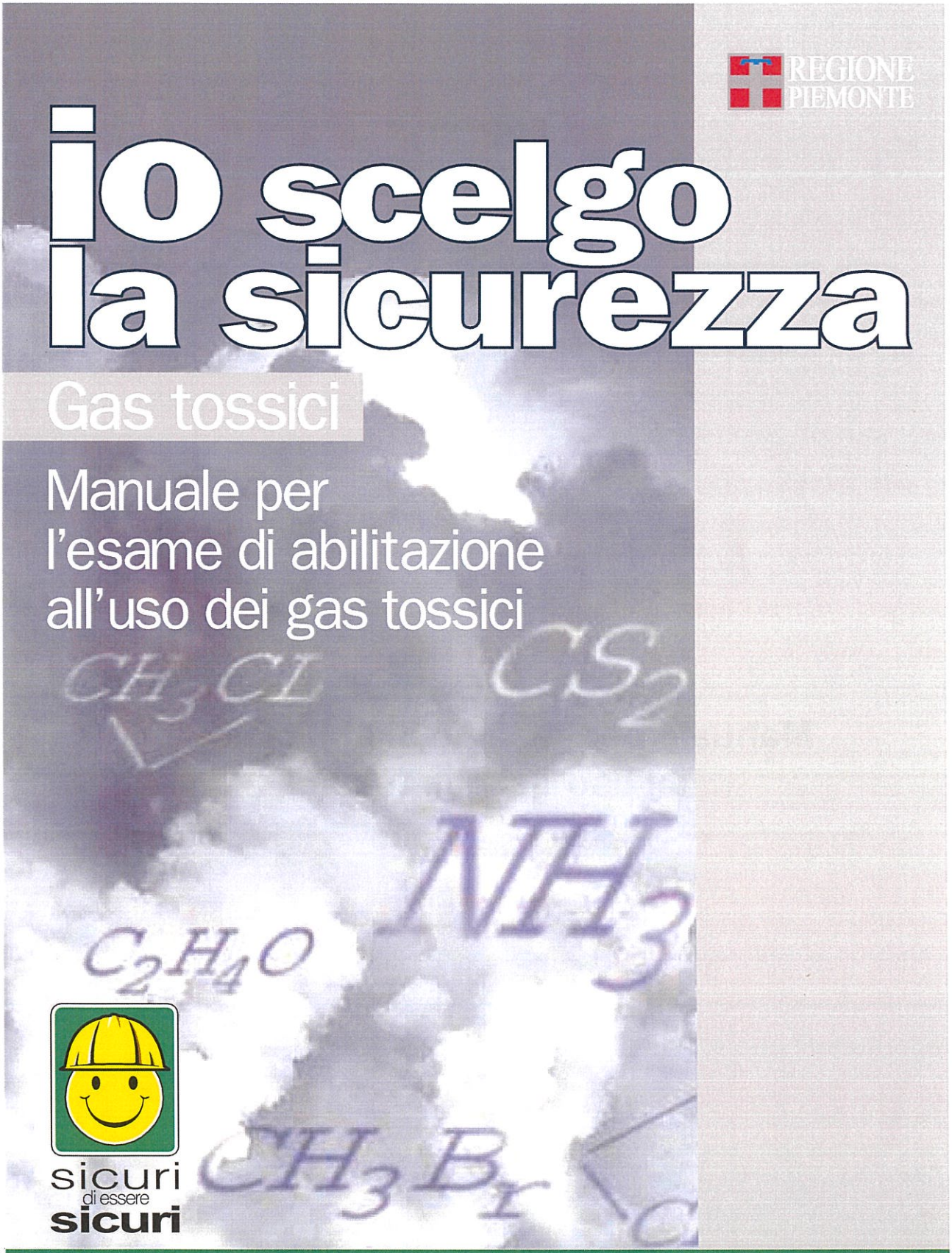
REGIONE PIEMONTE

io scelgo la sicurezza

Gas tossici

Manuale per l'esame di abilitazione all'uso dei gas tossici



sicuri di essere sicuri

CAMPAGNA REGIONALE SULLA SICUREZZA
PER UNA MIGLIORE QUALITA' DEL LAVORO

REGIONE PIEMONTE

Assessorato alla Sanità
Direzione Sanità Pubblica
Settore Prevenzione Sanitaria negli Ambienti di Vita e di Lavoro

I GAS TOSSICI
Manuale per l'esame di abilitazione all'uso dei gas tossici

Autori

Marco Grisaffi
Vincenzo Loiacono
Pietro Martorana
Antonio Mosso
Pasquale Piro
Gian Piero Spagnolini
Franca Sulotto

A cura di

Pierluigi Cavazzin
Giulia Ciralli

L'Amministrazione Regionale desidera ringraziare gli Autori per la qualificata professionalità e l'impegno profusi nella realizzazione di questo volume

Premessa

L'impiego dei gas tossici è regolamentato dal R.D. 9 gennaio 1927, n. 147 *Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici*, in applicazione di quanto disposto dall'art. 57 del Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza, approvato con R.D. 6 novembre 1926, n. 1848.

All'art. 1 viene definito gas tossico:

"– qualsiasi sostanza tossica, che si trova allo stato gassoso o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore, e che è adoperata in ragione del suo potere tossico e per scopi inerenti al potere tossico stesso;

– qualsiasi sostanza tossica che si trova allo stato gassoso o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore, la quale, pur essendo adoperata per scopi diversi da quelli dipendenti dalle sue proprietà tossiche, è riconosciuta pericolosa per la sicurezza ed incolumità pubblica".

Poiché per l'impiego dei gas tossici è necessaria una preventiva autorizzazione, il R.D. all'art. 3 ne dà la seguente definizione:

"Per impiego di gas tossici si intendono la loro utilizzazione a qualsiasi scopo, come la loro custodia e conservazione a qualsiasi scopo in magazzini o depositi, comunque costituiti, ed il loro trasporto".

Dunque, il possesso della patente di abilitazione all'impiego autorizza il titolare della medesima a utilizzare, custodire e trasportare i gas tossici. Pertanto, quale che sia l'impiego che ne viene fatto al momento della richiesta di autorizzazione, il richiedente deve conoscere per intero le proprietà del gas in questione, nonché dimostrare di essere in possesso di tutte quelle nozioni relative all'impiego in quegli aspetti che gli permettano di utilizzarlo in condizione di massima sicurezza.

Il D.Lgs. n. 25/2002 apporta importanti modifiche al D.Lgs. n. 626/1994 e inserisce nel suo contesto il titolo VII bis, "Protezione da agenti chimici", che definisce i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori in presenza di sostanze chimiche pericolose sul luogo di lavoro.

Nei casi previsti, il datore di lavoro, con la consulenza del medico competente, ha l'obbligo di fare una valutazione del rischio che prevede un'analisi complessa dei possibili effetti potenziali sulla salute in relazione all'esposizione a sostanze chimiche pericolose.

Questi obblighi non escludono, però, la responsabilità del lavoratore e dei vari preposti che devono essere parte attiva nel partecipare, per quanto di competenza, nel ridurre i rischi derivanti dall'impiego di sostanze presenti nel ciclo operativo, le quali possono essere dannose per la salute o possedere particolari caratteristiche di pericolosità.

A questo fine il preposto o, nel caso specifico, chi è in possesso della patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici, deve possedere le conoscenze essenziali sulle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze, sul modo corretto di utilizzo e su come deve intervenire in condizioni di sicurezza in caso di incidente.

Lo scopo con cui è stato concepito questo testo è quello di fornire le nozioni di base che sono necessarie per sostenere l'esame per il conseguimento della patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici.

Nella prima parte vengono esposte sinteticamente le nozioni base di tossicologia, con la descrizione degli effetti, delle modalità di azione, la classificazione delle sostanze pericolose e le patologie che ne conseguono. Sono quindi illustrate sotto il profilo pratico le operazioni essenziali di intervento in pronto soccorso per affrontare rapidamente le situazioni di emergenza.

Vengono poi richiamati alcuni concetti elementari di fisica e chimica, vengono descritte le caratteristiche dei contenitori per gas e gli obblighi di legge a cui sono soggetti. Nel campo della sicurezza si descrive l'attrezzatura da utilizzare per la protezione personale in difesa delle vie respiratorie.

Nella seconda parte sono poi presi in esame i singoli gas mediante schede in cui sono descritte le proprietà fisico-chimiche e tossicologiche con le nozioni di pronto soccorso specifiche e tutte le altre informazioni relative alla manipolazione, al deposito ed agli interventi da effettuare in condizioni di emergenza.

Il capitolo che tratta dei riferimenti normativi esamina alcuni degli articoli contenuti nel R.D. n. 147/1927 aggiornandoli alla luce delle disposizioni di legge vigenti e integrandoli con le norme amministrative attuali.

Gli argomenti sono stati svolti, per quanto possibile, seguendo un criterio di esposizione semplice e chiaro, evitando una trattazione troppo approfondita, ma presentando le nozioni ed i concetti essenziali per l'acquisizione delle conoscenze utili per le operazioni pratiche.

Nel perseguire queste finalità alcune parti ed i relativi esempi esplicativi potranno sembrare ovvi, però, in base all'esperienza acquisita nel corso delle sessioni d'esame precedenti, si è ritenuto preferibile non dare per scontata l'effettiva conoscenza dei fenomeni relativi alla fisica dei gas, al loro comportamento in condizione d'uso oltre che la conoscenza di alcuni elementari concetti di chimica, in quanto sono indispensabili per la comprensione degli argomenti che vengono in seguito trattati.

Alla fine di ciascun argomento sono stati inoltre inseriti alcuni richiami sotto forma di domanda/risposta utilizzabili per la verifica dell'apprendimento. Tali domande esemplificano i quesiti che potranno essere posti in sede d'esame.

Capitolo primo
Tossicologia

1.1. PRINCIPI GENERALI

Il rischio derivante dall'utilizzo di sostanze chimiche dipende dalla modalità di esposizione e dalla tossicità della sostanza.

È necessario definire alcuni termini chiave:

- **tossicità**: è la capacità di una sostanza di produrre un effetto nocivo per la salute;
- **pericolo**: è l'insieme delle proprietà negative proprie della sostanza le quali, in particolari condizioni, possono indurre un effetto nocivo per la salute;
- **rischio**: è la probabilità che un effetto nocivo per la salute si verifichi a causa di una sostanza tossica e dipende dalle modalità di utilizzo della sostanza stessa in uno specifico ambiente di vita o di lavoro;
- **danno**: è l'effetto nocivo sulla salute effettivamente indotto da una sostanza tossica.

Il rischio legato ad una sostanza o preparato può variare in funzione di vari fattori relativi a:

- l'agente tossico;
- le modalità di esposizione;
- l'ambiente in cui la esposizione avviene;
- il soggetto esposto.

Questi fattori sono meglio esplicitati nella tabella 1.

Occorre riflettere su come la via di esposizione possa condizionare l'entità del rischio di una determinata sostanza per le rilevanti indicazioni preventive che ne possono derivare in ambito professionale.

Ad esempio alcune sostanze, poco pericolose di per sé od usate a bassa concentrazione, possono produrre rischi elevati ed importanti effetti dannosi sull'organismo in quanto facilmente assorbibili per via cutanea (ad esempio i solventi); altre sostanze, molto più tossiche di per sé, se non volatili e non ingerite, potranno produrre un danno scarso salvo occasionali contatti cutanei facilmente evitabili mediante l'utilizzo di idonei dispositivi di protezione individuale (ad esempio tossici allo stato solido).

Fattori riguardanti l'agente tossico	- Caratteristiche chimico-fisiche - Presenza di sostanze estranee o contemporanea esposizione ad altre sostanze tossiche - Biodegradabilità
Fattori riguardanti l'esposizione	- Dose - Vie e modalità di esposizione - Durata e frequenza
Fattori riguardanti la popolazione	- Stato nutrizionale - Età - Sesso - Corredo genetico
Fattori riguardanti l'ambiente	- Umidità - Temperatura - Giorno - Notte - .....

Tabella 1. Fattori che influenzano la risposta biologica ad una sostanza tossica

La tossicità di una sostanza può essere espressa con diversi indici a seconda delle modalità di penetrazione nell'organismo.

Nel caso di penetrazione per ingestione o per contatto cutaneo viene utilizzata la DL_{50} (dose letale 50%) che esprime la dose che, somministrata una sola volta, provoca la morte del 50% degli animali trattati nel corso di un periodo di osservazione di 2 settimane. L'unità di misura è mg di sostanza/kg di peso corporeo.

Nel caso di penetrazione per inalazione viene utilizzata la CL_{50} (concentrazione letale 50%) che esprime la concentrazione di sostanza inalata che, dopo una inalazione durata 4 ore, provoca la morte del 50% degli animali esposti nel corso di un periodo di osservazione di 2 settimane. L'unità di misura è mg di sostanza/litro d'aria/4 ore di inalazione.

Nelle tabelle 2 e 3 sono espressi i livelli di tossicità di una ipotetica sostanza chimica e l'associata frase di rischio a seconda che il grado di tossicità della sostanza sia espresso rispettivamente come DL_{50} o CL_{50}.

DL_{50} nell'animale	Grado di tossicità (frase di rischio)	Probabile DL nell'uomo
< 5 mg/kg	Estremamente tossico	Una goccia
5-50 mg/kg	Altamente tossico	¼ - ½ cucchiaino da caffè
50-500 mg/kg	Molto tossico	½ cucchiaino da tavola
0,5-5 g/kg	Moderatamente tossico	35 ml
5-15 g/kg	Leggermente tossico	¼ litro
> 15 g/kg	Praticamente non tossico	> un litro

Tabella 2. Livello di tossicità di una ipotetica sostanza chimica, secondo il suo DL_{50}. Per ciascuna categoria è indicata la frase di rischio associata

DM 28 aprile 1997 Allegato VI	CL_{50} (mg/l/4 ore)	
	Inalazione	
	Aerosol o particelle	Gas e vapori
Molto tossico	0,25	0,50
Tossico	> 0,25 1	> 0,50 2
Nocivo	> 1 5	> 2 20

Tabella 3. Livello di tossicità di una sostanza chimica secondo il suo CL_{50}. Per ciascuna categoria è indicata la frase di rischio associata

Questi indici hanno valore soprattutto in caso di intossicazioni gravi. Sono stati utilizzati per la classificazione delle varie sostanze ed, assieme ad altri parametri, per la individuazione dei TLV (valori limite di soglia) delle sostanze.

Il TLV è la concentrazione, nell'aria dell'ambiente lavorativo, della sostanza, concentrazione al di sotto della quale si crede che quasi tutti i lavoratori possano essere esposti, giorno dopo giorno, senza che ne derivino apprezzabili effetti negativi per la salute. A causa dell'ampia variazione della suscettibilità individuale al tossico, oppure a causa della presenza di altri fattori favorenti (ad esempio la condizione di fumatore, la condizione di bevitore, altre patologie preesistenti ecc.) una piccola percentuale di lavoratori potrebbe subire un danno anche da concentrazioni inferiori al TLV. Questi limiti sono quindi intesi come raccomandazioni per il controllo dell'ambiente di lavoro e non come sicura linea che separa la concentrazione della sostanza che è innocua da quella pericolosa. Conferma quanto detto il fatto che i TLV sono riesaminati ogni anno e, molto spesso, nel tempo, alla luce di ulteriori indagini, il loro valore viene abbassato. La regola generale sul posto di lavoro sarà quella di ridurre al minimo possibile, in relazione alle risorse tecniche esistenti, la concentrazione di qualsiasi sostanza o preparato pericoloso che contamini l'ambiente di lavoro anche nel caso che la sua concentrazione sia inferiore al TLV.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Cosa si intende per pericolo derivante da una sostanza chimica?

L'insieme delle proprietà negative della sostanza le quali, in particolari condizioni, possono produrre un danno all'organismo.

Cosa si intende per rischio derivante da una sostanza chimica?

È la probabilità che esiste, all'interno dello specifico ambiente di lavoro, che si verifichi un effetto nocivo per la salute prodotto dalla sostanza chimica.

Cosa è il TLV di una sostanza nell'ambiente di lavoro?

È la concentrazione della sostanza nell'ambiente di lavoro al di sotto della quale quasi tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza che ne derivino danni apprezzabili alla salute.

Il TLV di una sostanza è un valore stabile nel tempo?

No; infatti tutti questi valori vengono aggiornati annualmente da Enti a ciò adibiti e spesso, alla luce delle nuove acquisizioni scientifiche, i loro valori vengono modificati, in genere riducendoli.

1.2. MODALITÀ/DURATA DI AZIONE DEL TOSSICO E SUOI EFFETTI BIOLOGICI

A seconda della modalità di azione del tossico si potranno produrre due tipi di effetti biologici negativi:

- effetto locale;
- effetto generale o sistemico.

L'**effetto locale** consegue ad una azione locale della sostanza, vale a dire la sostanza agisce esclusivamente nella sede di contatto ove esplica la sua azione in relazione alle sue caratteristiche chimiche-tossicologiche ed alle caratteristiche strutturali della sede di contatto del corpo: esempio di sede di contatto di sostanza irritante può essere una area di cute; l'effetto lesivo è l'ulcera necrotica nell'area cutanea interessata.

L'**effetto generale o sistemico** consegue ad una azione generale della sostanza che, partendo da una azione locale in sede di contatto, agisce anche lontano dal punto di penetrazione nel corpo e può interessare più organi od apparati o il corpo intero: ad esempio l'inalazione ad altissima concentrazione di una sostanza irritante può determinare come effetto lesivo l'edema polmonare ed il successivo collasso cardiocircolatorio.

A seconda del tempo di azione del tossico si potranno produrre due tipi di effetti biologici negativi:

- effetto acuto;
- effetto cronico.

L'effetto acuto si verifica immediatamente o a distanza di poche ore dal singolo contatto con il tossico generalmente ad elevata concentrazione; la gravità dell'effetto è variabile potendosi spaziare dalla lesione lieve di tipo locale al danno sistemico che interessa più organi od apparati.

L'evoluzione del danno, sia in caso di lesione locale che di danno sistemico, è varia, con possibile guarigione completa, oppure guarigione con postumi stabilizzati (esempio cicatrici, fibrosi polmonare ecc.), oppure malattia cronica.

L'effetto cronico deriva generalmente da una esposizione prolungata e/o ripetuta nel tempo, della durata di anni, a piccole concentrazioni del tossico senza che sia possibile ricordare un singolo episodio di contatto ad elevata concentrazione con il tossico stesso. Più raramente si tratta della malattia cronica derivante da un effetto acuto del tossico non guarito (generalmente la malattia derivante da un effetto acuto del tossico che persista dopo 3 mesi dal contatto con il tossico costituisce un effetto cronico).

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

In cosa consiste l'effetto generale di un tossico?

È l'insieme dei danni provocati dal tossico che, pur penetrando nel corpo in una zona limitata, riesce ugualmente a produrre effetti in organi ed apparati lontani dal punto di penetrazione.

In cosa consiste l'effetto cronico del tossico?

È l'insieme dei danni provocati dal tossico che derivano dalla esposizione prolungata (della durata di mesi od anni) a piccole concentrazioni del tossico. Più raramente si riferisce alla malattia cronica che deriva da un effetto acuto del tossico.

1.3. VIE DI PENETRAZIONE DEL TOSSICO, SUO ASSORBIMENTO, DISTRIBUZIONE, DEPOSITO, ESCREZIONE

1.3.1. ASSORBIMENTO

In ambito lavorativo i tossici penetrano nel corpo soprattutto attraverso la:

- via cutanea;
- via respiratoria;
- via digestiva.

Via cutanea. L'epidermide è una barriera abbastanza facilmente superabile dai gas e dai liquidi anche se il passaggio cutaneo è lento. I dotti delle ghiandole sebacee e sudoripare ed i follicoli piliferi sono i punti di accesso più facili. La barriera cutanea principale è costituita dallo spessore del derma, tanto più spesso è lo strato corneo della cute tanto più difficile è il passaggio. Ne consegue che nelle zone cutanee a cute più sottile o nelle aree con abrasioni o flogosi o con strato cutaneo danneggiato, è più facile l'assorbimento.

La lentezza del passaggio rende critica la durata della esposizione e spiega la buona regola di pronto soccorso di allontanare l'intossicato dalla sede di esposizione, di spogliarlo dai vestiti inzuppati dal tossico e di lavarlo accuratamente.

Le sostanze tossiche apolari lipofile diffondono più facilmente attraverso la cute sciogliendosi nei lipidi della barriera cutanea; inoltre il passaggio cutaneo è favorito dal pH debolmente acido della cute.

Il passaggio attraverso le mucose è simile a quello cutaneo; le mucose sono più facilmente superabili dai tossici perché le membrane che le rivestono sono molto più sottili e più fragili della cute. Anche il danno che ne può derivare è maggiore.

Lo stesso si può dire per la penetrazione oculare. Gli occhi sono particolarmente esposti al danno da tossici per la delicatezza delle membrane che li rivestono e per la complessità della funzione visiva, facilmente danneggiabile anche in modo irreversibile da opacamenti anche localizzati delle membrane che fanno parte dell'occhio. La ricchezza di terminazioni nervose sensitive del bulbo oculare spiega l'intenso dolore che accompagna i danni oculari da tossici.

Via respiratoria. È la più frequente via di assorbimento di un tossico nell'ambiente di lavoro. Attraverso le vie aeree sono assorbibili gas, vapori, aerosoli, fumi e polveri.

Tali particelle, solide e liquide, aerodisperse, si affacciano all'ingresso delle vie respiratorie che hanno una struttura ad albero molto complicata proprio allo scopo di impedire la penetrazione nel profondo del polmone delle particelle estranee.

L'albero respiratorio (figura 1) si può suddividere in 3 distretti:

- testa e collo: è costituito da naso, bocca e faringe, comprende le vie aeree al di fuori del torace; la struttura irregolare di questa area relativamente corta ha

lo scopo di fermare le particelle più grandi (con diametro maggiore di 20-25 micron);

- trachea e bronchi: è costituito da laringe, trachea, bronchi e bronchioli, comprende l'albero tracheobronchiale vero e proprio. Questa area inizia con la laringe, prosegue con la trachea ed il bronco principale che si biforca nei bronchi dx e sin. Ciascuno di essi si biforca nei bronchi lobari; seguono altri 21 ordini di biforcazioni (bronchi e bronchioli respiratori);
- area respiratoria: inizia con ulteriori biforcazioni dei bronchioli respiratori (3 generazioni) e poi dei dotti alveolari (3 generazioni) e dei sacchi alveolari. In tutta questa area sono localizzati gli alveoli in cui avviene lo scambio dei gas respiratori (ossigeno ed anidride carbonica) tra l'aria alveolare e gli estesissimi capillari sanguigni che avvolgono tutta la struttura. La superficie alveolare è molto ampia, costituendo un'area di circa 40 m^2 nell'adulto.

