulati in una bottiglia che in origine conteneva metanolo per essere smaltito (conservata sotto cappa). Dopo circa 12-16 ore la bottiglia è esplosa spargendo vetri e contenuto nel laboratorio investendo uno studente seduto ad un computer nel laboratorio.

Probabilmente nella bottiglia erano rimasti residui di metanolo, che reagendo con gli scarti di acido nitrico, hanno prodotto abbastanza CO<sub>2</sub> da creare un'elevata pressione all'interno della bottiglia. L'esplosione ha danneggiato altri contenitori presenti sotto cappa. Fortunatamente lo studente non ha riportato alcun danno.

## **Commenti**

**Per prima cosa tutti i frequentatori dei laboratori debbono essere “formati” (addestrati) per il tipo di lavoro a cui sono occupati. Tutto il personale deve essere aggiornato sulle misure “di sicurezza” da tenere in laboratorio. E' importante**

**conoscere le proprietà dei chimici usati compresi i tipi di rischio a cui ci si potrebbe esporre se non manipolati in modo corretto**

**I contenitori dei chimici debbono essere risciacquati almeno tre volte e lasciati asciugare prima di essere utilizzati per accumulare rifiuti di laboratorio per evitare, come nel ns caso, il mescolamento di sostanze incompatibili.**

**Gli occhiali di protezione dovrebbero essere indossati sempre quando si è in laboratorio (anche se non si opera al bancone).**



## **Ustioni provocate dall'uso non corretto della miscela fenolo/cloroformio**

Il lavoratore aveva posto dei tubi da centrifuga (non chiusi) su un porta provette di polistirene espanso (Styrofoam) e durante il tragitto da una zona all'altra del laboratorio questi si è rotto. Il contenuto dei tubi si è riversato sulla faccia e sul petto del lavoratore. Il lavoratore si è immediatamente risciacquato, ma ha comunque riportato bruciature di secondo grado sulla faccia sul petto e sull'addome. Il lavoratore indossava gli occhiali di sicurezza per cui non ha riportato danni agli occhi.