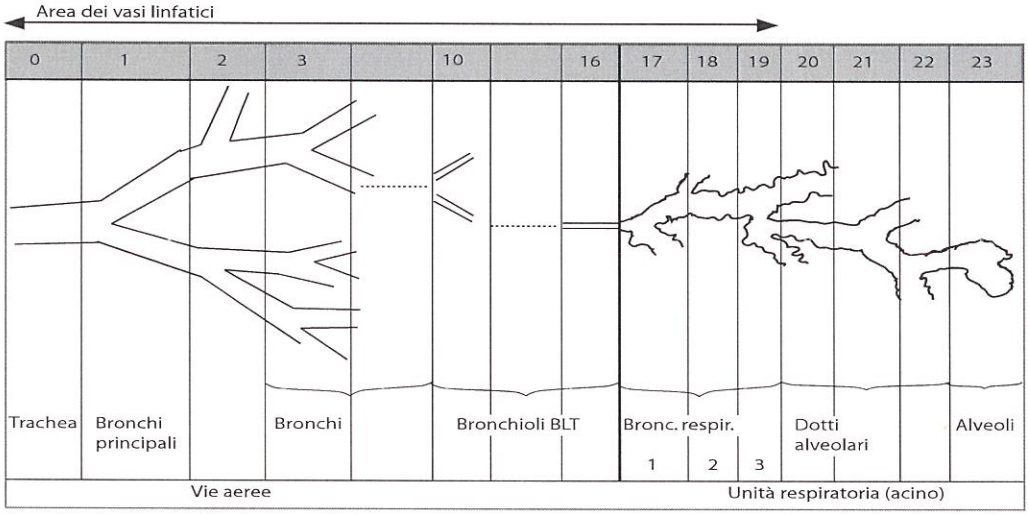


Figura 1. Schema dell'albero respiratorio

Il danno derivante dall'assorbimento per via respiratoria può essere sia locale (sulle vie aeree e l'area alveolare) per effetto lesivo locale, sia sistemico a causa del superamento della barriera alveolo capillare che permette il passaggio massivo del tossico nel sangue con possibile raggiungimento di tutti gli organi ed apparati del corpo.

Via digestiva. È una via di assorbimento meno frequente in ambito industriale salvo incidenti fortuiti oppure evidenti carenze igieniche del posto di lavoro e scarsa consapevolezza del lavoratore. Ne possono essere una causa l'abitudine imprudente di mangiare o bere sul posto di lavoro, la scarsa igiene personale (non sufficiente pulizia delle mani e degli abiti dopo avere manipolato sostanze peri-

colose), l'inosservanza del divieto di fumare sul posto di lavoro oppure il fumare con mani non sufficientemente pulite dopo avere manipolato sostanze pericolose. Il cibo, gli enzimi digestivi e la flora batterica dell'intestino possono modificare le caratteristiche del tossico ingerito. L'assorbimento è minimo nella bocca, faringe ed esofago ove il cibo passa velocemente, è maggiore nello stomaco (ambiente fortemente acido) ove sono facilmente assorbiti gli acidi deboli, ed è massimo nell'intestino tenue (ambiente debolmente acido) che è una struttura molto estesa (20 m^2), ove il cibo soggiorna lungamente ed è a contatto con un ampio circolo vascolare attraverso il quale è facile il passaggio del tossico nel sangue. La diversità di pH delle diverse zone dell'intestino spiega perché l'assorbimento degli acidi e delle basi avvenga in tratti diversi.

1.3.2. DISTRIBUZIONE E DEPOSITO

I tossici, una volta penetrati nell'apparato circolatorio, vengono trasportati ai siti di azione e di deposito. Solo una parte del tossico si lega alle proteine, un'altra quota rimane libera nel plasma e solo questa può essere ceduta ai tessuti.

Il passaggio del tossico dal sangue agli altri organi ed infine alle cellule avviene attraverso il superamento di membrane biologiche interne; la sua entità dipende dalla quantità di sangue presente nell'organo e dalla affinità del tessuto od organo bersaglio con lo specifico tossico. Gli organi con maggiore flusso di sangue ed in cui è più facile l'assorbimento del tossico sono i polmoni, i reni, il fegato; anche il cervello ha elevato flusso di sangue ma è protetto dalla maggior parte dei tossici dalla barriera ematoencefalica che rende molto difficile il passaggio delle sostanze estranee dal sangue al tessuto cerebrale (solo le sostanze lipofile non ionizzate superano questa barriera).

I tossici rimangono in questi organi con molto sangue solo transitoriamente; da qui passano infatti negli organi di deposito che sono diversi da tossico a tossico (es. il tessuto adiposo per i composti lipofili; le ossa per il fluoro ecc.).

Una volta all'interno dell'organismo il tossico subisce delle modifiche biochimiche e strutturali che ne producono la biotrasformazione. Essa avviene prevalentemente nel fegato, rene, polmone e cute. È un meccanismo di difesa del corpo che ha lo scopo di modificare la tossicità della sostanza e di facilitarne la eliminazione all'esterno del corpo. Tuttavia la biotrasformazione può produrre sia prodotti intermedi (metaboliti) meno pericolosi, sia prodotti intermedi più pericolosi. Gli effetti vanno valutati caso per caso.

Le reazioni chimiche di biotrasformazione sono suddivisibili in due gruppi principali di prima fase e di seconda fase.

Le reazioni di prima fase (ossidazione, riduzione, idrolisi) predispongono il tossico a reagire con particolari composti chimici presenti nel corpo. Le reazioni di seconda fase permettono la coniugazione, cioè l'unione della sostanza tossica, già predisposta dalle reazioni di prima fase, con tali sostanze (es. glutatione) allo scopo di rendere innocuo il tossico e permetterne l'escrezione (vedi dopo).

Il tempo necessario perché si completino le reazioni di biotrasformazione è diverso da sostanza a sostanza e condiziona il tempo di permanenza del tossico nel corpo (la sua emivita).

1.3.3. ESCREZIONE

Per escrezione si intende l'eliminazione del tossico dal corpo.

Essa avviene attraverso varie vie (l'aria espirata, la saliva, la bile, le feci, le urine, il latte, i capelli). Le vie escretive principali sono due, la via renale tramite l'urina e la via epatica tramite la bile.

Il fegato è il più importante centro di biotrasformazione dei tossici. Da qui il tossico può prendere la via del sangue e trasferirsi ai più svariati organi oppure essere trasportato attivamente nella bile e da qui nel tubo intestinale per essere emesso all'esterno con le feci. Seguono questa strada le sostanze coniugate con acido glucuronico non riassorbibili a livello dell'intestino e quindi emesse come tali all'esterno con le feci.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Quali sono le più frequenti vie di penetrazione del tossico nell'organismo?

La via cutanea, la via respiratoria e la via digestiva.

Perché è importante spogliare un intossicato degli abiti e lavarlo?

Perché, qualora il tossico sia penetrato attraverso la cute, il prolungamento della durata di esposizione aggrava il danno.

Qual è la struttura delle vie respiratorie e a che scopo risponde?

La struttura delle vie respiratorie è ad albero ed ha lo scopo di impedire l'ingresso al polmone profondo del maggior numero possibile di particelle estranee.

Perché l'assorbimento per via polmonare produce quasi sempre effetti tossici generali?

Per l'ampiezza del circolo sanguigno con possibilità di trasporto della sostanza attraverso il sangue a tutto il corpo.

Perché è vietato mangiare, bere o fumare in ambienti di lavoro con presenza di tossici?

Perché sarebbe facilitato l'assorbimento del tossico per ingestione.

Cosa si intende per organi di deposito dei tossici?

Gli organi, diversi da caso a caso, ove il tossico permane stabilmente anche per anni senza produrre disturbi, salvo intermittenti trasferimenti nel sangue che permettono il ripresentarsi dei sintomi negativi anche in assenza di nuovo contatto con il tossico.

Cosa sono le reazioni di biotrasformazione?

Sono delle reazioni chimiche che costituiscono un meccanismo di difesa del corpo avente lo scopo di modificare la struttura del tossico così da renderlo innocuo e/o facilitarne l'espulsione all'esterno (escrezione). Tuttavia, in alcuni casi, le reazioni di biotrasformazione del tossico producono dei derivati ancora più pericolosi del tossico di origine.

Quali sono le più importanti vie di escrezione dei tossici?

La via renale tramite l'urina e la via epatica tramite la bile.

1.4. LA CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

Le sostanze pericolose sono state classificate dalla CEE (Comunità Europea), che ne ha normato l'uso, l'etichettatura e l'imballaggio, con apposite direttive. Le direttive comunitarie sono state, nel tempo, recepite dalla legislazione italiana, mentre sono stati formulati elenchi opportunamente aggiornati delle sostanze pericolose. In questi elenchi ogni sostanza viene identificata da alcuni dati:

- numero di classificazione CEE;
- numero CAS (Chemical Abstract Service);
- classi e simboli di pericolosità;
- frasi di rischio (frasi R);
- consigli di prudenza (frasi S);
- concentrazioni delle sostanze per le quali scatta un certo tipo di classificazione ed etichettatura dei preparati che le contengono;
- note cui si deve fare riferimento nella redazione delle etichette e della scheda di sicurezza.

Frasi di rischio

Le frasi di rischio descrivono in forma sintetica i rischi potenziali associati all'impiego della sostanza.
Le frasi di rischio sono identificabili dalla lettera:

R

Consigli di prudenza

I consigli di prudenza descrivono le comuni norme di sicurezza da adottare per rendere minimi i rischi.
I consigli di prudenza sono identificabili dalla lettera:

S

Il D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52 – ai fini dell'etichettatura e imballaggio – impone precisi simboli, indicazioni di rischio e classifica in **15 classi di pericolosità** le sostanze e i preparati pericolosi:

1. Esplosivo (simbolo E ed indicazione "esplosivo"): le sostanze e i preparati solidi, liquidi, pastosi o gelatinosi che – anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico – in determinate condizioni possono detonare, deflagrare rapidamente o esplodere a seguito di riscaldamento.



E

2. Comburente (simbolo O ed indicazione "comburente"): le sostanze e i preparati che a contatto con altre sostanze – soprattutto se infiammabili – provocano una forte reazione esotermica.



O

3. Altamente infiammabile (simbolo F+): le sostanze e i preparati liquidi con punto di infiammabilità estremamente basso e punto di ebollizione basso. Inoltre le sostanze e i preparati gassosi che a temperatura e pressione ambiente sono infiammabili a contatto con l'aria.



F+

4. Facilmente infiammabile (simbolo F): molti casi.



F

- Le sostanze e i preparati che – a contatto con l'aria, a temperatura ambiente e senza apporto di energia – possono subire innalzamenti di temperatura sino ad infiammarsi.
- Le sostanze e i preparati solidi che possono facilmente infiammarsi dopo un breve contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo il distacco della sorgente di accensione.
- Le sostanze e i preparati liquidi il cui punto di infiammabilità è molto basso.
- Le sostanze e i preparati che – a contatto con l'acqua o l'aria umida – sprigionano gas estremamente infiammabili in quantità pericolose.

5. Infiammabile: le sostanze e i preparati liquidi con un basso punto di infiammabilità.

6. Molto tossico (simbolo T+): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – *in piccolissime quantità* possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.



T+

7. Tossico (simbolo T): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – *in piccole quantità* possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.



T

8. Nocivo (simbolo Xn): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.



Xn

9. Corrosivo (simbolo C): le sostanze e i preparati che – a contatto con tessuti vivi – possono esercitare su di essi una azione distruttiva.



C

10. Irritante (simbolo Xi): le sostanze e i preparati non corrosivi, il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose può provocare una reazione infiammatoria.



Xi

11. Sensibilizzante (simbolo Xi): le sostanze e i preparati che, per inalazione o assorbimento cutaneo, possono dare luogo a una reazione di ipersensibilizzazione, a seguito della quale una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce caratteristiche reazioni avverse.

12. Cancerogeno (simbolo T categorie 1 o 2; simbolo Xn categoria 3): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza.

13. Mutageno (simbolo T categorie 1 o 2; simbolo Xn categoria 3): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza.

14. Teratogeno (tossico per il ciclo riproduttivo) (simbolo T categorie 1 o 2; simbolo Xn categoria 3): le sostanze e i preparati che – in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo – possono provocare o rendere più frequenti effetti nocivi non ereditari sulla prole o danni a carico della funzione o delle capacità riproduttive maschili o femminili.

15. Pericoloso per l'ambiente (simbolo N): le sostanze e i preparati che – qualora si diffondano nell'ambiente – presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per una o più delle componenti ambientali.



N

1.4.1. L'ETICHETTA

Secondo la normativa, ogni imballaggio di sostanza o di preparato pericoloso deve essere munito di etichetta che permetta l'identificazione rapida dei pericoli associati alla presenza e all'uso del prodotto.

Dimensioni e caratteristiche dell'etichetta sono definiti dalla norma italiana secondo formati standard, graduati in proporzione alle dimensioni dell'imballaggio, da un minimo di 52 x 74 mm a un massimo di 148 x 210 mm. Il simbolo di pericolo deve occupare almeno un decimo della superficie dell'etichetta.

I dati dell'etichetta

Sull'etichetta devono essere presenti, in caratteri leggibili e indelebili:

- denominazione della sostanza, conforme agli elenchi previsti dalla normativa (D.Lgs. 52/1997) o alla nomenclatura internazionale riconosciuta (numero CAS: *Chemical Abstract Service*);
- dati di identificazione del responsabile dell'immissione sul mercato (nome, cognome e indirizzo completo, n. telefono);
- simboli e indicazioni di pericolo (stampa in nero su fondo giallo-arancione);

- le frasi di rischio (frasi R);
- i consigli di prudenza (frasi S);
- il numero CE di classificazione europea, se esistente;
- l'indicazione *"etichetta CE"* per le sostanze in elenco al D.Lgs. 52/1997.

1.4.2. LA SCHEDA DI SICUREZZA

La scheda di sicurezza è un documento attraverso il quale si acquisiscono tutte le informazioni sulla sostanza; deve essere articolato in modo chiaro, conciso e fornire tutte le indicazioni disponibili. È uno strumento rivolto in modo specifico a chi utilizza le sostanze ed ha come finalità la protezione della salute e della sicurezza sul posto di lavoro.

Il D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52 (art. 25, comma 1 e 2) e il D.Lgs. 16 luglio 1998, n. 285 (art. 9, comma 1) prevedono di articolare la scheda in 16 voci (DM 4 aprile 1997), ognuna delle quali fornisce informazioni in un ambito specifico, concorrendo tutte insieme a definire le misure da adottare ai fini della salute e della sicurezza sul lavoro secondo quanto disposto anche dal D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626 e dal D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25.

La scheda deve essere redatta in lingua italiana e deve essere di facile accesso per il lavoratore che utilizza la sostanza o il preparato pericoloso, per gli addetti al pronto soccorso e all'emergenza a livello aziendale e per il personale dell'organo di vigilanza. La scheda deve inoltre riportare, ove esistenti, eventuali nuove informazioni riguardanti le sostanze e/o i preparati venute a conoscenza del responsabile dell'immissione sul mercato.

Le 16 voci della scheda di sicurezza sono le seguenti:

1. Identificazione della sostanza o preparato e della società produttrice
2. Composizione/informazione sugli ingredienti
3. Identificazione dei pericoli
4. Misure di pronto soccorso
5. Misure antincendio
6. Misure in caso di fuoriuscita accidentale
7. Misure per la manipolazione e stoccaggio
8. Controllo dell'esposizione/protezione individuale
9. Proprietà fisiche e chimiche
10. Stabilità e reattività
11. Informazioni tossicologiche
12. Informazioni ecologiche
13. Considerazioni sullo smaltimento
14. Informazioni per il trasporto
15. Informazioni sulla regolamentazione
16. Altre informazioni

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Sono state classificate le sostanze pericolose?

Sì, le sostanze pericolose sono state classificate dalla CE che ne cura elenchi opportunamente aggiornati ogni anno che vengono recepiti dai paesi membri dell'Unione Europea. Sono state inoltre normate dalla CE l'etichettatura e l'imballaggio di tali sostanze ed istituita la scheda di sicurezza della sostanza pericolosa.

Cosa sono le frasi di rischio?

Sono frasi standard, normate dalla CE, contrassegnate dalla lettera R, che descrivono sinteticamente i rischi potenziali associati all'impiego della sostanza pericolosa.

Cosa sono i consigli di prudenza?

Sono frasi standard, normate dalla CE, contrassegnate dalla lettera S, che descrivono sinteticamente le norme di sicurezza da adottare durante l'impiego della sostanza pericolosa.

A cosa serve l'etichetta della sostanza pericolosa?

Costituisce la prima informazione essenziale e concisa fornita all'utilizzatore sui pericoli collegati alla sostanza e sulle precauzioni da prendere.

Cosa è la scheda di sicurezza della sostanza pericolosa?

È un documento articolato in sedici punti che contiene tutte le informazioni utili per l'utilizzo della sostanza pericolosa; ha lo scopo di fornire all'utilizzatore tutti i dati necessari per la protezione della salute e della sicurezza sul posto di lavoro.

1.5. APPROFONDIMENTI INERENTI I QUADRI CLINICI PRODOTTI DA SOSTANZE TOSSICHE

Avvertenza: gli argomenti trattati in questa parte sono finalizzati a fornire alcuni approfondimenti scientifici utili ad accrescere le conoscenze a titolo personale.

Vengono qui sintetizzati i principali quadri clinici che si possono produrre a seguito di esposizione professionale a gas tossici. I quadri vengono riferiti suddividendoli per meccanismo eziopatogenetico (causa) oppure per organo bersaglio (interessato). Potrà avvenire che una singola sostanza agisca con più modalità di azione e/o su più organi bersaglio.

1.5.1. PATOLOGIE PROFESSIONALI DA AZIONE IRRITANTE

Il tossico agisce producendo una flogosi (infiammazione) nei vari tessuti con cui viene a contatto. L'infiammazione tende a distruggere la struttura del tessuto o, almeno, a danneggiarla. Tale patologia può avvenire su:

- cute e mucose;
- in sede oculare;
- vie aeree.

Azione irritante su cute e mucose

L'azione irritante di una sostanza sulla cute produce una *dermatite irritativa* (DIC); le lesioni sono localizzate nella sede cutanea di contatto. La gravità della dermatite è direttamente proporzionale al tipo della sostanza ed alla intensità dell'esposizione (durata esposizione x concentrazione/quantità della sostanza). La risposta del corpo è uniforme a prescindere dal tipo della sostanza. Se la sede di contatto non è la cute ma una mucosa, il quadro tende ad aggravarsi a parità di intensità di esposizione alla sostanza a causa della maggiore delicatezza dell'epitelio che ricopre le mucose.

Si distinguono due quadri clinici: acuto e cronico.

Il quadro acuto è provocato da una sostanza molto irritante o che ha agito ad elevata concentrazione oppure per un tempo prolungato. La lesione è strettamente localizzata alla cute ove è avvenuto il contatto con presenza di chiazze di arrossamento, gonfiore della parte, presenza di vescicole o bolle o papule. I sintomi sono costituiti da bruciore e dolore e cominciano subito dopo o poche ore dopo il contatto. Se il contatto è avvenuto con una sostanza particolarmente irritante o ad alta concentrazione si possono produrre ulcere cutanee con perdita di sostanza e formazione di escare dolorose.

Il quadro subacuto o cronico deriva dal contatto con una sostanza poco irritante o a minore concentrazione oppure da plurimi contatti a bassissime concentrazioni della sostanza che si sono susseguiti nel tempo. In genere la localizzazione delle lesioni è alle mani o alle dita delle mani con minore rapporto tra la sede della lesione e quella di contatto. Le lesioni sono costituite da chiazze rotondeggianti con vescicole o croste oppure da fissurazioni od ulcerazioni della cute con ragadi dolorose. In casi particolari (es. esposizione a cloro) si può produrre una forma particolare di acne molto estesa con possibile evoluzione in pustole od ascessi ed esito in cicatrice deturpante. Questo tipo di acne si differenzia dall'acne volgare degli adolescenti sia per la localizzazione (nelle sedi di contatto e non al volto ed al tronco), sia per la persistenza e gravità delle lesioni.

Azione irritante in sede oculare

Si esplica a carico delle numerose membrane che avvolgono il globo oculare e che proteggono il cristallino con possibilità di raggiungere il cristallino stesso. Si produrrà un effetto irritante sul bordo della palpebra che ricopre l'occhio (blefarite), sulla congiuntiva (congiuntivite), sulla cornea (cheratite), sull'iride ed i corpi ciliari (uveiti o iridocicliti). I sintomi sono costituiti da irritazione/prurito palpebrale, dolore nell'area dell'occhio, lacrimazione, fotofobia (difficoltà a vedere alla luce del giorno), blefarospasmo (contrazione continua non volontaria delle palpebre), secrezione oculare di pus. In casi più gravi si produce opacamento o necrosi (distruzione) di tali membrane. Se viene colpito anche il cristallino sottostante si può produrre il suo opacamento temporaneo o definitivo (cataratta).

Tutte queste lesioni possono guarire oppure produrre esiti in cicatrice che generalmente pregiudicano la funzione visiva.

Azione irritante su vie aeree

A seguito di azione irritante sulle vie aeree si producono le broncopneumopatie da irritanti.

Anche in questo caso l'entità della risposta delle vie aeree non è omogenea dipendendo dalla concentrazione e/o durata del contatto con la sostanza, dal tipo della sostanza e dal settore delle vie aeree che è stato colpito principalmente.

Le broncopneumopatie si suddividono in acute e croniche.

– FORME ACUTE: derivano da una esposizione breve alla sostanza ad alta concentrazione, sono di gravità variabile e sempre dose dipendenti. Sono possibili più tipi di malattie:

• *quadro infiammatorio acuto delle prime vie aeree* (naso, bocca e faringe, laringe, trachea, bronchi principali). È la risposta immediata del corpo all'inalazione della sostanza ed è particolarmente evidente se la sostanza è fortemente idrosolubile. I disturbi sono costituiti da lacrimazione, dolore oculare, all'interno della bocca e nel torace dietro lo sterno, difficoltà a respirare per grave broncocostrizione (ostruzione delle vie aeree bronchiali), tosse secca, raucedine.

L'inalazione di sostanza fortemente idrosolubile e/o in concentrazione elevata può produrre la morte immediata per soffocazione o per riflesso vagale oppure i disturbi possono evolvere, nel corso di circa 24 ore, in edema polmonare.

Se invece la sostanza non è molto idrosolubile e/o la concentrazione è stata minore, il quadro clinico è meno grave e della durata di qualche giorno, al termine dei quali il disturbo può scomparire oppure evolversi in bronchite acuta che guarisce in poche settimane senza postumi (i postumi sono danni permanenti tardivi che costituiscono l'esito immodificabile, per così dire la cicatrice, della malattia pregressa);

• *edema polmonare o broncopolmonite chimica*: costituisce la patologia acuta più grave derivante dalla inalazione a forti dosi di una sostanza broncoirritante. Può comparire circa 12-36 ore dopo l'inalazione. Può essere preceduto dal quadro infiammatorio acuto delle prime vie aeree sopra descritto ed in questo caso i disturbi iniziano subito dopo l'inalazione ed evolvono, aggravandosi, con il passare delle ore oppure può comparire insidiosamente dopo un periodo di circa un giorno di sintomatologia scarsa o nulla; pertanto, l'infortunato può essere indotto a sottovalutare i disturbi e a non curarsi in tempo.

L'edema polmonare è un quadro clinico complesso, prodotto da varie cause. Nel caso della inalazione di un tossico broncoirritante, la sostanza agisce a partire dai bronchioli su sezioni importanti dell'area respiratoria mediante una azione distruttiva diffusa sui due polmoni che determina inizialmente l'aumento della permeabilità capillare e, successivamente, la distruzione della parete del capillare e della membrana alveolare. Gli alveoli si riempiono di un liquido (infiltrato cellulare) disposto irregolarmente a macchia di leopardo e diventano inidonei al passaggio dell'ossigeno e dell'anidride carbonica tra gli alveoli ed i capillari. Si genera una grave ipossiemia (riduzione della saturazione del sangue arterioso) ed una alterazione della struttura del polmone che diviene rigido ed inadatto a modificare il suo volume nel corso della respirazione. Questa situazione tende ad aggravarsi con il passare dei giorni e conduce all'insufficienza respiratoria (incapacità dell'apparato respiratorio a fornire una adeguata ossigenazione a tutto l'organismo; è una situazione molto pericolosa soprattutto se questa incapacità è acuta ovvero compare in poche ore o giorni; se il difetto di ossigenazione è molto grave e/o si protrae può condurre a morte; se è meno grave costituisce comunque una patologia che deve sempre essere curata con farmaci o ossigeno).
Si osservano forme acutissime di edema polmonare con esito in morte per asfissia (ipossiemia estrema con bassissima ossigenazione dei tessuti) e paralisi cardiaca (assenza protratta del battito cardiaco) o respiratoria (assenza protratta del respiro) entro poche ore od alcuni giorni e forme meno gravi con decorso di 3-4 settimane con possibilità di guarigione del paziente.
Complessivamente muore il 40-50% dei pazienti con edema polmonare per shock, infezioni polmonari con setticemia, insufficienza renale acuta. I casi restanti guariscono con postumi respiratori. Essi sono costituiti dall'esito in fibrosi di estese aree polmonari; tali esiti riducono l'elasticità del polmone e rendono più difficile il passaggio dell'ossigeno dall'aria alveolare al sangue capillare. Questo difetto è denominato difetto di diffusione alveolo capillare dell'ossigeno e può permanere stabile nel tempo oppure gradualmente, con il passare dei mesi, ridursi fino a scomparire con normalizzazione della funzione respiratoria;

• *broncopolmonite a focolai multipli*: deriva da una complicanza batterica di una broncopolmonite chimica/edema polmonare. Trattasi generalmente di una forma di broncopolmonite bilaterale.

– FORME CRONICHE: costituiscono in genere i postumi delle forme acute.
• Le forme più frequenti sono i postumi derivanti dai casi di edema polmonare o di broncopolmonite a focolai multipli; sono caratterizzate da difetti di diffusione alveolo-capillare dell'ossigeno;
• raramente si sono osservati casi di asma con ostruzione accessionale (discontinua e reversibile) delle vie aeree e dispnea (difficoltà di respiro) con sibili, che inizia 24 ore dopo un'unica esposizione acuta a sostanze broncoirritanti. L'asma tende a mantenersi nel tempo;
• infine sono state osservate forme stabili di bronchite cronica e/o di enfisema in lavoratori che sono stati esposti a lungo (anni) a bassi livelli di irritanti, spesso senza episodi evidenti di inalazione acuta. Non tutti gli studiosi concordano nell'attribuire la causa della malattia alla inalazione di irritanti a bassa dose; alcuni infatti considerano più importante la condizione di fumatore piuttosto che l'esposizione lavorativa.

1.5.2. INTERFERENZE CON IL TRASPORTO DELL'OSSIGENO DI ORIGINE PROFESSIONALE

Molte sostanze chimiche agiscono interferendo con il sistema di trasporto dell'ossigeno nei vari organi del corpo, attraverso l'inibizione di processi respiratori di importanza basilare ed, in via secondaria, danneggiando organi vitali.

Un esempio di questo tipo di azione è costituito dall'acido cianidrico e dai cianuri. Furono utilizzati come gas asfissianti dai francesi durante la prima guerra mondiale e successivamente dai nazisti nei campi di sterminio durante la seconda guerra mondiale.

Trattasi di gas molto tossico, con grande rapidità di azione se la via di introduzione è stata inalatoria, con lieve odore di mandorle amare apprezzabile solo a livelli di poco inferiori a quelli tossici. Può condurre a morte. Nella tabella sottostante sono definite le concentrazioni espositive limite. Se l'assorbimento è avvenuto per via cutanea è tossico solo a dosi massive.

CONCENTRAZIONI (ppm)	EFFETTI MORTALI
50	Tollerato per un'ora
110	Porta a morte in un'ora
180	Porta a morte in 10 minuti
270	Porta a morte immediata

Tabella 4. Effetti dell'acido cianidrico e dei cianuri

Il gas agisce in quanto costituisce composti stabili con i metalli e pertanto si lega agli enzimi cellulari contenenti metalli. In particolare si lega con le metalloporfirine dell'enzima citocromo ossidasi presente in tutte le cellule con la funzione di trasporto dell'ossigeno endocellulare. L'inibizione di questo enzima, presente in tutte le cellule del corpo, interrompe la respirazione cellulare aerobica (in presenza di ossigeno) in quasi tutte le cellule. Il sangue dell'intossicato è rosso chiaro in quanto l'ossigeno è presente e rimane inutilizzato nel sangue visto che sono le cellule a non essere più in grado di trasferirlo al loro interno.

L'inalazione del gas produce quasi sempre una intossicazione acuta. A basse dosi i sintomi sono costituiti da aumento della ventilazione, mal di testa, vertigini, nausea, debolezza. Se allontanato in tempo dall'ambiente tossico, il paziente si riprende dopo 15-20 minuti dalla sospensione dell'esposizione senza postumi.

Se l'esposizione è stata più intensa compaiono nausea grave, vomito, grave difficoltà respiratoria, perdita di coscienza e convulsioni. È ancora possibile, a questo punto, allontanandolo dall'ambiente tossico, ricuperare il paziente con possibili postumi costituiti da danni neurologici derivanti dalla carenza di ossigeno al tessuto cerebrale.

Se l'esposizione prosegue il paziente muore per insufficienza respiratoria.

È discussa l'esistenza di intossicazione cronica che dovrebbe derivare da multiple piccolissime esposizioni lavorative, a cui si aggiungono altri accumuli di cianuro di origine diversa: alimentare, fumo di sigaretta, terapeutica (ad es. farmaci antianemici), rilascio endointestinale di cianogeno da parte di batteri presenti nel tubo digerente. Sono stati descritti disturbi del sistema nervoso centrale, della tiroide, dell'apparato gastroenterico, del miocardio (muscolo cardiaco) con possibili infarti.

1.5.3. NEUROPATIE TOSSICHE PROFESSIONALI

Per neuropatie tossiche si intendono tutte le disfunzioni o lesioni a carico del sistema nervoso centrale (encefalo) e/o periferico (nervi e sistema gangliare) prodotte dall'azione di sostanze estranee in corso di esposizione lavorativa.

Il sistema nervoso, soprattutto quello centrale, è naturalmente protetto dai danni prodotti da sostanze estranee dalla barriera ematoencefalica che ne impedisce l'ingresso a partire dal sangue; tale barriera non è però totalmente impenetrabile permettendo l'accesso di alcune sostanze liposolubili veicolate da carrier specifici. Inoltre il sistema nervoso è un organo notevolmente plastico, in grado cioè di riparare, almeno in parte, i danni prodotti al suo interno e di utilizzare proficuamente la funzione vicariante di neuroni (cellule nervose) rimasti indenni che possono assumere le funzioni di altri neuroni andati distrutti.

Le sostanze estranee in grado di produrre neuropatie sono tuttavia molto numerose. Le patologie gravi di facile diagnosi sono oggigiorno rarissime, per contro sono la norma quadri clinici sfumati di tipo cronico di difficile attribuzione.

I sintomi delle neuropatie sono eterogenei in quanto dipendono dalle funzioni che competono alle cellule nervose coinvolte e che quindi risultano deficitarie o vengono a scomparire. Per questo motivo un'altra possibile classificazione delle neuropatie tossiche professionali è quella basata sui quadri clinici che più frequentemente si evidenziano. Alcuni tossici hanno azioni multiple. Da questo punto di vista le neuropatie si classificano in:

- polineuropatie: sono interessati principalmente i nervi; tossici interessati: solfuro di carbonio, piombo, arsenico ecc.;
- encefalopatie: è interessato in vari modi principalmente il sistema nervoso centrale; tossici interessati: solfuro di carbonio, piombo, solventi organici;
- sindromi extrapiramidali: costituiscono forme di parkinsonismo professionale; tossici interessati: solfuro di carbonio, manganese, mercurio;
- sindromi cerebellari: è interessato principalmente il cervelletto; predominano i disturbi dell'equilibrio; tossici interessati: mercurio, solventi organici;
- psicosindrome organica: è un quadro molto raro caratterizzato da depressione, irritabilità, apatia, perdita di memoria e di concentrazione che, secondo alcuni autori, potrebbe sfociare nella demenza; tossici interessati: manganese, piombo, mercurio, solventi organici.

1.5.4. EPATOPATIE TOSSICHE PROFESSIONALI

Il fegato è notevolmente predisposto al danno da agenti chimici a causa del suo ruolo di filtro primario nei confronti delle sostanze esogene e della sua attività nella biotrasformazione e detossificazione dei composti estranei nel corso del processo di escrezione dei tossici, durante il quale può avvenire che sostanze estranee non tossiche o poco tossiche come composto iniziale siano convertite in agenti tossici all'interno degli epatociti (cellule epatiche).

L'esposizione del fegato a plurime sostanze estranee da biotrasformare induce l'organo a potenziare i sistemi enzimatici a ciò deputati così da riuscire a smaltire con più rapidità i composti stessi. Tuttavia questo processo, cosiddetto di induzione enzimatica, può aumentare la tossicità degli agenti chimici anche se presenti nel fegato in concentrazione moderata. Un esempio di sostanza chimica in grado di produrre questo tipo di processo facilitante è costituito dall'etanolo (alcool) che può aumentare la suscettibilità dell'individuo nei confronti di vari altri tossici (ad esempio il tetracloruro di carbonio) aumentando

la trasformazione di questi composti in metaboliti tossici per induzione alcoolica dell'isoenzima del citocromo P-450. Esistono al contrario altre sostanze (ad esempio farmaci come la cimetidina) che riducono l'attività enzimatica di biotrasformazione del fegato riducendo l'eventuale effetto tossico di altre sostanze estranee sul fegato.

L'esposizione professionale ai tossici, salvo casi rari di intossicazione acuta, avviene generalmente a seguito di multiple piccole dosi ripetute e conduce ad epatopatie ad andamento sub-acuto o cronico; esse sono caratterizzate da scarsi sintomi e dal fatto che sono sovrapponibili alle epatopatie di origine non professionale.

Il danno epatico è generalmente prodotto da molteplici cause che agiscono contemporaneamente o scaglionate nel tempo, cause sia professionali che extraprofessionali. Ne consegue che l'esposizione professionale è solo uno dei tanti elementi che concorrono alla produzione della malattia.

L'agente tossico può produrre alterazioni di tipo degenerativo (vari stadi di alterazione strutturale della cellula epatica, che possono andare da lievi difetti alla necrosi, cioè morte della cellula stessa), di tipo infiammatorio (con raccolta di cellule nell'interstizio ed evoluzione in fibrosi più o meno grave fino alla cirrosi epatica) e neoplastico (tumorale), spesso variamente associati. In particolare è frequente la stasi biliare che si manifesta con ittero di vario grado di intensità (colorazione gialla delle cute e delle mucose causata dall'anomalo accumulo nel sangue dei sali biliari).

La gravità del quadro clinico varia in ragione dell'intensità dell'azione lesiva del tossico (durata × concentrazione), del tipo di tossico, del livello di suscettibilità individuale, della eventuale preesistenza di danni epatici che possono rendere più vulnerabile l'organo.

È frequente la coesistenza anche di danno renale.

La definizione della causa professionale della malattia, visto che le epatopatie professionali sono clinicamente sovrapponibili a quelle extraprofessionali, è abbastanza difficile soprattutto nei casi di epatopatia sub-acuta o cronica quando il criterio di giudizio più importante, costituito dal rapporto temporale tra esposizione ad alta concentrazione di tossico ed insorgenza dei sintomi, è più sfumato. La difficoltà è resa anche maggiore dal fatto, già riferito, che è la norma il concorso di più cause, sia professionali che extraprofessionali, perché si produca l'epatopatia.

1.5.5. NEFROPATIE TOSSICHE PROFESSIONALI

Il rene è notevolmente predisposto all'insorgenza di nefropatie tossiche a causa delle funzioni svolte (controllo dell'equilibrio acido base, regolazione della quantità d'acqua e sali minerali, eliminazione di tossici attraverso l'urina, produzione di ormoni ecc.). Per provvedere a queste funzioni viene ampiamente irrorato (circa 1/5 del volume sanguigno passa attraverso il rene con filtrazione attraverso la rete capillare renale di circa 1700 litri di sangue al giorno). Il liquido filtrato (la preurina) passa nel sistema dei tubuli renali ove avviene il riassorbimento della maggior parte dell'acqua, degli ioni e delle sostanze utili con emissione all'esterno, quale urina definitiva, di circa 1-1,5 litri di liquido al dì; con l'urina sono allontanate dal corpo, oltre ad una certa quota di sali, anche le eventuali sostanze tossiche presenti nel sangue. Durante questo percorso metabolico il rene quindi può essere esposto a sostanze tossiche in elevata concentrazione e subirne danni.

Le nefropatie tossiche sono principalmente croniche e rarissimamente acute, per la maggiore sicurezza degli ambienti di lavoro e l'uso ormai sporadico in ambito lavorativo di sostanze fortemente tossiche per il rene.

Concorrono a produrre la nefropatia, così come avviene per le epatopatie, più cause, professionali e/o extraprofessionali, che possono agire contemporaneamente o scaglionate nel tempo. Può essere pertanto difficile, una volta comparsa la malattia, distinguere le varie cause che l'hanno prodotta o chiarirne la natura professionale.

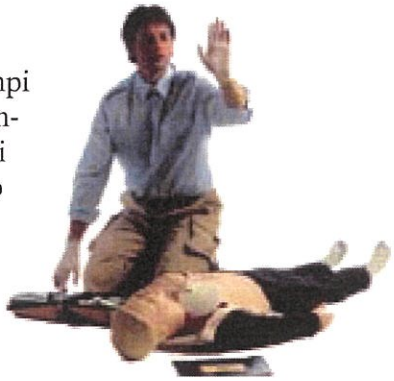
Le rarissime forme acute sono la conseguenza di una introduzione elevata e concentrata nel tempo di un tossico. Il danno renale è di tipo ischemico (riduzione importante del quantitativo di sangue) da collasso cardiocircolatorio con grave riduzione della portata del circolo sanguigno renale, riduzione della filtrazione renale, distruzione delle cellule dei tubuli urinari e riduzione (o sospensione) della produzione di urina. Trattasi di forme gravi o gravissime che possono portare a morte in poche ore oppure guarire. Un esempio sono le nefropatie da tetracloruro di carbonio, da mercurio, da piombo.

Le forme croniche sono generalmente patologie primitive derivanti da protratte modeste esposizioni al tossico oppure, più raramente, il postumo di forme acute.

Capitolo secondo

Il pronto soccorso

2.1. PRINCIPI GENERALI



L'emergenza impone una contrazione dei tempi del fare e del pensare, non ci sono spazi per l'improvvisazione, soprattutto quando ci troviamo di fronte ad una emergenza derivante dall'utilizzo di gas tossico. La fuga è un bisogno istintivo e irrazionale di risposta a situazioni acute di rischio, ma spesso non viene però incontro agli obbiettivi di salvaguardia della vita umana. Il primo soccorso deve essere il più possibile organizzato, programmato e integrato con il sistema delle emergenze - antincendio - terremoto - esplosione - intossicazioni - atti di terrorismo.

Con riguardo all'impiego dei gas tossici l'allegato II del Decreto Ministeriale 9 maggio 1927, "Approvazione di disposizioni concernenti l'impiego di gas tossici di cui al regolamento approvato con R.D. 9 gennaio 1927", affronta il problema del pronto soccorso in occasione del programma per gli esami di idoneità all'impiego di tali sostanze chimiche; questo decreto individua come requisito, da parte del candidato, una conoscenza delle *"norme cautelative in generale e sui soccorsi d'urgenza"*.

Il DPR 19 marzo 1956, n. 303 "Norme generali di Igiene del lavoro" non apporta nessun cambiamento sostanziale alla norma prima citata rispetto alle misure di urgenza. Individua invece una serie di requisiti di pronto intervento – dal pacchetto di medicazione alla camera di medicazione – a seconda delle caratteristiche produttive dell'azienda.

Con il D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626 "...riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro", il pronto soccorso e le misure dell'emergenza sanitaria sono regolate dall'art. 15. Tale norma individua all'art. 12, comma 1, lett. b, la necessità di designare un numero di lavoratori incaricati di attuare le misure di pronto soccorso, e comunque dell'emergenza.

Infine, il DM 15 luglio 2003, n. 388, in attuazione dell'art. 15, comma 3, prima citato, integra e regola il pronto soccorso aziendale.

Le misure devono essere conosciute da chi maneggia i gas tossici al fine di attuare le norme cautelative e di pronto intervento, così come richiamate dal DM 9 maggio 1927 prima citato.

In questa breve esposizione tratteremo delle misure generali di pronto soccorso, rimandando alle schede le misure specifiche di emergenza sanitaria per ciascun gas tossico.

2.2. NORME DI COMPORTAMENTO IN CASO DI INCIDENTE

Lo scopo del primo soccorso è:

- salvare la vita;
- prevenire il peggioramento delle ferite o dei malori;
- aiutare la ripresa dell'infortunato.



Di seguito (figura 1) vengono illustrate le operazioni essenziali ed irrinunciabili a cui attenersi in caso di incidente in cui vi siano persone colpite da eventi traumatici e/o da esposizione acuta a "gas tossici". Tali procedure devono essere scritte in via preventiva.

2.2.1. PRIMA FASE DEL SOCCORSO

Nella prima fase del soccorso vengono illustrate le norme essenziali ed obbligatorie di comportamento prima di valutare le condizioni dell'infortunato.

In caso di emergenza bisogna:

a) prima di tutto dare l'allarme secondo le procedure individuate dall'azienda: informando il designato di pronto soccorso, o il responsabile di reparto, o comunque una persona in grado di dare l'allarme;

b) munirsi di idonei mezzi di protezione, che sono stati previsti, a seconda del tipo di gas: tali dispositivi di protezione devono essere sempre a disposizione, adeguati al tipo di rischio ed in perfetta efficienza.

c) trasportare l'infortunato lontano dal luogo dell'incidente, possibilmente all'aria aperta, con la massima cautela, per evitare eventuali lesioni di natura traumatica o aggravare quelle preesistenti;

d) durante il trasporto evitare trazioni sulla colonna vertebrale o compressioni sul torace.

AVVERTENZA: lo spostamento dell'infortunato è una fase importante, se si è da soli afferrare l'infortunato per gli avambracci o i vestiti, sollevarlo e trascinarlo all'indietro.

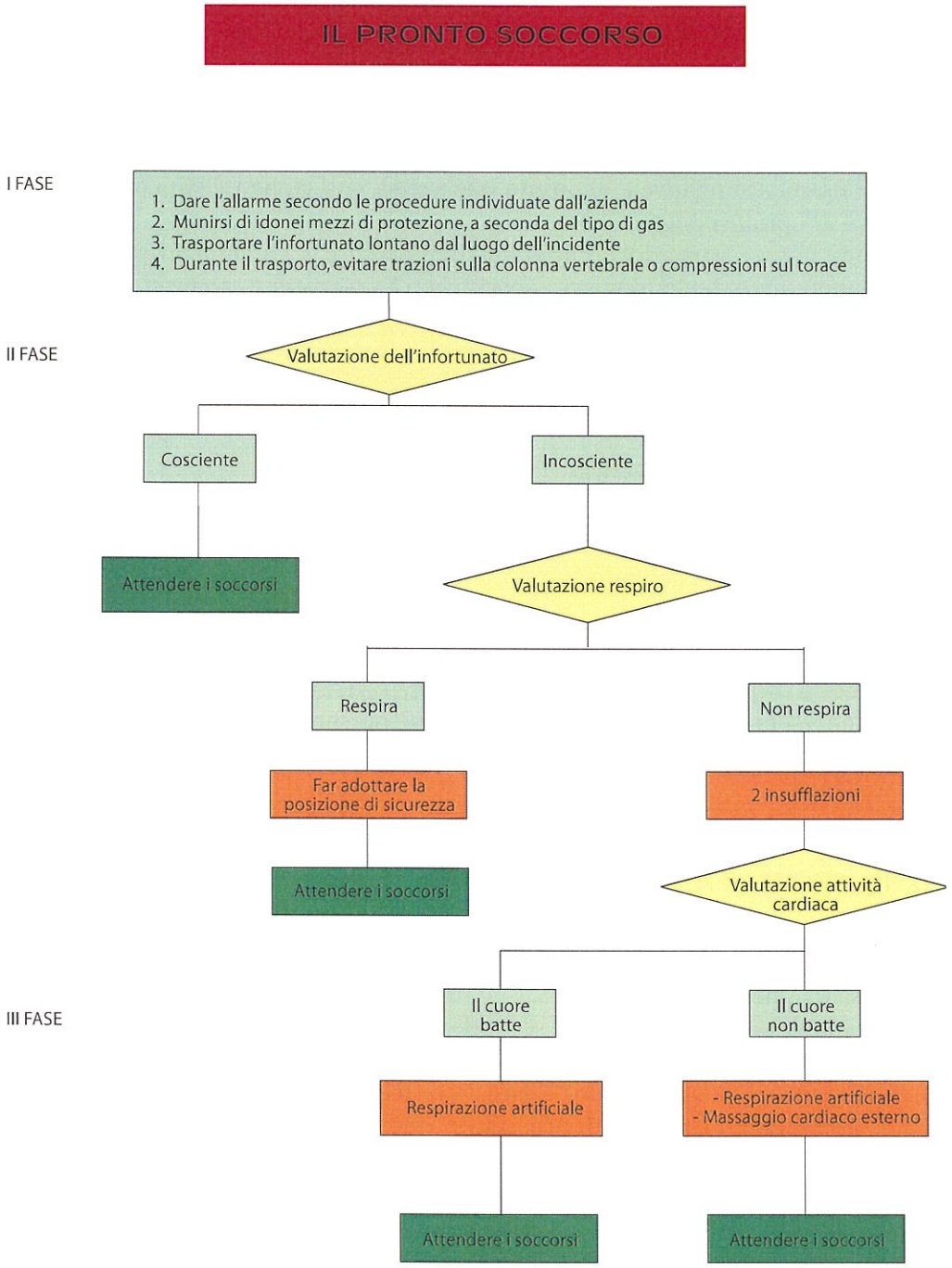


Figura 1. Le fasi del pronto soccorso

2.2.2. SECONDA FASE DEL SOCCORSO

La seconda fase illustra le azioni che potranno salvare una vita dal momento in cui ci troviamo da soli con l'infortunato e dobbiamo decidere cosa fare.

Pertanto si dovrà decidere se aiutare la respirazione, se attendere i soccorsi o se impegnarsi in una rianimazione cardiopolmonare.

Cosa fare? In presenza di un infortunato grave a causa di una intossicazione da gas tossico nell'ordine:

a) bisogna accertarsi se l'infortunato è cosciente o incosciente.

L'infortunato è **incosciente** se non risponde alle domande né agli stimoli; l'infortunato è completamente *inerte.*

Una persona inerte può respirare o non respirare.

L'infortunato è **cosciente** se risponde alle domande e/o agli stimoli come ad esempio una stretta di mano.
Se l'infortunato è cosciente **respira e il cuore batte.**

In sintesi
Una persona cosciente respira e ha il cuore che batte: il soccorritore sceglierà una situazione di attesa, aspetterà i soccorsi più qualificati – 118 – se non ci sono altre emergenze sanitarie.

b) bisogna accertarsi se l'infortunato respira o non respira.

Incosciente che **respira**	Incosciente che **non respira**
L'infortunato incosciente respira se: - il suo torace si solleva e si abbassa ciclicamente; - si avverte l'alito; - il colorito della pelle è roseo.	L'infortunato incosciente non respira se: - il suo torace è immobile; - non si avverte l'alito; - il colorito della pelle è bluastro.
In sintesi Una persona incosciente **respira e ha il cuore che batte**: il soccorritore sceglierà una situazione di attesa, aspetterà i soccorsi più qualificati – 118 – se non ci sono altre emergenze sanitarie.	*In sintesi* Abbiamo un infortunato incosciente che **non respira**, e su cui dobbiamo valutare se il cuore batte o non batte.

Riprendiamo i concetti del punto "b":

Incosciente che **respira**

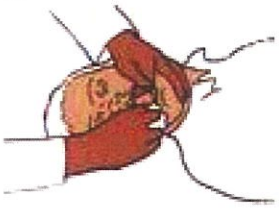
L'infortunato incosciente respira se:
- il suo torace si solleva e si abbassa ciclicamente;
- si avverte l'alito;
- il colorito della pelle è roseo.

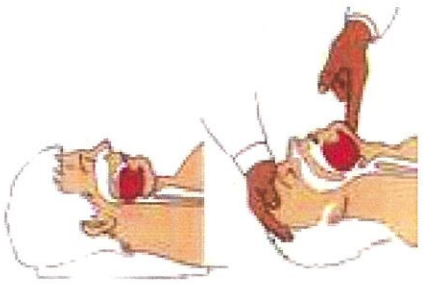
AVVERTENZA: in un soggetto incosciente bisogna valutare attentamente lo stato della respirazione. Infatti, la lingua che cade all'indietro e altri corpi estranei quali caramelle, protesi dentarie, vomito e saliva possono ostacolare la respirazione. In questi casi bisogna intervenire per liberare le vie aeree ed evitare il soffocamento.

I GAS TOSSICI

Prima di valutare lo stato respiratorio dell'infortunato bisogna:

- posizionare il soggetto coricato sul dorso su un piano rigido o a terra con capo, tronco e arti allineati;
- allentare gli indumenti costrittivi (cravatta, colletto ecc.);
- aprire la bocca e controllare rapidamente con lo sguardo che non sia ostruita; se necessario procedere alla rimozione di materiale ostruttivo visibile;





- portare il capo della vittima all'indietro ponendogli una mano sulla fronte (iperestensione del capo) e le due dita dell'altra mano sotto il mento (sollevamento della mandibola): queste manovre permetteranno lo spostamento della lingua e il passaggio dell'aria nelle vie aeree.

AVVERTENZA: mai eseguire le manovre sopradescritte ad un soggetto cosciente.

Ora possiamo soffermarci a valutare la respirazione. Se:

- il torace si muove,
- sentiamo il rumore dell'aria respirata,
- odoriamo l'alito della vittima sulla nostra cute per almeno 10 secondi,

abbiamo una persona incosciente che respira e ha conseguentemente il cuore che batte; il soccorritore avrà una situazione di attesa: aspetterà i soccorsi più qualificati (emergenza 118), se non ci sono altre emergenze sanitarie.

Nell'attesa dell'arrivo dei soccorsi, il soccorritore deve mantenere libere le vie aeree e porre il soggetto *in posizione laterale di sicurezza*.

Questa posizione evita rischi di soffocamento da lingua, vomito, sangue, saliva ecc. ed è una posizione indicata per malori e per traumatismi modesti.

Fasi illustranti le manovre utili per raggiungere la posizione laterale di sicurezza:



Incosciente che **non respira**

L'infortunato incosciente non respira se:
- il suo torace è immobile;
- non si avverte l'alito;
- il colorito della pelle è bluastro.

In questo caso abbiamo un infortunato incosciente che non respira e può:
a) avere il cuore che batte, oppure
b) avere il cuore che non batte (arresto cardiaco).
Pertanto è necessario valutare se il cuore batte o non batte.

Valutazione dell'attività cardiaca:
• dopo aver effettuato due insufflazioni iniziali, il soccorritore rileverà la presenza di attività cardio-circolatoria;
• per valutare se il cuore batte, mantenere il capo esteso e palpare delicatamente con due dita (escluso il pollice) il solco tra la trachea e i fasci muscolari del collo, per almeno cinque secondi e non più di dieci. Se il cuore batte, si sentiranno le pulsazioni;



• se le pulsazioni sono presenti, continuare la respirazione artificiale (insufflazioni) ad un ritmo di 12 insufflazioni al minuto – cioè una ogni cinque secondi – fino alla ripresa del respiro spontaneo (secondo la tecnica illustrata nella terza fase del soccorso).

2.2.3. TERZA FASE DEL SOCCORSO

Adesso ci troviamo nella fase più impegnativa e delicata, dobbiamo agire dopo avere valutato le condizioni dell'infortunato:

a) Infortunato **incosciente** che **non respira**, ma il suo **cuore batte**:
il soccorritore darà immediatamente inizio alla *respirazione artificiale* (tecnica bocca a bocca).

b) Infortunato **incosciente** che **non respira** e il suo **cuore non batte**:
il soccorritore darà immediatamente inizio al *massaggio cardiaco esterno* ed alla *respirazione artificiale* (tecnica bocca a bocca).

AVVERTENZA: si raccomanda di non venire a contatto con il materiale biologico organico dell'infortunato, quale sangue, saliva, lacrime, rigurgito, per evitare la trasmissione di malattie come l'epatite virale o l'aids. Prima di iniziare la respirazione bocca a bocca bisogna munirsi di maschera con un dispositivo di protezione.

Infatti, esiste un modello di maschera di rianimazione dotata di valvola di non ritorno e filtro biologico monouso (la valvola non permette al materiale biologico di venire a contatto con la bocca del soccorritore). Questa maschera, che si usa sull'infortunato per praticargli la respirazione artificiale, essendo trasparente permette di valutare che le vie aeree siano libere. In mancanza di tale maschera si può utilizzare un fazzoletto.

Riprendiamo di seguito i concetti e spieghiamo le tecniche.

a) Infortunato **incosciente** che **non respira**, ma il suo **cuore batte**:
il soccorritore darà immediatamente inizio alla *respirazione artificiale* (tecnica bocca a bocca) la cui tecnica è descritta nei passi successivi.

I punti da osservare per praticare la respirazione artificiale (tecnica bocca a bocca):

- mantenere il capo del soggetto in iperestensione e sollevare il mento con due dita, pinzare il naso della vittima con il pollice e l'indice della mano appoggiata sulla fronte;
- inspirare profondamente ed applicare la propria bocca sulla bocca del soggetto, avvolgendola tutta e aderendo bene sulla bocca; utilizzare la maschera in dotazione o fazzoletto. Insufflare lentamente l'aria nella bocca del paziente in modo da spingerla nei polmoni – una insufflazione completa deve durare due secondi; mentre si insuffla guardare che il torace si innalzi;



- mantenendo sempre iperesteso il capo della vittima staccarsi, sollevandosi leggermente per inspirare e per permettere al soggetto di espirare; intanto controllare con lo sguardo (testa girata di lato) che il torace si abbassi.



Tra un'insufflazione e la successiva si contino 5 secondi.

AVVERTENZA: la respirazione va continuata fino alla ripresa spontanea della respirazione o fino all'arrivo di soccorsi più specializzati.

La respirazione artificiale in caso di intossicazione con gas molto irritanti va praticata con molta cautela.

b) Infortunato **incosciente** che **non respira**, ma il **suo cuore non batte**:
il soccorritore darà immediatamente inizio al *massaggio cardiaco esterno* ed alla *respirazione artificiale* (tecnica bocca a bocca).

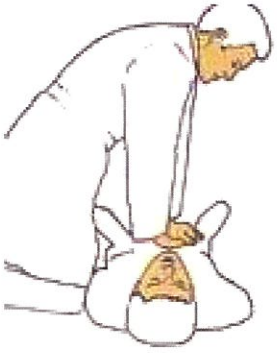
Abbiamo un infortunato con un **arresto cardiaco**. L' arresto cardiaco è una conseguenza dell'arresto respiratorio, prolungato per più di 7-8 minuti ed è dovuto

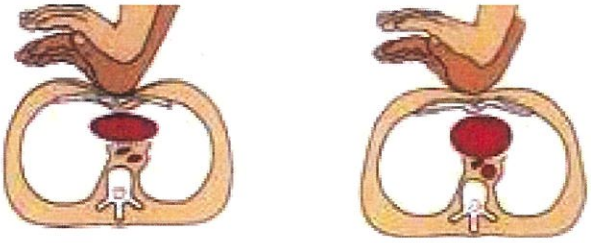
alla mancanza di ossigeno. Da qui l'importanza di intraprendere al più presto la respirazione artificiale con il massaggio cardiaco e di dare l'allarme.

Entro 4 minuti dall'arresto cardiaco, bisogna iniziare le **compressioni toraciche** (massaggio cardiaco esterno) **alternate alle insufflazioni**; la tempestività nell'inizio di queste manovre è fondamentale in quanto un'attesa prolungata comporterà danni irreversibili al cervello.

Posizione dell'infortunato a cui praticare il massaggio cardiaco esterno:

- l'infortunato deve essere disteso sul dorso (supino) su un piano duro e liscio;
- il soccorritore è in ginocchio al fianco della vittima;
- l'area di compressione è la metà inferiore dello sterno.





Modalità del massaggio cardiaco esterno:

- le braccia sono tenute tese perpendicolari allo sterno;
- il soccorritore comprime ritmicamente il torace, abbassandolo di circa 3,5-5 cm;
- le compressioni dovranno essere circa 80 al minuto.

Bisogna mantenere il ritmo di 15 compressioni seguite da 2 insufflazioni.
Continuare la rianimazione in attesa dell'arrivo di soccorsi più specialistici.



2.2.4. VALUTAZIONE DELLE EMORRAGIE ESTERNE

Abbiamo valutato i comportamenti da tenere nella maggior parte delle situazioni determinate da eventuali intossicazioni da gas tossici.

Può succedere che l'infortunato presenti una situazione emorragica ovvero una fuoriuscita di sangue da uno o più vasi. Le emorragie esterne sono classificate in:

- *arteriose*: quando il sangue è di colore rosso vivo e sprizza a zampilli intermittenti;
- *venose*: quando il sangue è di colore rosso scuro e cola con flusso lento e continuo.

Primo soccorso delle emorragie semplici – venose

In questi casi non vi è rischio di vita, occorre tamponare la ferita con un fazzoletto piegato in quattro o un tampone di garza.

Attendere i soccorsi – il designato di pronto soccorso dell'azienda.

Evitare il contatto con il sangue indossando guanti in dotazione o adoperando una busta di plastica.

Primo soccorso delle emorragie gravissime arteriose: pericolo di vita

Non basta comprimere sulla ferita, ma occorre comprimere una parte dell'arteria che produce l'emorragia, a monte della ferita lungo il suo decorso.

Il soccorritore mantiene la compressione fino all'arrivo di soccorsi più specializzati.

I punti di compressione sono diversi a seconda dell'arteria interessata:

1) carotide;
2) succlavia;
3) ascellare;
4) omerale;
5) femorale.

AVVERTENZA: durante le manovre di soccorso, esiste la possibilità di venire a contatto con materiale biologico (sangue o sangue misto a saliva, lacrime, vomito). È importante proteggere la pelle, le mucose e gli occhi da contatti accidentali indossando sempre guanti di protezione e visiera. Ogni eventuale contatto accidentale con materiale biologico va segnalato al designato di pronto soccorso o al medico.

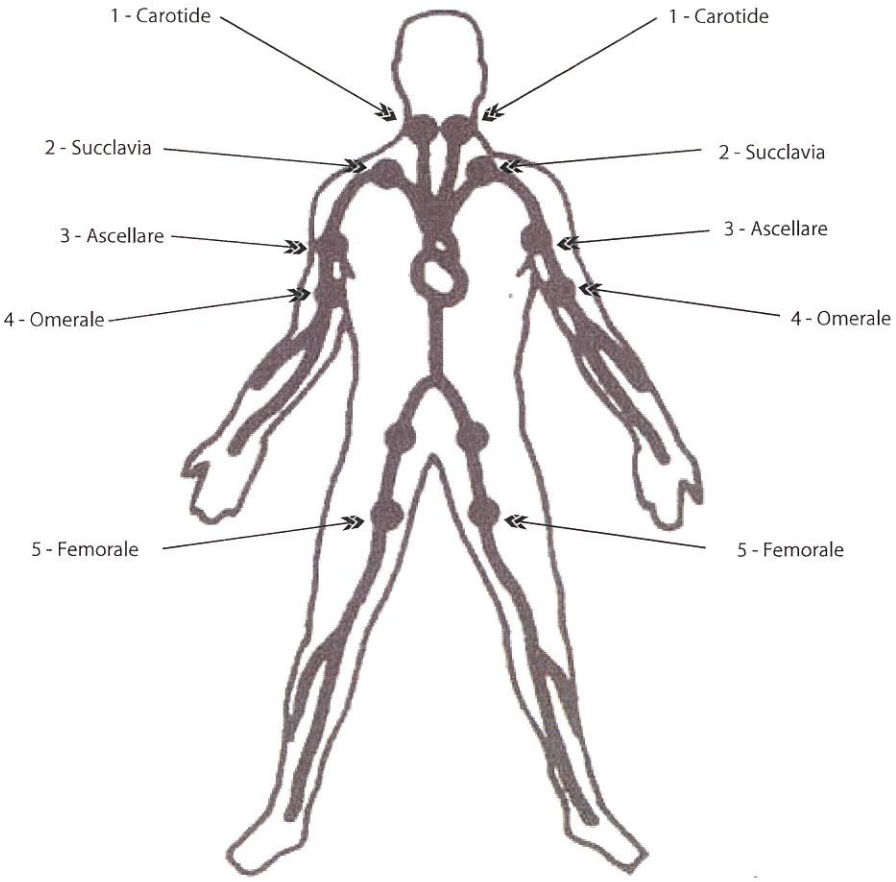


Figura 2. Punti di compressione

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Qual è lo scopo del primo soccorso?

– salvare la vita;
– prevenire il peggioramento delle ferite o dei malori;
– aiutare la ripresa dell'infortunato.

Cosa fare in caso di sospetta emergenza da gas tossici?

Dare prima di tutto l'allarme secondo le procedure individuate dall'azienda.

Quando l'infortunato è cosciente?

Se risponde alle domande e/o agli stimoli come, ad esempio, una stretta di mano.

Quando è incosciente?

Se non risponde alle domande né agli stimoli, è completamente inerte.

Quando l'infortunato respira?

Quando il suo torace si solleva e si abbassa ciclicamente, si avverte l'alito, il colorito della pelle è roseo.

Qual è la posizione laterale di sicurezza?

È una posizione che evita rischi di soffocamento da lingua, vomito, sangue, saliva ecc. È una posizione indicata per malori e per traumatismi modesti.

Quando l'infortunato non respira?

Quando:
– il torace è immobile;
– non si avverte l'alito;
– il colorito della pelle è bluastro.

Nella respirazione bocca a bocca, quanto tempo deve passare tra un insufflazione e la successiva?

Cinque secondi.

In caso di emorragia semplice venosa, quali sono le manovre da fare?

Non vi è rischio di vita – tamponare con un fazzoletto piegato in quattro o un tampone di garza e attendere i soccorsi.

In caso di respirazione bocca a bocca cosa bisogna evitare?

Evitare il contatto con materiali quali saliva, sangue, lacrime e munirsi di un dispositivo di protezione (mascherina o fazzoletto).

Capitolo terzo

Nozioni generali elementari di fisica e chimica
Contenitori e trasporto dei gas tossici

3.1. I PASSAGGI DI STATO

Le sostanze con cui veniamo a contatto, tutto ciò che ci circonda, quindi la materia, si presenta in tre stati fondamentali che vengono chiamati stati fisici o di aggregazione della materia, e sono: lo stato solido, lo stato liquido e lo stato aeriforme (gassoso):

- **stato solido**: i solidi possiedono una forma ed un volume propri, ben definiti; un solido non cambia forma e volume se non è sottoposto ad azioni meccaniche;
- **stato liquido**: i liquidi, pur avendo un proprio volume, non hanno una forma definita, ma assumono quella del recipiente che li contiene. Infatti, se versiamo un liquido in recipienti diversi, esso assumerà la forma dei vari recipienti;
- **stato aeriforme**: i gas non hanno nemmeno un proprio volume e quindi occupano tutto lo spazio disponibile all'interno del recipiente in cui vengono immessi.

Osserviamo per esempio il comportamento dell'aria che è un gas invisibile, e vediamo cosa succede quando si gonfia un palloncino o la camera d'aria di una bicicletta: immettendo l'aria nel palloncino o nella camera d'aria, questi si gonfiano e l'aria occuperà lo spazio delimitato da questi due contenitori; se questi vengono bucati, la stessa quantità d'aria che prima era compressa in un volume limitato si espanderà nello spazio circostante. Questo avviene perché l'aria, come gli altri gas, non ha né forma né volume propri ed è quindi comprimibile ed elastica.

Lo stato aeriforme comprende i gas ed i vapori.

I gas sono quelli che in condizioni normali (20 °C e 760 mm di pressione) si trovano allo stato aeriforme (aria, gas di città, anidride carbonica, ecc.).

I vapori sono quelle sostanze che in condizioni normali sono liquide o solide, ed assumono lo stato aeriforme per riscaldamento (vapor d'acqua, di alcool, di benzina).

Per rappresentare visivamente **la differenza tra gli stati liquido e gassoso**, immaginiamo di avere una bottiglia della capacità di un litro; se vi versiamo mezzo litro d'acqua, questa prenderà la forma della bottiglia e occuperà metà dello spazio disponibile.

I GAS TOSSICI

Se immettiamo un volume di gas minore della capacità della bottiglia, questo, non avendo un volume proprio, occuperà tutto lo spazio disponibile e riempirà perciò tutta la bottiglia.

Una proprietà molto importante dell'acqua è quella di aumentare di volume quando solidifica; questo fa sì che le piccolissime gocce d'acqua da cui è formata l'umidità, quando congelano per il rapido abbassamento della temperatura, solidifichino in piccoli cristalli di ghiaccio che occupano un volume maggiore.

(Questo fenomeno ci interesserà, come vedremo in seguito, quando parleremo degli inconvenienti legati alla presenza di tracce di umidità nelle bombole).

Facendo variare la temperatura e la pressione è possibile far passare una sostanza da uno stato di aggregazione all'altro. **In pratica una stessa sostanza, riscaldata o raffreddata, può passare da uno stato fisico all'altro.**

Se mettiamo per esempio un po' d'acqua nel congelatore, dopo poco tempo questa diventa ghiaccio (solidificazione); se un pezzetto di ghiaccio viene lasciato in un bicchiere, dopo pochi minuti questo si scioglie e ridiventa acqua (fusione).

Quando si dimentica sul fuoco un pentolino pieno d'acqua, dopo un po' nel pentolino non resta più niente perché tutta l'acqua da liquida è passata allo stato aeriforme trasformandosi in vapor d'acqua (vaporizzazione).

Se la temperatura esterna dell'ambiente in cui ci troviamo è sufficientemente bassa, il vapor acqueo del nostro respiro a contatto con il vetro freddo di una finestra lo appanna formando delle minutissime goccioline d'acqua (condensazione).

Se lasciamo trascorrere alcuni mesi dopo aver messo le palline di naftalina fra i vestiti nell'armadio per tenere lontano le tarme, non le troveremo più e sentiremo un odore forte e penetrante, a conferma della sua presenza; la naftalina è passata direttamente allo stato aeriforme (sublimazione).

Lo scambio di calore (o di energia) con variazione di temperatura e pressione tra la sostanza interessata e l'ambiente esterno, origina quello che viene chiamato cambiamento o passaggio di stato (tabella 1).

Stato iniziale	Stato finale	Nome della trasformazione
solido	liquido	fusione
solido	gas	sublimazione
liquido	gas	vaporizzazione
gas	liquido	condensazione (liquefazione)
liquido	solido	solidificazione (congelamento)

Tabella 1. Passaggi di stato

Per far evaporare o fondere una sostanza occorre fornire del calore che viene misurato in calorie per chilogrammo (cal/kg).

Cal/kg è la quantità di calore che occorre fornire ad un chilogrammo della sostanza in condizioni di pressione normale perché si verifichi il cambiamento di stato ed è caratteristico per ogni sostanza.

Il calore necessario per far fondere una sostanza liquida si chiama **calore di fusione**.

Il calore necessario per far evaporare una sostanza solida si chiama **calore di vaporizzazione**.

Caloria (cal): è la quantità di calore necessaria per far aumentare di 1 °C, da 14,5 a 15,5 °C, la temperatura di 1 g di acqua distillata a livello del mare.

Chilocaloria (kcal): è la quantità di calore necessaria per far aumentare di 1 °C, da 14,5 a 15,5 °C, la temperatura di 1 kg di acqua distillata a livello del mare.

Calore specifico: il calore specifico di una sostanza è la quantità di calore (espresso in calorie) necessaria per far aumentare di 1 °C la temperatura di 1 grammo di quella sostanza.

3.1.1. COSA SONO I GAS

Come si è visto, la materia si presenta nei tre stati di aggregazione: solido, liquido, aeriforme o gassoso.

Tutte le sostanze sono formate da un insieme di particelle piccolissime (chiamate molecole). Mentre nei liquidi e nei solidi queste particelle sono molto vicine le une alle altre, nei gas sono fra loro molto distanti e sono in continuo movimento. Questo fa sì che i gas tendano ad occupare tutto lo spazio disponibile; così facendo, quando un gas si trova rinchiuso in un recipiente, le sue particelle che cercano di espandersi urteranno sulle pareti esercitando **una spinta o forza che viene definita con il nome di pressione**.

Aumentando la temperatura, le particelle si muoveranno ancora più velocemente e crescerà così il numero e la frequenza degli urti contro le pareti e quindi in definitiva aumenterà la pressione.

In base a quanto detto si può comprendere il fatto che un gas diminuisca di volume quando viene assoggettato ad una pressione e perché la stessa cosa non si verifichi nel caso di un liquido o di un solido.

I gas in genere hanno la proprietà di riscaldarsi quando vengono compressi e di raffreddarsi quando vengono fatti espandere.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Perché un gas può essere compresso ed un liquido no?

Quando un gas è sottoposto ad una certa pressione, la particelle di cui è costituito, essendo molto distanti fra loro, possono essere avvicinate e quindi compresse e occupare così un volume minore; nel caso di un liquido le particelle sono così vicine da non avere più spazio disponibile per essere avvicinate ulteriormente, per quanto alta sia la pressione applicata.

Cosa avviene in una bombola che contiene un gas quando questa è esposta ad una fonte di calore?

La temperatura all'interno aumenta, il gas cerca di espandersi ed esercita una pressione crescente sulle pareti della bombola.

Quali sono le unità di misura utilizzate per esprimere la concentrazione massima tollerabile di esposizione ad un gas?

Le concentrazioni vengono espresse in ppm (parti per milione) o in mg/mc (milligrammi per metro cubo).

Come può essere rivelata in un ambiente la presenza di un gas in seguito a perdite da un impianto o da una bombola?

Si utilizzano apposite cartine indicatrici o apparecchi rivelatori a fialette (Dräger) con i quali il singolo gas viene rilevato già a concentrazioni di 0,5 ppm.

3.2. L'ARIA ED I SUOI COMPONENTI

L'aria è un miscuglio di vari gas; è inodore, incolore ed insapore e non è visibile anche se è presente in quantità immensa e avvolge la Terra formando l'atmosfera.

Volendo possiamo renderla visibile con un semplice accorgimento alla portata di tutti. Proviamo infatti a bucare il nostro palloncino gonfio dopo averlo immerso in una bacinella piena d'acqua; le bollicine che fuoriescono e salgono rapidamente in superficie non sono altro che l'aria contenuta nel palloncino.

L'aria che respiriamo è composta da:

- ossigeno (21%);
- azoto (79%);
- altri gas in minore quantità (anidride carbonica, vapor acqueo, gas rari).

L'*ossigeno* è indispensabile alla respirazione; è un energico ossidante, è l'elemento indispensabile per mantenere la combustione cellulare.

L'*azoto* è il componente presente in quantità maggiore nell'aria ed è un gas inerte. La sua funzione è quella di diluire l'ossigeno che, se fosse da solo, a causa delle sue forti capacità ossidanti, potrebbe provocare la combustione immediata delle sostanze, dei tessuti organici e quindi delle stesse cellule che costituiscono gli esseri viventi.

L'anidride carbonica viene prodotta in tutti i processi di combustione oltre che dalla respirazione degli esseri viventi.

Nella respirazione viene consumato il 5% dell'ossigeno e l'aria che viene emessa risulta composta da:

- ossigeno (16%);
- azoto (79%);
- anidride carbonica (4%);
- vapor d'acqua (1%).

La percentuale minima di ossigeno nell'aria che permette ancora un efficace scambio con l'emoglobina del sangue e l'ottenimento di una saturazione arteriosa normale è il 16%. Valori inferiori producono una saturazione ridotta.

Se l'ossigeno supera il 22-23% l'organismo viene a trovarsi in condizioni in cui possono verificarsi alterazioni delle funzioni vitali per l'esplicarsi dell'azione tossica dell'ossigeno.

L'anidride carbonica viene emessa nell'espirazione e, quando è presente in concentrazione superiore al 5% nell'ambiente, provoca danni all'organismo (mal di testa, respiro affannoso, malessere generale).

3.3. AZIONE DEI GAS SULL'ORGANISMO

I gas dal punto di vista della loro azione sull'organismo si possono classificare come:

- **asfissianti**: diminuiscono la quantità di ossigeno nell'aria inspirata impedendo così l'ossigenazione del sangue nei polmoni (azoto, anidride carbonica, gas inerti);
- **soffocanti**: alterano i tessuti dell'apparato respiratorio impedendone la relativa funzione (ammoniaca, cloro, fosgene);
- **tossici**: agiscono sul sistema nervoso centrale, sul sistema circolatorio, sul sistema respiratorio o sul trasporto dell'ossigeno (acido cianidrico, ossido di carbonio).

3.4. TEMPERATURA, PRESSIONE E VOLUME

La misura del calore di un corpo viene data dalla temperatura (t). La temperatura si misura con il termometro (a mercurio, ad alcool) in gradi centigradi (°C).

La scala termometrica normalmente usata è quella centigrada o di Celsius, che va da 0 a 100 (0 gradi corrispondono alla temperatura del ghiaccio fondente e 100 gradi a quella del vapor d'acqua). Quando due corpi a temperatura diversa sono tra loro a contatto, il calore passerà da quello più caldo a quello più freddo.

La forza che si esercita su di un corpo per unità di superficie prende il nome di pressione (p). La pressione si misura comunemente in atmosfere (atm) o in chilogrammi per centimetro quadrato (kg/cm^2).

La pressione che grava su ogni cm^2 della superficie terrestre al livello del mare è quella che corrisponde al peso di una colonna di mercurio alta 760 mm e con sezione di 1 cm^2 e si chiama pressione atmosferica.

Dal momento che la sezione del tubo è di 1 cm^2 e sapendo che 1 cm^3 di mercurio pesa 13,59 grammi, posso calcolare il peso della colonnina di mercurio alta 76 cm che fa da equilibrio alla pressione atmosferica:

$$13{,}59 \text{ grammi} \times 76 \text{ cm} = 1033 \text{ grammi per } cm^2$$

Questo valore è stato scelto come unità di misura delle pressioni e viene chiamato atmosfera (atm). L'unità di misura in cui si esprime più comunemente è il kg/cm^2:

$$1 \text{ atm} = 1{,}033 \text{ kg/cm}^2 = 1033 \text{ g/cm}^2$$

Le relazioni che esistono tra temperatura, pressione e volume di un gas sono molto importanti perché sono utili per comprendere il comportamento dei gas allo stato libero e quando questi vengono compressi in bombole.

Temperatura costante: per una certa quantità di gas quando si raddoppia la pressione, il volume si riduce della metà e viceversa quando si diminuisce la pressione il volume aumenta in proporzione.

Volume costante: aumentando la temperatura del gas in una bombola che ha un volume fisso, il gas cerca di espandersi ed esercita una pressione crescente sulla parete interna della bombola stessa

3.4.1. PRESSIONE E TEMPERATURA CRITICHE

Per ogni gas esiste una temperatura al di sopra della quale il gas non può essere liquefatto, qualunque sia la pressione a cui lo si sottopone; questa temperatura si chiama **temperatura critica del gas**.

Similmente la pressione necessaria per liquefare un gas alla sua temperatura critica si chiamerà **pressione critica**.

3.4.2. LIQUEFAZIONE DI UN GAS

Alcuni gas possono essere liquefatti a pressione ambiente semplicemente abbassando la temperatura al di sotto del punto di ebollizione; per altri invece è necessario diminuire la temperatura e applicare una pressione elevata.

Ad esempio l'anidride solforosa viene liquefatta raffreddandola a –10 °C, l'anidride carbonica si liquefa alla temperatura ordinaria ma sotto la pressione di 73 atm.

Si tenga presente, per quanto detto, che per liquefare un gas è necessario portarlo alla sua temperatura critica e sottoporlo ad un sufficiente valore di pressione; a meno che il gas non si trovi già al di sotto della temperatura critica in condizioni di temperatura ambiente. Infatti per liquefare l'ammoniaca non occorre raffreddarla in quanto la sua *t* critica è +132,4 °C.

3.5. DENSITÀ E PESO SPECIFICO

Densità e peso specifico esprimono in modo preciso il concetto altrimenti non ben definibile di sostanza pesante e sostanza leggera.

Infatti è noto che sostanze diverse e con volumi uguali quasi sempre presentano un peso diverso (il concetto risulta molto chiaro quando si pensi alla differenza che esiste fra queste due unità di misura quando si confrontano una scatola piena di piume ed una uguale ma piena di chiodi).

Il peso specifico assoluto (p.spec.) è definito come il peso dell'unità di volume di una sostanza. Se si divide il peso di un corpo (espresso in grammi) per il suo volume (espresso in millilitri) si ottiene il peso di un millilitro (cioè dell'unità di volume) della sostanza di cui il corpo è costituito. Questo valore rappresenta il peso specifico di una determinata sostanza. Ad esempio, quando si dice che la benzina ha p.spec.

0,7, significa che 1 ml di benzina pesa 0,7 grammi o che 1 litro pesa 700 grammi.

Analogamente se il p.spec. dell'aria è 1,3 vuol dire che 1 litro pesa 1,3 grammi e quindi che 1 metro cubo peserà 1,3 chilogrammi (1 m^3 = 1000 litri).

Il peso specifico relativo è dato dal rapporto fra il peso di un determinato volume di una sostanza ed il peso di un ugual volume di un'altra sostanza presa come riferimento.

Per i solidi ed i liquidi la sostanza presa come riferimento è l'acqua misurata solitamente a 20 °C; per le sostanze aeriformi si assume come riferimento l'aria.

3.6. SOLUZIONI, ACIDI E BASI, pH

Soluzioni

Per soluzione si intende un sistema omogeneo (miscuglio in cui non si distinguono più i singoli componenti) nel quale i componenti possono essere separati per mezzo di cambiamenti di stato (evaporazione, congelamento, cristallizzazione, ecc.).

Se aggiungo una sostanza solida in un liquido (per esempio zucchero in acqua) e mescolo, vedo che a poco a poco questa scompare ed il liquido da torbido che era diventa di nuovo limpido; questo significa che la sostanza si è sciolta nell'acqua e si è formato un miscuglio in cui i componenti, nel nostro caso lo zucchero e l'acqua, non si distinguono più. Un miscuglio di questo tipo si dice omogeneo e si chiama soluzione.

Acidi

Un acido in soluzione acquosa libera una particella chiamata ione idrogeno (H^+) che è responsabile dell'acidità della soluzione.

Con il termine "acido" si identifica una serie di composti che in soluzione acquosa hanno la proprietà di:

- colorare una cartina di tornasole in rosso;
- reagire con alcuni metalli liberando idrogeno;
- reagire con le basi per formare sali ed acqua.

Basi

Una base in soluzione acquosa libera una particella chiamata ione ossidrile (OH^-) che è responsabile della basicità della soluzione.

Con il termine "base" si identifica una classe di sostanze che in soluzione acquosa hanno la proprietà di:

- colorare una cartina di tornasole in blu;
- reagire con gli acidi per formare sali ed acqua.

Neutralizzazione

Gli acidi reagiscono con le basi e viceversa, formando dei composti chiamati "sali". Questa reazione generale è chiamata reazione di neutralizzazione.

Un esempio di reazione di neutralizzazione è quello rappresentato dalla reazione tra una sostanza basica (o alcalina) come l'idrossido di sodio (NaOH) ed un acido come l'acido cloridrico (HCl) che in soluzione acquosa si combinano per dare un sale, il cloruro di sodio (NaCl).

pH

Si è visto che, in soluzione acquosa, acidi e basi si dissociano più o meno completamente liberando ioni idrogeno (H^+) e ioni ossidrile (OH^-).

L'effettiva acidità di una soluzione dipende dalla quantità di ioni idrogeno presenti in soluzione, cioè dalla loro concentrazione. Il valore della concentrazione di ioni idrogeno viene convenzionalmente espresso mediante il pH.

Nell'uso comune il grado di acidità o di basicità di una soluzione viene misurato secondo una scala di valori basata sul grado di acidità, detto pH. La scala dei valori di pH è compresa tra 0 e 14.

Quando in una soluzione sono presenti ioni idrogeno e ioni ossidrile in uguale concentrazione, il pH assume valore uguale a 7 e la soluzione è neutra.

In presenza di concentrazioni superiori di ioni idrogeno questi valori saranno inferiori a 7 e la soluzione sarà acida.

Quando il pH assumerà valori superiori a 7, a causa della presenza di quantità superiori di ioni ossidrile, la soluzione sarà basica (tabella 2).

Soluzione acida	Prevalenza di ioni H^+	pH < 7
Soluzione neutra	Ioni H^+ OH^- in quantità uguale	pH = 7
Soluzione basica	Prevalenza di ioni OH^-	pH > 7

Tabella 2. pH. Schema riepilogativo

Per controllare se una sostanza o una soluzione sono acide o basiche rapidamente ed in modo molto semplice, si possono utilizzare gli indicatori, così chiamati perché assumono colorazioni diverse a seconda della loro acidità o basicità.

La cartina tornasole è formata da una strisciolina di carta impregnata con una sostanza vegetale, il tornasole appunto, che si colora in rosso in presenza di acidi e in blu in presenza di basi.

Se si utilizza una cartina indicatrice universale, costituita da un insieme di indicatori, si può avere, in corrispondenza dei diversi gradi di colore che questa assume, anche l'indicazione del pH della soluzione.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Qual è la grandezza che indica il grado di acidità di una sostanza?

Il pH.

Il pH di una soluzione è 12. Come sarà la soluzione: acida, basica, o neutra?

La soluzione sarà basica perché il valore di pH è maggiore di 7.

Il pH di una soluzione è 3. Come sarà la soluzione: acida, basica, o neutra?

La soluzione sarà acida perché il valore di pH è minore di 7.

Cosa si usa per controllare il grado di acidità di una soluzione?

Si utilizza un indicatore, la cartina di tornasole.

Cosa può succedere se in una vasca contenente una soluzione basica verso un acido?

Si possono formare dei sali e si possono svolgere sostanze tossiche.

3.7. LA COMBUSTIONE

La combustione è una reazione chimica che avviene per la rapida ossidazione di sostanze combustibili o infiammabili, con sviluppo di calore (esotermica), fiamma, fumo e gas caldi.

Affinché abbia luogo un processo di combustione e quindi un incendio occorre che si verifichi la presenza contemporanea di:

- combustibile (la sostanza che brucia);
- comburente (in genere l'ossigeno dell'aria);
- fonte d'innesco (superfici calde, scintille, fiamme, ecc.). La fonte d'innesco è necessaria per portare la sostanza combustibile ad una temperatura superiore a quella di accensione.

I combustibili che si combinano più facilmente con l'ossigeno dell'aria sono di origine organica e possono trovarsi in natura allo stato:

- solido (carbone, legno, materiali vegetali, ecc.);
- liquido (idrocarburi, oli, grassi, alcoli, ecc.);
- gassoso (metano, acetilene, idrogeno, ecc.).

I combustibili che ci interessano più da vicino sono quelli liquidi e gassosi.

Il rischio d'incendio di una sostanza infiammabile, allo stato liquido o gassoso, non deve mai essere sottovalutato e soprattutto deve sempre essere preso in considerazione nei casi di intervento dovuti a spandimenti o perdite.

Un liquido in condizioni standard di temperatura e pressione si trova in equilibrio con i vapori che emette. Questo vuol dire che ci sono un egual numero di particelle che dallo stato liquido passano allo stato di vapore e viceversa.

Quando un liquido, invece, è sottoposto ad un aumento di temperatura, questo equilibrio viene ad essere modificato e, se la temperatura raggiunta è pari a quella di infiammabilità o di esplosività, i vapori prodotti dal liquido nell'aria raggiungono una concentrazione tale da formare miscele infiammabili e/o esplosive, pericolose, in presenza d'innesco.

Il comportamento, agli effetti del rischio d'incendio, è caratterizzato dai seguenti parametri fisici:

- **temperatura o punto di accensione o di infiammabilità (flash point)**: è la temperatura al di sopra della quale il liquido infiammabile emette vapori in quantità sufficiente a formare con l'aria miscele capaci di incendiarsi in presenza di innesco;
- **temperatura o punto di accensione in aria**: è la temperatura minima alla quale il combustibile in presenza di aria dà origine e mantiene la combustione anche quando non vi è più apporto di calore;

• **temperatura o punto di autoaccensione**: è la temperatura minima alla quale il combustibile in assenza di aria dà origine e mantiene la combustione anche quando non vi è più apporto di calore.

3.8. CAMPO DI INFIAMMABILITÀ

L'intervallo di concentrazione del gas in miscela con l'aria all'interno del quale può avere origine l'incendio in seguito ad innesco viene chiamato campo di infiammabilità.

I valori dei limiti inferiore e superiore del campo di infiammabilità sono in funzione della temperatura e della pressione del gas.

3.9. CAMPO DI ESPLOSIVITÀ

Esiste un campo più ristretto del precedente, detto campo di esplosività, in cui la fiamma si sviluppa e si propaga con una velocità elevatissima, tale da creare le condizioni per una combustione violenta ed istantanea che degenera in esplosione.

È evidente che un liquido infiammabile sarà tanto più pericoloso quanto più bassa sarà la sua temperatura di infiammabilità e/o quanto più esteso risulta essere il campo di infiammabilità.

Tra due diversi gas, quello che può creare situazioni di maggior pericolo sarà quello con il campo di esplosività più esteso, e/o con il limite inferiore di infiammabilità più basso.

L'intervallo tra le due concentrazioni in volume nell'aria, all'interno delle quali esiste la possibilità che un gas si incendi ed esploda, viene indicato in tabella 3, dove viene presa in considerazione la percentuale di gas presente nel volume di aria di riferimento.

Gas	Campo di esplosività
Solfuro di carbonio	1,3% 50%
Ossido di etilene	3% 100%
Ammoniaca	15% 25%

Tabella 3. Campo di esplosività

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'ammoniaca e l'ossido di etilene sono sostanze infiammabili. Per quale delle due si possono verificare situazioni di rischio maggiore?

L'ossido di etilene si può incendiare e può dare origine ad esplosione già ad una concentrazione del 3% in volume con l'aria ed ha un campo di esplosività più esteso di quello dell'ammoniaca.

Cosa succede quando si raggiunge la temperatura di infiammabilità?

I combustibili liquidi emettono vapori infiammabili.

Che cos'è la temperatura di accensione?

È la temperatura alla quale il combustibile prende fuoco, mentre al di sotto di questa non può accendersi.

3.10. CONTENITORI PER GAS

Non avendo forma e volume proprio, i gas per poter essere custoditi e utilizzati vengono compressi all'interno di appositi contenitori che possono essere bombole, bomboloni, serbatoi, ecc.

Nel caso in cui il gas possieda una temperatura critica al di sopra della temperatura ambiente, lo si può liquefare impiegando pressioni non troppo alte.

Quando si trova in queste condizioni, se la temperatura del gas liquefatto raggiunge e supera il valore critico, tutto il liquido può evaporare istantaneamente e l'aumento di pressione che ne deriva fa esplodere il contenitore.

Per i gas compressi si deve tener conto della **pressione minima di carica** e per i gas liquefatti del **grado di riempimento**.

Quando si tratta di un gas compresso in bombola allo stato gassoso, è necessario che venga rispettata la pressione massima di carica, specifica per ogni gas, per evitare che l'eventuale dilatazione del gas provochi un eccessivo aumento di pressione con il rischio di far esplodere la bombola.

Nel caso di gas liquefatti si deve fare in modo di non riempire completamente la bombola con la fase liquida, ma si lascerà uno spazio libero che viene occupato dai vapori del gas stesso e che funziona da cuscinetto in grado di assorbire le dilatazioni del liquido che si verificano in seguito ad aumento della temperatura.

La parte del volume totale occupata dal liquido costituisce il grado di riempimento ed ha un valore predeterminato per ciascun gas.

Il grado di riempimento viene espresso in kg di prodotto per litro di capacità del contenitore.

Conoscendo il valore del grado di riempimento di un gas ed il suo peso specifico, si può calcolare quanto di quel gas può essere immesso nella bombola.

Peso specifico del gas x grado di riempimento/100 = quantità di gas in kg/l

Se invece, sapendo la quantità di gas presente nella bombola, si vuole conoscere il volume occupato dal gas allo stato liquido, basterà dividere il peso noto del gas per il suo peso specifico.

$$\frac{\text{Peso in kg del gas}}{\text{peso specifico del gas liquefatto}} = \text{volume occupato in litri}$$

Esempio

Grado di riempimento di una bombola di ammoniaca = 83%

Peso specifico dell'ammoniaca liquida = 0,64 kg/l

Quantità di ammoniaca in kg = 0,64 × (83:100) = 0,53 kg/l

Conoscendo ora il grado di riempimento in peso (0,53 kg/l) posso moltiplicarlo per il volume della bombola che voglio riempire ed ottengo il peso di ammoniaca equivalente. Basterà pertanto pesare la bombola controllando che il peso netto del gas corrisponda al valore calcolato. Se per esempio voglio riempire una bombola da 10 litri, il peso netto di ammoniaca sarà dato dal semplice calcolo seguente:

0,53 x 10 = 5,3 kg di ammoniaca

I recipienti che contengono i gas tossici sono in materiali diversi a seconda del tipo e dello stato in cui si trova la sostanza (tabella 4).

Vetro	Per sostanze solide, purché in quantità inferiore ad un chilogrammo (cianuri di sodio, potassio, ecc.)
Fusti metallici	Per sostanze solide o per quelle sostanze che in condizioni normali di *t* e *p* si presentano allo stato liquido
Bombole in acciaio	Per le altre sostanze che a *t* ambiente e *p* atmosferica sono allo stato di vapore (ammoniaca, cloro, anidride solforosa) e che nelle bombole si trovano come gas compresso, liquefatto o disciolto

Tabella 4. Materiali dei contenitori di gas tossici

I gas vengono distinti con il criterio della temperatura critica in:
- gas compressi: con temperatura critica < a –10 °C;
- gas liquefatti: con temperatura critica ≥ a –10 °C;
- gas disciolti: trasportati in soluzione in adatto solvente.

3.10.1. PARTI CHE COMPONGONO UNA BOMBOLA

Una bombola è costituita da:
- un cilindro d'acciaio senza saldature longitudinali chiuso ad un'estremità da un fondo bombato che poggia su di uno zoccolo ed all'altra estremità da un'ogiva che porta un bocchino filettato ed una banda colorata del colore distintivo del tipo di gas;
- una valvola o gruppo valvolare con valvola a spillo;
- un cappellotto.

Lo zoccolo serve a mantenere in piedi la bombola e tenere il fondo sollevato da terra per evitare urti, sfregamenti e corrosione a causa dell'umidità.

Il cappellotto avvitato sull'ogiva protegge il gruppo valvolare da urti ed è forato per permettere l'uscita del gas in caso di perdita della valvola.

La valvola o gruppo valvolare in cui è inserita la valvola del tipo a spillo per l'erogazione del gas è la parte più delicata della bombola. Il materiale di cui è

costituita non deve reagire con il gas contenuto e le guarnizioni di tenuta devono essere in fibra, lega metallica ad elevato tenore di piombo, teflon.

Per evitare che alla valvola venga applicato un riduttore di pressione usato per un gas non compatibile, per ogni tipo di gas i raccordi che servono a collegare la valvola con il riduttore differiscono per almeno una delle seguenti caratteristiche: senso della filettatura (destrorsa o sinistrorsa), numero dei filetti per pollice, imbocco a maschio e femmina.

3.10.2. COLLAUDI E REVISIONI

Le bombole e tutti i recipienti metallici, sia che contengano gas compressi che gas compressi e liquefatti, devono essere sottoposti a prove di collaudo e alle revisioni periodiche.

Il **collaudo** consiste principalmente nel controllo dei materiali, degli spessori, dello stato delle superfici interna ed esterna, in una prova idraulica.

Le **prove periodiche di revisione** controllano lo stato interno ed esterno della superficie della bombola, ripetono la prova idraulica e procedono alla nuova determinazione della tara.

In pratica le bombole per gas compressi vengono collaudate a 1,5 volte la pressione massima di carica (non inferiore comunque a 10 kg/cm^2).

3.10.3. PUNZONATURE

Sull'ogiva delle bombole vengono impresse delle scritte che permettono di identificare il gas contenuto e riportano le indicazioni relative alle caratteristiche tecniche necessarie al fabbricante, al collaudatore (per il riempimento) e all'utilizzatore.

Sono obbligatorie e su tutte le bombole è possibile leggere:

- pressione di carica in kg/cm^2 nei gas compressi;
- peso massimo di carica in kg per i gas liquefatti;
- capacità in litri del recipiente;
- tara in kg;
- data del collaudo;
- data della revisione.

3.10.4. ETICHETTATURA DELLE BOMBOLE

Con il DM 7 gennaio 1999, al fine di armonizzare le colorazioni distintive per l'identificazione delle bombole tra i vari Paesi della CE e agevolare la libera circolazione delle merci nei limiti della sicurezza durante il trasporto, il Ministero dei Trasporti prescrive specifiche misure per l'identificazione delle bombole con codici di colore delle ogive diverso da quello finora in uso in Italia.

Il decreto recepisce l'avvenuta pubblicazione della norma UNI EN 1089-3 "Bombole trasportabili per gas. Identificazione della bombola. Codificazione del

colore", che rappresenta la versione ufficiale in lingua italiana della norma Europea EN 1089-3 e sostituisce la tabella UNI 45045.

Da quanto viene enunciato nel decreto, risultano le seguenti scadenze:

- bombole nuove: l'uso dei nuovi colori è obbligatorio a partire dal 10 agosto 1999;
- bombole in circolazione: l'uso dei nuovi colori sarà obbligatorio e dovrà venire applicato in occasione della revisione periodica, entro e non oltre il 30 giugno 2006.

Nel periodo fino al 2006 i due tipi di colorazione potranno coesistere e le ogive colorate con il nuovo sistema saranno riconoscibili dalla lettera N, riportate in due posizioni diametralmente opposte.

Secondo la nuova normativa il colore non identifica più il gas, ma solo il rischio che a questo viene associato per l'azione che svolge. Il gas in questo caso potrà venire identificato da quanto riportato sull'etichetta.

I gas più comuni (ossigeno, azoto, idrogeno, protossido di azoto) mantengono invece ancora i colori specifici.

Il vantaggio immediato di questo nuovo sistema è quello di permettere di conoscere immediatamente la natura del pericolo anche a notevole distanza, quando ancora non si riesce a leggere il nome sull'ogiva.

Diciture che devono essere riportate in etichetta:

- nome del gas;
- nome e indirizzo del fabbricante;
- simboli di pericolo;
- frasi di rischio;
- consigli di prudenza.

Tipo di gas	Colorazione dell'ogiva
inerte	verde
tossico e/o corrosivo	giallo
infiammabile	rosso
ossidante	blu chiaro

Tabella 5. Colorazioni distintive (DM 07/01/1999)

3.10.5. MANIPOLAZIONE DELLE BOMBOLE

Le bombole e qualsiasi recipiente contenente gas compressi, liquefatti o disciolti devono sempre essere manipolati con molta attenzione.

Occorre pertanto osservare alcune fondamentali precauzioni, tenendo presente che per quanto possano sembrare poco influenti o importanti ai fini della sicurezza, se trascurate, possono essere la causa di rischi ed incidenti anche molto gravi.

Si dovrà dunque avere cura che le bombole:

- non siano esposte al sole o tenute vicino a fonti di calore;
- non subiscano urti;
- siano sempre tenute in piedi e fissate alle pareti con catenelle o un altro sistema di bloccaggio;
- non vengano trascinate sul pavimento, ma spostate utilizzando l'apposito carrello (se si tratta di spostamenti molto brevi si possono al limite far rotolare sul bordo di base tenendole leggermente inclinate);
- abbiano sempre il gruppo valvolare protetto dall'apposito cappellotto avvitato sull'ogiva, sia quando sono in deposito sia quando vengono manipolate, e che vengano riempite di gas allo stato liquido collegandole al serbatoio del gas liquefatto in pressione e controllando, dal peso della bombola, il raggiungimento del grado di riempimento.

Si ricorda inoltre che nella bombola lo strato gassoso si trova sempre nella parte superiore e per questo, aprendo la valvola erogatrice, il contenuto uscirà in forma gassosa.

L'apertura della valvola deve avvenire in modo graduale e lento; se così facendo si incontra una resistenza più forte del solito, si può ancora provare ad usare una chiave corta, ma senza forzare troppo. Si deve comunque evitare l'uso di una chiave lunga perché applicando una forza eccessiva si corre il rischio di spaccare la valvola con la conseguente fuoriuscita violenta del gas.

La bombola, la cui valvola non si apre, dovrà perciò essere rimandata al fornitore che potrà intervenire in modo appropriato.

Le bombole non devono mai venire scaricate completamente per evitare l'ingresso dell'aria, che inquinerebbe il gas che verrà successivamente immesso nella bombola stessa.

Quando un gas viene immesso in bombola deve sempre essere anidro (non deve cioè contenere la più piccola traccia di umidità).

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Cosa succede all'interno della bombola contenente un gas liquefatto quando parte del contenuto è stato prelevato?

La quantità di gas allo stato liquido diminuisce, lo spazio libero aumenta e viene occupato dallo stesso gas che passa in parte in fase vapore e la pressione non diminuisce ma resta uguale a quella iniziale.

Come si può far uscire il gas allo stato liquido da una bombola?

Volendo prelevare il gas allo stato liquido è sufficiente inclinare o capovolgere la bombola in modo da avere la valvola nella posizione più in basso.

Se la bombola contiene un gas compresso come varia la pressione di mano in mano che diminuisce la quantità di gas?

La pressione diminuisce.

Perché?

Quando la bombola è piena, le particelle di gas sono l'una molto vicina all'altra, costrette in questo stato dalla pressione impiegata per comprimerle nella bombola. Quando parte del gas viene usato, il numero delle particelle diminuisce e la disponibilità dello spazio aumenta; a causa della minore quantità di gas, le particelle sono fra loro più distanti ed esercitano una pressione minore sulle pareti della bombola.

Cosa potrebbe succedere se il gas contenesse piccole quantità di acqua?

L'umidità presente combinata con il gas potrebbe formare sostanze corrosive che danneggerebbero la superficie interna della bombola; inoltre potrebbe formare piccoli cristalli di ghiaccio a livello della valvola nel momento in cui il gas fuoriesce e si verifica un forte abbassamento della temperatura, con conseguente blocco o rottura della valvola stessa causata dalla dilatazione di volume del ghiaccio che si è formato.

3.11. DEPOSITI

La costruzione di un deposito per contenere gas tossici deve tener conto di una serie di fattori da valutare di volta in volta, relativi alle caratteristiche chimico fisiche del gas, ai sistemi di sicurezza di cui deve essere dotato, al tipo di materiale da impiegare per le diverse parti che lo compongono, alla sua localizzazione sul terreno dell'azienda in relazione alle distanze nei confronti dell'attività che vi si svolge e alla condizione di urbanizzazione esterna.

In generale vengono prese in considerazione:

- le distanze da sorgenti di calore (fiamme, caldaie, ecc.);
- le distanze da linee elettriche aeree;
- le distanze da strade e luoghi pubblici (scuole, mense, ecc.);
- le distanze dai locali di lavorazione e da magazzini contenenti sostanze pericolose;
- le distanze da depositi di altri gas non compatibili (idrogeno-ossigeno).

Si deve inoltre fare in modo che il deposito:

- sia protetto dai raggi solari;
- non sia situato in scantinati o in locali dove non possano essere realizzati tutti gli impianti di sicurezza necessari;
- sia provvisto di un sistema di abbattimento dei vapori;
- sia ben ventilato;
- sia dotato di un sistema di segnalazione di fughe di gas ottico-acustico;
- abbia una soglia di contenimento per raccogliere le perdite ed abbia a disposizione il liquido utilizzato per il loro abbattimento;
- abbia il pavimento (cemento liscio o altro materiale antiscintille) in leggera pendenza verso il pozzetto destinato a convogliare le eventuali perdite o le acque di lavaggio nelle apposite vasche di raccolta;
- sia dotato della specifica segnaletica (natura della sostanza, precauzioni d'impiego, istruzioni su come intervenire in caso di emergenza);
- i muri perimetrali siano molto robusti ed il tetto di materiale leggero e non solidale con i muri perimetrali (per gas infiammabili ed esplosivi);
- l'impianto elettrico sia del tipo antideflagrante con messa a terra e conforme alle norme CEI;
- sia chiuso a chiave e la stessa sia custodita dal responsabile del deposito.

Per quanto riguarda l'utilizzo, nel deposito non devono essere conservate sostanze diverse dal gas per il quale è stata data l'autorizzazione e non devono essere conservate quantità superiori a quelle autorizzate.

Il titolare della patente di abilitazione è responsabile della sostanza in esso contenuta.

Per ogni deposito deve essere tenuto un registro di carico e scarico dal quale risultino le giacenze ed i consumi. In caso vengano constatati segni di effrazione o

di sottrazione della sostanza conservata, il responsabile deve fare immediatamente denuncia all'Autorità di P.S.

3.12. IMPIEGO DEI GAS COMPRESSI E LIQUEFATTI

I gas tossici possono venire utilizzati all'interno di stabilimenti industriali e di officine nei processi di lavorazione; possono essere conservati in idonei depositi, oppure essere trasportati e utilizzati all'aperto ed in luoghi abitati.

3.12.1. UTILIZZO DEI GAS IN LUOGHI ABITATI E ALL'APERTO

Alcuni gas tossici vengono usati per la **disinfezione** (profilassi delle malattie infettive dell'uomo e degli animali), per **disinfestazione** in ambiente confinato (eliminazione dei parassiti in locali, depositi, magazzini, derrate alimentari, ecc.) e per **disinfestazione in aperta campagna**.

Dovendo eseguire degli interventi di disinfezione o di disinfestazione in ambienti confinati, occorre fare domanda almeno 48 ore prima all'autorità di P.S. di zona e le operazioni potranno essere effettuate soltanto dall'alba al tramonto.

Nel caso di impiego del gas in aperta campagna occorre fare domanda all'autorità di P.S. almeno 3 giorni prima. In questo caso le operazioni possono venire effettuate anche dal tramonto all'alba.

In ogni modo dovranno venire messe in atto tutte le norme di sicurezza necessarie ad evitare rischi per gli operatori e le persone e dovrà essere garantita la pubblica incolumità.

Tutte le aree interessate alle operazioni dovranno essere indicate e limitate con opportuna cartellonistica ben visibile, comprese le rispettive zone di rispetto.

Il personale che effettua gli interventi dovrà essere in possesso della patente di abilitazione all'impiego del gas tossico ed essere dotato degli idonei mezzi protettivi.

3.12.2. TRASPORTO

Quando vengono trasportate, le bombole devono essere sistemate sul mezzo in posizione longitudinale o trasversale, sdraiate e bloccate mediante cunei di legno o sacchetti di sabbia con idonei ripari di legno sulle fiancate del carro.

Il carico può essere sistemato anche in più strati, purché sia mantenuto ad un'altezza inferiore a 40 cm dal bordo delle fiancate del mezzo di trasporto.

Se si tratta di fusti o altri contenitori, questi devono essere chiusi in modo che non vi siano possibilità di perdite o fuoriuscita di sostanza.

Il trasporto di un gas tossico non deve essere fatto insieme ad altre sostanze.

Le operazioni di carico e scarico e di trasporto possono venire effettuate soltanto dall'alba al tramonto.

Chi trasporta gas tossici deve essere munito di:

- un foglio di accompagnamento per il trasporto di merci pericolose in cui sono indicate natura e quantità della sostanza, caratteristiche di pericolosità e misure di pronto intervento;
- dispositivi di protezione individuale (DPI);
- mezzi e materiale di neutralizzazione in caso di spandimento.

I gas tossici non possono essere inviati tramite posta e non possono essere trasportati sui mezzi pubblici.

Avvertenza: il trasporto di merci pericolose è disciplinato dal Codice della Strada e dal DM 4 settembre 1996 in attuazione delle Direttive 94/55 CEE e 96/86 CE, che siglano l'Accordo europeo di Ginevra relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada (ADR) tra i Paesi contraenti.

L'accordo ADR di Ginevra è stato sottoscritto anche dall'Italia nel 1957, ratificato con la legge 12 agosto 1962, n. 1839 ed ora operante in seguito all'emanazione del DM del 1996 su tutto il territorio nazionale.

Gli allegati tecnici di questo accordo trattano soprattutto di norme e prescrizioni relative al trasporto delle merci pericolose su strada (classificazione delle merci, caratteristiche costruttive delle cisterne, dei contenitori e degli imballaggi, dei documenti di trasporto, ecc.).

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Perché non si deve trasportare un gas tossico sullo stesso mezzo dove siano stati caricati altri gas o altri prodotti?

Altri gas possono essere incompatibili, venendo a contatto provocherebbero reazioni violente e potrebbero formare miscele infiammabili ed esplosive, oppure potrebbero venire contaminati i prodotti eventualmente presenti nel carico.

3.13. RIEPILOGO DELLE AUTORIZZAZIONI E REVISIONI DEI CONTENITORI

Nome del gas	Formula chimica	Stato fisico	Autorizzazioni necessarie			Periodicità delle revisioni (anni)
			utilizzo	deposito	trasporto	
Ammoniaca	NH_3	Compresso e liquefatto	sì	sì oltre i 75kg	no	5
Cianuri	NaCN KCN, ecc.	Solido	no	sì	sì	
Acido cianidrico	HCN	Gassoso compresso e liquefatto	sì	sì	sì	1
Anidride solforosa	SO_2	Compressa e liquefatta	sì	sì oltre i 75 kg	no	2
Cloro	Cl	Compresso allo stato gassoso	sì	sì	no	2
		Compresso e liquefatto	sì	sì oltre i 75 kg	no	2
Fosfina Idrogeno fosforato	PH_3	Compresso e liquefatto	sì	sì	no	5
Fosgene Ossicloruro di carbonio Cloruro di carbonile	$COCl_2$	Compresso e liquefatto	sì	sì	no	2
Solfuro di carbonio	CS_2	Liquido	sì oltre i 5 l. no se per uso agricolo	sì	no	
Ossido di etilene	$(CH_2)_2O$	Compresso e liquefatto	sì	sì	no	5

I GAS TOSSICI

Acido fluoridrico	HF	Allo stato gassoso o anidro liquefatto per quantità > 60 kg	sì	sì	sì	2
		Soluzioni acquose di acido fino all'85% in quantità > 50 kg	sì	sì	no	
		Soluzioni acquose di acido fino al 40%	no	no	no	
Trifluoruro di boro	BF_3	Compresso e liquefatto	sì	sì	sì	2
		In soluzione fino a 5 kg	no	no	no	
Mercaptani (metile, etile)	CH_3SH C_2H_5SH	Liquefatti	sì oltre i 15 kg	sì oltre i 15 kg	sì oltre i 15 kg	
Isonitrili: Isocianuro di metile, etile, fenile	R-NC CH_3 metile C_2H_5 etile C_6H_5 fenile	Liquido	sì	sì	no	
Piombo tetraetile Piombo tetrametile	$Pb(C_2H_5)_4$ $Pb(CH_3)_4$	Liquido	sì	sì	no	
Solfato di metile	$(CH_3)_2SO_4$	Liquido	sì	sì	sì	
Cloruro di metile	CH_3Cl	Compresso e liquefatto	sì	sì	no	5
Bromuro di metile	CH_3Br	Compresso e liquefatto	sì	sì	no	5
Bromuro di cianogeno	BrCN		sì	sì	no	
Cloruro di cianogeno	ClCN		sì	sì	no	
Etere ciano-carbonico	CN-COO-CH_3	Liquido	sì	sì	no	

Tetraidrotiofene Solfuro di tetrametilene	C_4H_8S	Liquido	sì oltre 1 kg	sì oltre 1 kg	sì oltre 1 kg	5
Cloropicrina	CCl_3NO_2	Liquido	sì	sì oltre 1 kg	sì oltre 1 kg	
Solfuri organici di metile, etile, etilisopropile	$(CH_3)_2S$ $(C_2H_5)_2S$ $C_2H_5SC_3H_7$	Liquidi	sì oltre 1 kg	sì oltre 1 kg	sì oltre 1 kg	
Benzina	Miscela di idrocarburi alifatici	Liquido	sì (per un contenuto in piombo superiore a 0,85 g/l)	sì (per un contenuto in piombo superiore a 0,85 g/l)	no	

Capitolo quarto

Misure antincendio

L'articolazione del volume è informata a criteri pratici e pertanto anche in questo capitolo tratteremo nell'essenzialità dei dispositivi di cui ciascun operatore deve disporre per l'efficacia delle operazioni condotte e per la propria sicurezza in caso d'incendio.

Perché ci sia un incendio occorre che si trovino insieme combustibile, comburente e una quantità di energia d'innesco detta "temperatura di accensione".

In dette condizioni la temperatura del focolare sarà in costante aumento e l'incendio si accrescerà sempre di più.

Occorre pertanto porre in atto misure antincendio e ricorrere a mezzi protettivi, quali: estintori, pompe antincendio, lampada portatile, autoprotettori, maschera filtro, tuta antiacido.

4.1. ESTINTORI

Gli estintori sono dispositivi che possono essere utilizzati in caso di intervento di emergenza su principi d'incendio e sono costruiti con le specifiche caratteristiche richieste dai relativi decreti ministeriali; essi permettono di intervenire nei primi momenti dell'insorgere dell'incendio per azione di soffocamento.



Figura 1. Estintore a CO_2 con cono di espansione ed estintore a polvere

Gli estintori vengono scelti in funzione del tipo di materia- le e/o di impianto sul quale se ne prevede l'impiego; devono essere collocati in posizioni ben visibili e raggiungibili con facilità.

Ogni estintore è corredato da un'etichetta in cui vengono riportati tutti i dati identificativi, le modalità d'impiego e le avvertenze di sicurezza.

In caso d'incendio il getto deve essere indirizzato alla base delle fiamme in modo che l'agente estinguente possa agire direttamente sulla sostanza che brucia.

Occorre inoltre tenersi sopra vento, fare attenzione alla direzione probabile di propagazione delle fiamme e mantenersi a distanza di sicurezza. Occorre indossare sempre i mezzi di protezione individuale.

Le sostanze presenti all'interno dei diversi tipi di estintori, e che funzionano da agenti estinguenti, sono prodotti chimici che agiscono principalmente per:

- raffreddamento (sottraendo il calore prodotto dall'incendio si abbassa la temperatura d'infiammabilità, di accensione, ecc.);
- soffocamento (separazione fisica tra combustibile e comburente);
- inibizione chimica (interruzione nella catena di produzione dell'incendio).

Normalmente l'azione delle sostanze estinguenti avviene per una combinazione di queste diverse azioni.

Queste sostanze non sono adatte per tutti i tipi di incendio e pertanto, al fine di evitare che vengano impiegate in modo improprio, sono state definite cinque classi di incendio; per ognuna di queste sono stati individuati i tipi di estintore adatti allo scopo specifico.

Classe A	Incendi di materiali solidi che bruciano con incandescenza di natura organica (carta, legno, ecc.)
Classe B	Incendi di sostanze liquide o liquefacibili
Classe C	Incendi di gas
Classe D	Incendi di metalli alcalini
Classe E	Incendi di impianti elettrici sotto tensione, incendi di classe A e D in presenza di corrente elettrica

Tabella 1. Classi di incendio

4.1.1. ESTINTORI A SCHIUMA

Contengono una emulsione di liquido schiumogeno e anidride carbonica compressi con l'aggiunta di additivi e stabilizzanti per ostacolare la decomposizione batterica della base proteinica e mantenere il film tensioattivo. La schiuma è poi costituita da liquido schiumogeno, aria ed acqua in determinate proporzioni. La schiuma agisce disponendosi al di sopra del pelo libero del liquido, formando uno strato sottile impermeabile all'aria che impedisce il contatto fra i vapori del liquido volatile e l'aria (quindi con l'ossigeno contenuto nell'aria).

4.1.2. ESTINTORI AD ANIDRIDE CARBONICA (CO_2)

Contengono anidride carbonica liquida sotto pressione (circa 70 atm). L'anidride carbonica possiede bassa conducibilità e per questo può essere impiegata per estinguere incendi in presenza di apparecchiature elettriche sotto tensione. Agisce per soffocamento e raffreddamento (il raffreddamento dovuto alla sua rapida espansione è tanto intenso da provocare la solidificazione di parte dell'anidride carbonica sotto forma di neve o ghiaccio secco).

Non è idonea per spegnere incendi in presenza di metalli reattivi (sodio, potassio, magnesio ecc.).

4.1.3. ESTINTORI A POLVERE

Contengono una polvere molto fine, costituita principalmente da miscele di sali inorganici a base di bicarbonati e cloruri (di sodio, potassio), di solfato o fosfato di ammonio, con additivi vari (siliconi, sostanze minerali come i carbonati e fosfati di calcio).

Tali miscele sono stabili alle più diverse temperature, ed esplicano la loro azione:

- per soffocamento (impediscono il contatto tra combustibile e comburente, cioè tra la materia che sta bruciando e l'ossigeno dell'aria);
- per raffreddamento (assorbono in parte il calore prodotto dall'incendio);

La polvere non è corrosiva e può essere impiegata su ogni tipo di incendio.

L'impiego su apparecchiature elettroniche è sconsigliato perché la polvere stessa le metterebbe fuori uso.

Nella tabella 2 sono schematicamente riportate le caratteristiche e le modalità di utilizzo dei principali estintori usati.

4.1.4. POMPE ANTINCENDIO

È possibile usare l'acqua quale agente estinguente, ove non espressamente vietata per incompatibilità del prodotto incendiato. La pressurizzazione avviene attraverso pompe di tipo centrifugo azionate da motori elettrici o endotermici, che diano all'impianto antincendio portata e pressione.

Nel punto più sfavorevole occorre garantire almeno **125 litri al minuto a 2 atm**.

I GAS TOSSICI

Tipo di estintore	Materiali e sostanze coinvolte nell'incendio						Principali tipi di azione
	Materiali solidi di natura organica (carta, legno, carbone)	Liquidi infiammabili più leggeri dell'acqua		Gas	Metalli	Impianti elettrici (motori, trasformatori, interruttori)	
		Non miscibili con l'acqua (vernici, nafta, benzina, grassi, petrolio)	Miscibili con l'acqua o più pesanti anche non miscibili (alcoli, acetone, clorobenzolo)				
Idrico	X		X				Raffreddamento Soffocamento a fiamma Meccanica
A schiuma	X	X	X				Formazione di uno strato barriera che impedisce il contatto tra vapori e aria
A CO_2	X	X	X	X		X (non su relè, sistemi elettronici, parti elettriche speciali)	Raffreddamento Soffocamento
A polvere	X	X	X	X		X	Meccanica Soffocamento

Tabella 2. Riepilogo degli estintori in relazione ai tipi di incendio

4.2. PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

Nell'industria, negli ambienti di lavoro, negli interventi di emergenza, in caso di incendio, l'uomo può venire a contatto con sostanze nocive e tossiche in forma gassosa o di polvere in concentrazioni pericolose. In queste situazioni la protezione delle vie respiratorie viene assicurata dall'uso di idonei mezzi protettivi.

4.2.1. EFFETTI PER CARENZA DI OSSIGENO

I gas asfissianti diluiscono la quantità di ossigeno nell'aria. Con ossigeno pari al 15% c'è difficoltà nei movimenti. Tra il 10% e il 15% c'è disorientamento, torpore e incapacità di valutare. Sotto il 10% c'è arresto cardiaco.

Ecco perché è importante intervenire solo dopo avere indossato i dispositivi di protezione individuali.

I dispositivi di protezione degli organi della respirazione vengono classificati in tre categorie:

- maschere antigas;
- autorespiratori a ciclo aperto;
- autorespiratori a ciclo chiuso.

4.2.2. MASCHERE ANTIGAS

La maschera antigas corredata di filtro serve a trattenere le sostanze nocive e depurare così l'aria inspirata. Può essere usata soltanto se la percentuale di ossigeno nell'aria è superiore al 16% e quando la sostanza tossica abbia una concentrazione nell'aria inferiore al 2%.

Inoltre è necessario conoscere prima la natura della sostanza per potere utilizzare il filtro idoneo; infatti i filtri disponibili sono specifici per un solo agente inquinante o per un gruppo di sostanze ben definite.

L'uso della maschera a filtro è dunque limitato ed è assolutamente da evitare quando si deve intervenire in locali chiusi, pozzi, serbatoi, ecc., dove è molto probabile che la concentrazione dell'ossigeno sia al di sotto del limite necessario alla respirazione.

La maschera antigas è costituita da due parti che devono essere collegate fra loro prima dell'impiego: la maschera a facciale completo e il filtro.

Parti che compongono la maschera

- Facciale di gomma morbida che racchiude naso, bocca e occhi, su cui è applicato uno schermo di materiale trasparente e infrangibile (plexiglass);
- raccordo o bocchello di plastica rigida per l'inserimento del filtro o del tubo corrugato oppure del gruppo valvolare nella maschera di tipo universale;
- valvola di inspirazione (montata all'interno del raccordo per filtri); è formata da un dischetto o membrana di gomma che permette l'entrata dell'aria ma le impedisce di uscire;
- valvola di espirazione (sono di solito due montate ai lati); si apre per la pressione dell'aria espirata mentre quando si è in fase di inspirazione si chiude premendo sul disco di fermo ed impedisce l'ingresso dell'aria. Tutte e due le valvole sono protette da un coperchio forato;
- membrana vibrante per la comunicazione vocale con l'esterno;
- tenditori elastici regolabili laterali e frontali.

Il gruppo valvolare è fornito di un attacco filettato per il collegamento con la maschera e di un secondo bocchello filettato per l'attacco del filtro; la tenuta dell'aria è assicurata da un sistema di due valvole accoppiate che si aprono e si chiudono alternativamente in modo da consentire l'ingresso dell'aria purificata attraverso il filtro e lo scarico di quella espirata all'esterno attraverso la valvola di espirazione.

In questo modo viene evitato il passaggio dell'aria espirata attraverso il filtro, la respirazione è meno difficoltosa ed aumenta anche la durata del filtro stesso.

Come si indossa la maschera

Si appoggia e si inserisce il mento nell'incavo presente nella parte inferiore.

Si appoggia il facciale e lo si fa aderire bene al viso.

Si tendono i tiranti superiori facendoli passare sul capo e si bloccano sulla nuca.

Si tendono contemporaneamente le cinghie laterali.

Si fa la prova di tenuta chiudendo bene col palmo della mano il bocchello filettato e si aspira; non si dovrà avvertire passaggio di aria verso l'interno.

Dopo aver tolto il tappo ed il coperchio, si avvita il filtro alla sede filettata.

Come deve essere conservata la maschera

La maschera ed il facciale in plexiglass devono essere puliti ed eventualmente lavati con acqua e sapone o disinfettati con soluzioni di lisoformio e poi fatti asciugare lontano da fonti di calore e al riparo dalla polvere.

Si deve periodicamente controllare che la gomma del facciale non sia screpolata o secca, che le fasce tenditrici siano elastiche, che le valvole di inspirazione e di espirazione siano funzionanti.

La maschera deve essere tenuta in un armadietto pulito, periodicamente se ne deve verificare l'efficienza e la si deve indossare per acquisire la rapidità e la sicurezza necessarie in caso di impiego in emergenza.



Figura 3. Maschera antigas

4.2.3. FILTRI

I filtri servono a trattenere le polveri, i gas ed i vapori nocivi presenti nell'aria che viene respirata.

L'azione di un filtro si esplica per assorbimento (mediante materiali, come il carbone attivo, che sono in grado di trattenere le sostanze nocive), **per reazione chimica** con sostanze in forma granulare (alcali, ossidi metallici) o sostanze chimiche su supporti come il carbone attivo, la pomice, il gel di silice che reagiscono con il gas tossico e lo neutralizzano o lo trasformano in prodotti non tossici.

Quando proteggono da un solo gas i filtri sono monovalenti, polivalenti quando proteggono da più gas e universali se proteggono da tutti i gas.

I filtri vengono identificati, in funzione dei tossici che possono assorbire, da una particolare colorazione e da una serie di lettere (A, B, E, G, ecc.). Se il filtro è adatto a proteggere, oltre che dai gas, anche da polveri o da nebbie in genere, viene contrassegnato da due lettere (Af, Bf, Ef, ecc.) e da una striscia bianca attraverso la fascia colorata.

Sul fondo del filtro viene riportata la data di scadenza.

Sull'involucro, oltre ai colori e alle lettere, è comunque sempre riportato il nome della sostanza o del gruppo di sostanze per cui il filtro può essere utilizzato.

I filtri monovalenti trattengono i gas con maggiore efficacia dei polivalenti perché contengono le sostanze specifiche e più idonee per assorbire il singolo tipo di gas.

Come è fatto un filtro

I filtri hanno forma cilindrica o tronco-conica, sono in metallo con il fondo chiuso da un tappo e la parte filettata all'altra estremità protetta da un coperchio.

All'interno sono disposti diversi strati separati da griglie in cui si alternano cotone idrofilo, carbone attivo, sostanze alcaline in granuli (calce sodata), granuli di altre sostanze neutralizzanti (filtri chimici) a seconda del tipo di gas che deve essere trattenuto.

I filtri polivalenti hanno un colore neutro, i monovalenti sono contraddistinti da una colorazione specifica per ogni tipo di gas.

Come devono essere conservati i filtri

I filtri vanno mantenuti chiusi nella confezione originale, con il coperchio inserito, in un luogo fresco e asciutto.

La durata del filtro dipende dalle condizioni in cui è stato usato (concentrazioni del gas tossico nell'aria, durata di utilizzo, ecc.), per cui una volta aperto risulta difficile valutarne il grado di efficienza, che diminuisce notevolmente.

In genere, per evitare possibili rischi, si tende a sostituirlo già dopo che è stato impiegato una prima volta.



Figura 4. Filtri

Attenzione: le indicazioni che riguardano il modo di indossare, di conservare e mantenere in efficienza la maschera ed il filtro non devono far parte soltanto di una conoscenza teorica da tenere a mente per il giorno dell'esame, ma è necessario che vengano messe in atto perché sono parte integrante del complesso di sistemi di sicurezza di cui ogni deposito per gas tossici deve essere dotato e che ogni detentore di patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici ha l'obbligo di osservare in quanto direttamente responsabile.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Come agiscono le sostanze impiegate come estinguenti negli estintori?

Le funzioni principali delle sostanze estinguenti consistono nel:
sottrarre calore al materiale esposto al fuoco;
isolare dal contatto con l'aria il materiale che sta bruciando in modo da soffocare le fiamme privandole del comburente necessario (l'ossigeno dell'aria);
rallentare il processo di combustione per reazione tra materiale e schiuma estinguente.

Dovendo spegnere le fiamme su apparecchiature elettriche sotto tensione, posso usare un estintore ad acqua?

No, perché l'acqua conduce l'elettricità e si possono verificare cortocircuiti.

Perché gli estintori ad acqua non devono essere usati in incendi in cui sono interessati alcuni metalli o metalli in polvere?

Al contatto con l'acqua si possono svolgere gas infiammabili ed esplosivi, o si possono formare reazioni violente per il forte sviluppo di calore.

Come si riconosce un estintore ad anidride carbonica?

Questo tipo di estintore è provvisto di un comando a volantino o a grilletto e di una manichetta a forma conica allungata in materiale isolante, mentre gli estintori che contengono altri tipi di sostanze estinguenti sono dotati di un semplice ugello o di una manichetta corta.

Qual è il motivo di questa differenza costruttiva?

In fase di erogazione l'anidride carbonica ritorna allo stato gassoso e provoca un rapido abbassamento della temperatura. La manichetta a forma allungata serve a diffondere il gas e nello stesso tempo a proteggere l'operatore dal contatto con il gas stesso che, per la bassissima temperatura raggiunta, può provocare gravi lesioni da freddo.

Quando può venire usata la maschera a filtro?

La maschera a filtro può essere utilizzata soltanto quando si è ben sicuri che ci sia nell'aria una quantità di ossigeno sufficiente (non meno del 16%), non vi sia una quantità di gas tossico superiore al 2% circa e si preveda una durata di impiego inferiore alla mezz'ora.

Cosa occorre verificare prima di usare un filtro?

Prima di usare un filtro bisogna controllare che sia idoneo al tipo di gas che deve essere trattenuto, guardando il nome segnato sull'esterno, il colore e la lettera specifiche. Si deve inoltre controllare la data di scadenza.
Queste operazioni è buona norma che vengano svolte quando si provvede all'acquisto e nel corso dei periodici controlli sullo stato di esaurimento del filtro e della sua data di scadenza e non soltanto nel momento in cui si deve intervenire in emergenza.

MISURE ANTINCENDIO

Cosa si deve fare prima di collegare il filtro alla maschera?

Si deve effettuare la prova di tenuta chiudendo l'imboccatura filettata con il palmo della mano e aspirando fortemente; se la tenuta è buona la maschera aderisce ancora di più al viso e impedisce in tal modo la respirazione.

Come deve essere trattata la maschera dopo l'uso?

La maschera deve essere pulita, ben asciutta e dopo ogni utilizzo deve essere riposta nell'apposito armadietto, chiusa nella sua custodia e al riparo dalla polvere.

Da che cosa si riconosce un filtro monovalente?

Un filtro monovalente è contraddistinto da una fascia colorata e da una lettera che sono specifiche per ogni tipo di gas. Inoltre sull'involucro è riportato il nome del gas per cui può essere utilizzato.

Si può usare il filtro G azzurro dei cianuri per intervenire in caso di una fuga di ammoniaca gassosa?

No perché si tratta di un filtro monovalente e può essere impiegato solo per quel gas di cui porta il nome ed il contrassegno.

Come va riposto un filtro dopo l'uso?

Il filtro viene svitato dalla maschera, si copre la parte anteriore con il coperchio e la parte filettata con il suo tappo; si segna il tempo di utilizzo e si ripone nella scatola.

A cosa serve il filtro nella maschera a filtro e che cosa contiene?

Serve a trattenere i gas nocivi. Distribuite in più strati, contiene sostanze in grado di trattenere le polveri, l'umidità ed i gas tossici (per esempio cotone idrofilo, carbone attivo, calce sodata o altre sostanze specifiche per assorbire gas diversi).

A cosa serve un filtro monovalente?

Un filtro monovalente può assorbire e trattenere un solo gas ed è specifico per il gas per cui è stato preparato.

A cosa serve il gruppo valvolare?

Il gruppo valvolare evita che l'aria espirata passi attraverso il filtro, impedendo così il contatto tra il vapore d'acqua ed il materiale assorbente e rende contemporaneamente più agevole la respirazione.

I GAS TOSSICI

Serie e colore della banda	Sostanza che viene trattenuta dal filtro
K verde	ammoniaca
E giallo	anidride solforosa
B grigio	cloro – acido fluoridrico – fosgene – trifluoruro di boro
G azzurro	cianuri alcalini – acido cianidrico – etere cianocarbonico
A marrone	ossido di etilene – cloruro, bromuro e solfato di metile – cloropicrina – benzina
S marrone	solfuro di carbonio
S grigio	bromuro e cloruro di cianogeno
S/A marrone con fascia bianca	piombo tetraetile e tetrametile – isonitrili
O grigio e rosso	idrogeno fosforato
U rosso con fascia bianca	tipo universale
Quando la zona colorata è attraversata da una fascia bianca, significa che il filtro è adatto a trattenere anche polveri e fumi.	

Tabella 3. Colori distintivi dei filtri per le maschere antigas

4.2.4. AUTOPROTETTORI

Gli autoprotettori o autorespiratori sono apparecchi costituiti da una riserva d'aria in bombola che rendono possibile la respirazione isolando l'operatore dall'ambiente esterno.

L'impiego degli autoprotettori è necessario quando:

- nell'ambiente è presumibile che vi sia scarsità di ossigeno;
- la quantità di sostanze tossiche può essere elevata;
- non si conosce la natura della sostanza tossica;
- tutte le volte infine in cui si ritiene che l'efficacia della maschera a filtro non sia sufficiente.

Gli autoprotettori possono essere a ciclo aperto o a ciclo chiuso.

Autoprotettori a ciclo aperto

In questi apparecchi l'aria espirata viene emessa all'esterno attraverso la valvola di scarico della maschera.

La riserva d'aria è contenuta in una o due bombole e viene erogata in modo continuo e a pressione costante (circa 1-1,2 atm), oppure a domanda mediante una valvola regolatrice di immissione d'aria.

Questo secondo sistema è provvisto di una valvola di sicurezza per controllare la sovrapressione e di un'altra valvola sul sistema automatico che regola l'ingresso dell'aria.

Come sono fatti

Gli autoprotettori a ciclo aperto sono costituiti da:

- una o due bombole di aria alla pressione di 200-250 atm;
- un gruppo valvolare con riduttore di pressione, manometro, avvisatore acustico per segnalazione del livello di riserva d'aria ancora presente nella bombola;
- un tubo corrugato che collega la bombola alla maschera;
- una maschera a facciale intero.

Tutti i componenti sono inseriti in uno zaino rigido dotato di spallacci e cinture da allacciare quando viene indossato.

Come funzionano

L'aria proveniente dalla bombola passa in un primo riduttore di pressione (dove la pressione viene ridotta da circa 200 atm a 6-8 atm) e poi nel secondo, che la riduce a poco più di 1 atm.

Quando si inspira si crea una depressione nella maschera e questo fa sì che la valvola dell'erogatore si apra e lasci entrare l'aria proveniente dalla bombola.

Nella fase di espirazione la valvola si chiude, si apre quella di emissione e l'aria viene espulsa all'esterno.

Come si usano

Si indossa lo zainetto fissandolo sulle spalle con i tiranti e la cinghia in modo da avere il gruppo che porta i raccordi e il rubinetto della bombola in basso. Si apre il volantino di erogazione dell'aria e si controlla sul manometro il valore della pressione della bombola. Si indossa la maschera e si eseguono le prove di tenuta.

La pressione minima di carica è segnalata da un allarme acustico che suona quando la pressione della bombola scende sotto le 50 atm circa; a questo punto ci si dovrà allontanare senza indugi dalla zona inquinata.

Autonomia

Per conoscere l'autonomia di un apparecchio a circuito aperto si tiene conto che il consumo medio di aria per un lavoro non troppo impegnativo per una persona addestrata è di circa 30 litri d'aria al minuto.

L'aria di una bombola di 7 litri, caricata alla pressione di 200 atm, occupa alla normale pressione atmosferica un volume di 1400 litri; dividendo il volume in litri per il consumo medio al minuto risulterà una durata di impiego di 46 minuti:

$$\frac{1400 \text{ litri}}{30 \text{ litri}} = 46 \text{ min}$$

Autoprotettori a ciclo chiuso

Nell'apparecchio a ciclo chiuso l'aria espirata non viene espulsa all'esterno, ma ritorna in ciclo passando attraverso un filtro speciale dove viene rigenerata.

Quando e perché si usano

Quando si entra in un ambiente chiuso, nella maggior parte dei casi non si conosce il tipo di gas e la sua concentrazione nell'aria. Espirando nell'ambiente cambierebbe questa concentrazione, con il rischio di entrare nel campo di infiammabilità del gas (qualora non ci si trovasse già). In queste condizioni una qualunque fonte di innesco (è sufficiente la scintilla di un interruttore elettrico) avrebbe conseguenze disastrose. **È perciò fondamentale non immettere aria nell'ambiente circostante a noi.**

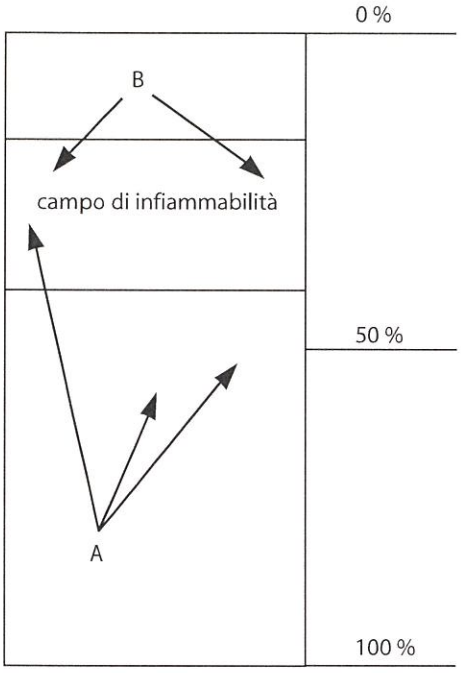
In figura è riportato l'esempio dell'ammoniaca: questo gas forma con l'aria miscele esplosive in un intervallo di concentrazione tra il 15 ed il 25%.

Immettere aria in questo ambiente significa avvicinarsi sempre più al campo di infiammabilità del gas, spostandosi ad esempio dalle condizioni dei punti A o B alle condizioni più pericolose di uno dei punti indicati dalle frecce.

Come sono fatti

Gli autoprotettori a ciclo chiuso sono costituiti da:

- una maschera antigas a facciale completo, con due tubi corrugati;
- una bombola di ossigeno compresso a circa 200 atm della capacità di 1-2 litri;
- un gruppo riduttore di pressione, che comprende la leva di comando per il carico automatico supplementare dell'ossigeno ed il pulsante di sicurezza che può fornire altro ossigeno in caso di fabbisogno particolare;
- una cartuccia (patrona) che serve a fissare l'anidride carbonica ed il vapor d'acqua contenuti nell'aria che viene espirata;
- un sacco polmone in gomma o tela gommata;
- un gruppo valvolare, manometro e valvola di sovrapressione;
- una custodia rigida con tiranti e cinghie.



Come funzionano

L'aria espirata viene mandata attraverso il gruppo valvolare della maschera a uno dei due tubi corrugati nella cartuccia di depurazione (patrona), che trattiene l'anidride carbonica ed il vapor d'acqua; entra quindi nel sacco polmone, dove viene arricchita dall'ossigeno proveniente dalla bombola, dosato per mezzo del regolatore di pressione.

L'aria così depurata e arricchita di ossigeno, raccolta nel sacco polmone, viene inspirata attraverso il gruppo valvolare e l'altro tubo corrugato fino alla maschera.

L'ossigeno fluisce dalla bombola al sacco polmone in modo continuo e costante (circa 1,2 litri al minuto) mediante le apposite valvole attraverso due condotte collegate al gruppo riduttore di pressione.

Una condotta serve per immettere l'ossigeno in quantità sufficiente al normale fabbisogno; l'altra condotta viene utilizzata quando c'è una richiesta supplementare di ossigeno che viene richiamato nel sacco polmone per azione della leva a bilanciere in modo automatico o per intervento manuale comandato da apposito pulsante.

La patrona

La patrona è una cartuccia che ha il compito di fissare e trattenere l'anidride carbonica ed il vapore d'acqua emessi durante la respirazione. Contiene soda o

potassa caustica in granuli, calce sodata o nitrato di sodio, carbone attivo.

La cartuccia è pienamente efficiente quando scuotendola si sente chiaramente il tintinnio dei granuli della sostanza assorbente. In ogni caso non si deve mai usare una cartuccia per più di una volta.

Il sacco polmone

Il sacco polmone è un contenitore di tessuto elastico (gomma o tela gommata) in cui si raccolgono l'aria espirata dopo il suo passaggio nella patrona e l'ossigeno proveniente dalla bombola. Il sacco polmone si sgonfia durante l'inspirazione e si gonfia quando riceve l'aria espirata dall'operatore.

Quando il consumo di aria è maggiore del normale (per esempio in caso di lavori faticosi durante i quali c'è una maggiore richiesta di ossigeno) il sacco polmone tende a sgonfiarsi di più; in questo caso entra in funzione la leva a bilanciere che spostandosi apre la valvola collegata che permette l'afflusso di altro ossigeno.

Se la pressione del sacco polmone dovesse superare il limite di sicurezza stabilito, l'aria in eccesso verrebbe scaricata attraverso la valvola di sovrapressione.

Il bilanciere

Il bilanciere è una leva collegata con un'estremità al sacco polmone e con l'altra alla valvola di erogazione supplementare dell'ossigeno. La sua funzione è quella di aprire la valvola in modo da immettere una maggiore quantità di ossigeno nel sacco polmone, in caso di necessità.

Gli apparecchi più moderni comprendono anche una camera di raffreddamento che deve essere riempita con ghiaccio, attraverso la quale passa l'aria arricchita di ossigeno, prima di essere inspirata. In questo modo viene smaltito il calore che si genera all'interno della patrona.

Si usa nel modo seguente:

- si toglie il sigillo alla patrona, se ne controlla l'efficienza, si tolgono i tappi e le guarnizioni e la si inserisce nel suo alloggiamento;
- si apre la valvola della bombola di ossigeno, si controlla la pressione al manometro (non deve essere inferiore a 120 atm) e la si richiude;
- si indossa l'autoprotettore;
- si indossa la maschera e si fa la prova di tenuta;
- si collega il gruppo valvolare alla maschera avvitandolo parzialmente;
- si apre il rubinetto della bombola di ossigeno e si avvita a fondo il gruppo valvolare;
- si prova il funzionamento del pulsante per l'erogazione manuale dell'ossigeno.

Nel corso dell'intervento si deve tenere sotto controllo la pressione al manometro; si deve in ogni caso abbandonare la zona inquinata quando la pressione scende a valori vicini alle 30 atm. Il segnale rosso riportato sul manometro corrisponde ad una quantità di ossigeno sufficiente per un'autonomia di non più di dieci minuti. A operazioni terminate si allenta il collegamento del gruppo valvolare, si chiude la

valvola della bombola di ossigeno, si pulisce e revisiona tutta l'apparecchiatura. Si sostituisce la patrona con una nuova e sigillata, si ricarica la bombola di ossigeno.

Autonomia

Per conoscere l'autonomia di un autorespiratore a ciclo chiuso si tiene conto che ad una persona occorrono mediamente 1,5 litri di ossigeno al minuto e che l'apparecchio abbia un rendimento dell'80%.

Un autorespiratore caricato con una bombola da 2 litri a 150 bar contiene 300 litri d'ossigeno e la sua autonomia sarà approssimativamente:

$$\frac{300}{1,5}\ 0,8 = 160 \text{ min}$$

Gli apparecchi in commercio hanno generalmente un'autonomia che varia da una a cinque ore, ed un peso che varia dai 12 ai 15 kg.

Autoprotettore a ciclo chiuso e a rigenerazione di ossigeno

È simile all'autorespiratore a ciclo chiuso, con la differenza che l'ossigeno non viene fornito da una bombola ma per via chimica da una cartuccia generatrice di ossigeno. La cartuccia contiene perossido di potassio che reagisce con il vapore acqueo emesso durante la respirazione e produce ossigeno.

Contemporaneamente viene trattenuta l'anidride carbonica e pertanto l'aria che viene respirata è costituita dall'ossigeno prodotto nella cartuccia e dall'azoto presente nell'aria raccolta nel sacco polmone.

Quando la cartuccia sta per esaurirsi viene emesso un segnale acustico automatico.



Figura 5. Autoprotettore a ciclo chiuso

Maschere a filtro	Autoprotettori		
	A ciclo aperto a riserva d'aria	**A ciclo chiuso a riserva di ossigeno**	**A ciclo chiuso a rigenerazione di ossigeno**
Maschera a facciale completo	Maschera a facciale completo con tubo in gomma corrugato	Maschera a facciale completo con due tubi in gomma corrugati	Maschera a facciale completo con due tubi in gomma corrugati
	Bombola di aria compressa a 150-200 atm	Bombola di ossigeno compresso a 150-200 atm	Cartuccia generatrice di ossigeno
		Gruppo riduttore di pressione	
Filtro		Patrona	
		Sacco polmone	Sacco polmone
Gruppo valvolare		Gruppo valvolare	Gruppo valvolare
		Manometro	
		Valvola di sovrapressione	Valvola di sovrapressione

Tabella 4. Maschere a filtro e autoprotettori: componenti principali

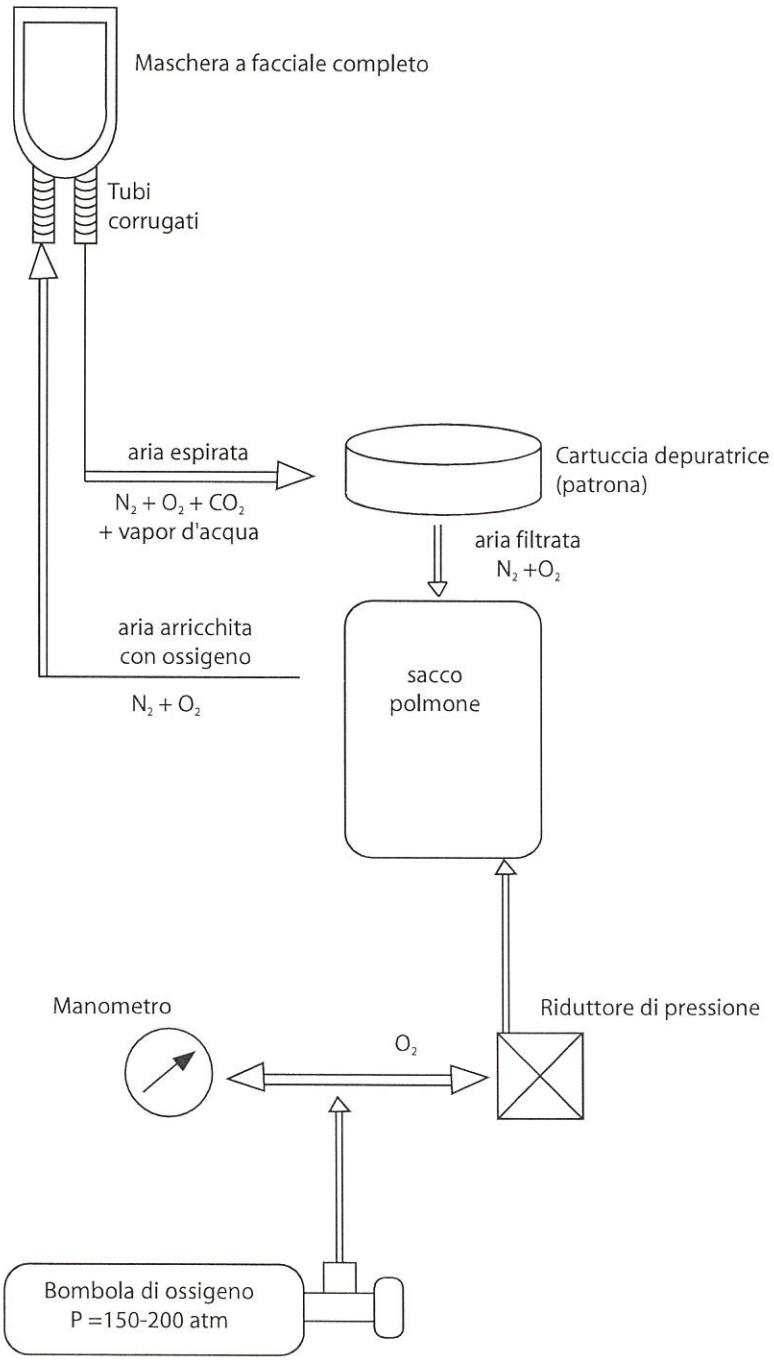


Figura 6. Schema autoprotettore a ciclo chiuso

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Qual è la differenza tra un autoprotettore a ciclo chiuso e uno a ciclo aperto?

L'autoprotettore a ciclo chiuso rimette in ciclo l'aria espirata dopo averla depurata (trattenendo l'anidride carbonica ed il vapore d'acqua) e arricchita con l'ossigeno proveniente dalla bombola. Nell'autoprotettore a ciclo aperto l'aria respirabile viene erogata da una bombola di aria compressa e l'aria espirata viene emessa direttamente all'esterno.

Che cos'è la patrona? Cosa contiene?

La patrona è una cartuccia che fissa l'anidride carbonica ed il vapore d'acqua provenienti dall'aria espirata. Contiene potassa caustica granulare, calce sodata, carbone attivo.

Da cosa si capisce se la patrona è ancora efficiente?

Scuotendo la cartuccia, se i granuli sono ancora liberi di muoversi, mandano un rumore caratteristico. Durante l'impiego la patrona si riscalda a causa della reazione tra l'umidità e la potassa che è molto igroscopica.

A quale pressione è contenuto l'ossigeno nella bombola?

Nella bombola l'ossigeno viene compresso a 150 atm.

Qual è il valore della pressione dell'aria depurata quando arriva alla maschera?

La pressione dell'aria che viene respirata è di 1-1,2 atm.

Nell'autoprotettore a ciclo chiuso c'è una bombola di gas compresso: di quale gas si tratta? Da che cosa lo si riconosce?

Il gas è ossigeno compresso a circa 200 atm ed è riconoscibile dal colore bianco dell'ogiva.

Di che colore è l'ogiva della bombola contenente aria?

L'ogiva è dipinta a settori alternati bianchi e neri.

Perché per contraddistinguere la bombola contenente aria compressa sono stati utilizzati i colori bianco e nero a spicchi sull'ogiva?

L'aria è costituita principalmente da ossigeno (21%) e azoto (79%) ed i colori distintivi per l'ossigeno e l'azoto sono rispettivamente il bianco ed il nero.

Perché l'ossigeno della bombola deve essere di "tipo terapeutico", cioè estremamente puro, e non deve contenere azoto?

La presenza di azoto in eccesso (che viene consumato in quantità minore durante la respirazione) può produrre nell'operatore un fenomeno di narcosi e in casi più gravi di avvelenamento da azoto.

Durante l'impiego dell'autoprotettore quale avvertenza bisogna avere?

Bisogna controllare ogni tanto il manometro e quando la pressione raggiunge le 30 atmosfere si deve abbandonare la zona inquinata.

Come viene segnalato l'imminente esaurimento della riserva di ossigeno o di aria?

Nel manometro dell'autoprotettore a ciclo chiuso c'è un segno rosso in corrispondenza del valore minimo della pressione che permette ancora un periodo di autonomia di circa dieci minuti; nell'autoprotettore a ciclo aperto il raggiungimento della riserva limite è segnalato da un allarme acustico.

4.3. BOMBOLE IN MATERIALE COMPOSITO PER AUTOPROTETTORI

Iter legislativo

È con l'emanazione di un primo decreto (DM 22 gennaio 1998, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 58 dell'11 marzo 1998) che si autorizza in via sperimentale l'utilizzo delle bombole in materiale composito per aria compressa.

Ma è con l'emanazione del Decreto del Ministro dei Trasporti e della Navigazione del 15 marzo 2001 (pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 140 del 19 giugno 2001) che si consente definitivamente in Italia l'uso delle bombole per aria compressa in materiale composito conformi alla norma EN 12245, con il quale, tra l'altro, viene innalzato il valore della pressione massima di carica e di esercizio per le bombole contenenti aria compressa respirabile a 300 bar, limitatamente però alle sole bombole in acciaio.

Non essendo le bombole in composito esplicitamente richiamate nel Decreto che eleva la pressione massima di carica a 300 bar, si è reso necessario un successivo Decreto (datato 18 ottobre 2001 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 26 del 9 novembre 2001) che ha ammesso tale valore di pressione anche per le bombole in materiale composito.

Bombole in materiale composito interamente avvolte

Le bombole in materiale composito interamente avvolte sono essenzialmente costituite da un avvolgimento esterno in materiale composito e da un'anima interna (*liner*).

Avvolgimento esterno

L'avvolgimento esterno delle bombole in materiale composito, comprendente sia la parte cilindrica di cui è costituita la bombola stessa sia le ogive, ha lo scopo di assicurare un'alta resistenza meccanica in modo da contrastare le elevate pressioni interne. Tale avvolgimento è costituito da numerosi strati di fibre incrociate tra loro ed impregnate solitamente in una matrice di resine epossidiche, in modo da creare uno strato ad elevata resistenza.

Tale avvolgimento può essere realizzato in:

- fibra di vetro;
- fibra di carbonio;
- fibre aramidiche;
- combinazioni delle suddette fibre.

Liner interno

Solitamente le bombole sono munite di liner interno metallico (alluminio o acciaio) o non metallico (in genere polietilene) allo scopo di garantire l'impermeabilità all'aria compressa. In alcuni casi però l'insieme delle fibre più matrice può

anche assolvere da solo lo scopo della tenuta impermeabile dell'aria compressa. In tal caso si parla di bombole senza liner.

Vantaggi nell'utilizzo delle bombole in materiale composito

Le bombole in materiale composito comportano innegabili vantaggi in termini di riduzione di peso o di aumento di autonomia a parità di peso (in tabella 5 sono messe a confronto le principali caratteristiche delle bombole in acciaio con quelle in materiale composito).

Infatti la riduzione del peso delle bombole in materiale composito, unita al fatto di avere una struttura meccanicamente più resistente, consente di realizzare delle bombole con un peso ridotto fino a circa il 50% rispetto a quelle di tipo tradizionale, nonché un minor carico fisiologico con conseguente incremento dei tempi operativi.

Materiale	Capacità in litri	Pressione	Volume aria in litri	Peso a vuoto (senza valvola) in kg	Peso (carica) in kg
Acciaio	7	200 bar	1.400	circa 7,64	circa 9,30
Acciaio	6	250 bar	1.500	circa 7,86	circa 9,63
Acciaio	6	300 bar	1.800	circa 8,29	circa 10,41
Composito	6	300 bar	1.800	circa 3,9	circa 6,02
Composito	6,8	300 bar	2.400	circa 4,0	circa 6,4
Composito PET	6,8	300 bar	2.040	circa 3,6	circa 6,0
Composito PET	9	300 bar	2.700	circa 4,5	circa 7,70

Tabella 5. Caratteristiche delle bombole in acciaio e in materiale composito

Avvertenze particolari

Si è parlato nelle pagine precedenti degli indubbi vantaggi offerti dalle bombole in materiale composito e consistenti principalmente nella notevole riduzione di peso e di aumento dell'autonomia. Per contro è richiesto il rispetto di alcune accortezze che possono essere considerate irrilevanti nel caso delle bombole in acciaio ma che in questo caso potrebbero dar luogo ad incidenti anche gravi.

Rotazione vorticosa della bombola

Le bombole in materiale composito hanno una massa molto inferiore a quelle in acciaio. Pertanto occorre porre estrema attenzione che la valvola di apertura non si apra inavvertitamente, in quanto il getto di aria uscente produce una spinta che per reazione può mettere in rapida rotazione la bombola con un effetto turbina e se, a seguito di tale rotazione vorticosa, la bombola dovesse cadere o urtare su una superficie dura, come ad esempio un muro, e rompere la valvola, la spinta diventerebbe molto più violenta ed assiale e potrebbe proiettare la bombola con notevole energia cinetica.

Montaggio e smontaggio della valvola su bombole con liner in plastica

In tali tipi di bombole la parte cilindrica del liner è separata dalle ogive e tale accoppiamento è progettato in modo da essere ermetico all'aria ed in grado di resistere alle spinte assiali ed idrostatiche derivanti dalla pressione. Il medesimo accoppiamento non è invece in grado di resistere ai significativi momenti torcenti che si generano quando si serra o si svita la valvola bloccando per contrasto il corpo cilindrico della bombola. Tale procedura, corretta ed innocua con le bombole in acciaio o in composito con liner metallico, porterebbe a danneggiamenti irreversibili nelle bombole con liner in plastica.

A tal fine questo tipo di bombole presenta delle sfaccettature piane sul collo del bocchino in cui va avvitata la valvola; tali sfaccettature costituiscono l'alloggiamento per una chiave esagonale spaccata con cui opporre il contrasto alla coppia che va applicata con una chiave dinamometrica al corpo della valvola, per il suo corretto serraggio.

4.4. TUTA ANTIACIDO E LAMPADA PORTATILE

Nella manipolazione o nell'impiego di prodotti classificati "gas tossici" potrebbero verificarsi eventi "non desiderati" detti incidenti. Si rende necessario pertanto che l'operatore abilitato usi tutte le accortezze del caso per porre rimedio. Sarà necessario perciò indossare l'autoprotettore e la tuta per arginare l'evento.

Detta tuta è un indumento a protezione totale perché tutte le parti del corpo siano protette, compresi capo e mani. Il materiale deve essere compatibile con il prodotto in questione, pertanto va scelto in maniera appropriata.

La lampada portatile è ad uso esclusivo degli operatori abilitati, a bassa tensione compatibile con i prodotti/lavorazioni specifici in atto, ricaricabile, da verificare periodicamente firmando l'apposito registro.

Capitolo quinto

Schede dei gas tossici

5.1. Acido cianidrico
5.1.1. Cianuri
5.2. Acido fluoridrico
5.3. Ammoniaca
5.4. Anidride solforosa
5.5. Benzina
5.6. Bromuro di cianogeno
5.7. Bromuro di metile
5.8. Cloro
5.9. Cloropicrina
5.10. Cloruro di cianogeno
5.11. Cloruro di metile
5.12. Etere cianocarbonico
5.13. Fosfina
5.14. Fosgene
5.15. Isonitrili - (metile-etile-fenile)
5.16. Mercaptani - (metile-etile)
5.17. Ossido di etilene
5.18. Piombo tetrametile e tetraetile
5.19. Solfato di metile
5.20. Solfuro di carbonio
5.21. Solfuri organici (metile-etile-etilisopropile)
5.22. Tetraidrotiofene (THT)
5.23. Trifluoruro di boro

5.1. ACIDO CIANIDRICO – HCN – E CIANURI

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	0,93
Peso specifico del liquido	0,67
Temperatura critica	183,5 °C
Punto di infiammabilità	–17,8 °C
Limiti del campo di esplosività (% volume nell'aria)	6 41

Descrizione delle caratteristiche principali

Viene impiegato in reazioni di sintesi di prodotti chimici e come disinfestante in agricoltura.

È un liquido incolore, molto volatile, dal caratteristico odore di mandorle amare.

È solubile in acqua, alcol etilico, etere solforico. Infiammabile ed esplosivo in miscela con l'aria. Reagisce con le sostanze ossidanti. Per combustione produce fumi tossici costituiti da vapori nitrosi. Attraversa le porosità dei muri, impregna i tessuti e da questi si svolge già alla temperatura del corpo.

L'acido cianidrico nelle bombole si trova allo stato liquido per l'80%, mentre il volume restante (20%) è occupato da HCN gassoso.

Dalla data di riempimento a quella di utilizzo della bombola di HCN non deve passare più di un anno per evitare il rischio che si verifichi un processo di polimerizzazione con conseguente aumento di temperatura e la possibile esplosione del recipiente.

Data la pericolosità della sostanza, quando si effettuano interventi di disinfestazione, si preferisce ottenere l'acido facendo reagire i sali alcalini che sono solidi e, pur essendo anch'essi tossici, sono più facilmente manipolabili, con un acido forte (ac. solforico, ecc.).

Tossicologia

È considerato un veleno protoplasmatico, il quale, combinandosi nell'organismo con gli enzimi associati alle cellule, rende impossibile il passaggio dell'ossigeno ai tessuti, causando la morte per asfissia. Dopo l'assorbimento lo ione cianuro (CN^-) si distribuisce rapidamente a tutto l'organismo e si concentra nel sangue, milza, polmoni, fegato ed encefalo. Nel sangue lo ione cianuro si accumula soprattutto nei globuli rossi; nel plasma è contenuto in parte libero, in parte legato alle proteine.

Basse concentrazioni provocano mal di testa, capogiri, tremori, sensazione di soffocamento, nausea. Nei casi più gravi i sintomi sopra descritti sono seguiti rapidamente da convulsioni, collasso cardiocircolatorio, morte.

In caso di intossicazione cronica (che non è ammessa da tutti gli autori) le affezioni più comuni risulterebbero dermatosi, irritazioni nasali, modificazioni del gusto e dell'odorato, irritazioni delle vie aeree con fenomeni bronchitici, cefalee.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Portare l'infortunato fuori dalla zona contaminata, tenerlo al caldo e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Se ha perso conoscenza versare il nitrito di amile contenuto in una fialetta su un fazzoletto da tenere sotto il naso del paziente per 15 secondi ogni minuto.

Somministrare fino a 3-4 fialette di nitrito di amile, ciascuna delle quali da sostituirsi dopo non più di 5 minuti che è stata aperta (il medico può attuare, nel caso specifico di avvelenamento da acido cianidrico, il trattamento a base di sodio bisolfato).

Qualora l'infortunato non respiri, attuare la respirazione artificiale ed all'occorrenza ovviamente anche il massaggio cardiaco.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua (seguire quindi se necessario lo stesso trattamento prescritto in caso di inalazione).

Contatto con gli occhi

Irrorarli abbondantemente con acqua.

Ingestione

Chiamare con urgenza il medico. Se l'infortunato **non** ha perso conoscenza provocare il vomito. Altrimenti procedere con lo stesso trattamento prescritto in caso di inalazione del gas.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio	Grado di riempimento	0,55 kg/l
	Pressione di collaudo	100 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	sì

Manipolazione

Tutte le operazioni che prevedono l'impiego di HCN o che comportano la possibilità che questo si formi nel corso delle attività devono essere condotte:

- evitando il contatto con gli occhi e la pelle;
- operando sotto cappa o muniti dei dispositivi di protezione per evitare l'inalazione dei vapori;
- operando lontano da sorgenti di innesco.

Si deve sempre tenere sotto controllo l'aria dell'ambiente in cui si lavora per rilevare l'eventuale presenza dell'acido.

A questo scopo si possono utilizzare speciali cartine reattive (per es. all'acido picrico), o fare dei rilievi con le fiale Dräger che danno una risposta immediata e quantitativa.

Disinfestazione con HCN

L'HCN viene utilizzato in agricoltura per la disinfestazione di ampie zone di terreno e per locali e ambienti di deposito e abitativi.

L'impiego in aperta campagna è soggetto ad autorizzazione rilasciata dall'Autorità di Pubblica Sicurezza e deve avvenire dall'alba al tramonto adottando tutte le misure di sicurezza descritte nella parte generale.

Dovendo operare in ambienti chiusi, questi dovranno essere preparati con molta cura, tenendo presente che l'HCN ha la capacità di penetrare anche attraverso le più piccole fessure. Occorrerà quindi sigillare perfettamente porte e finestre, tutte le prese elettriche a muro e ogni eventuale fessura o buco di qualsiasi tipo presente sulle pareti del locale interessato.

Dopo la disinfestazione si dovrà bonificare il locale allontanando i vapori con aspiratori collegati ad un idoneo sistema di abbattimento e neutralizzazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro G azzurro per HCN, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito deve essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore, da sostanze ossidanti e alcaline;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- dotato di pareti perimetrali robuste;
- con una copertura leggera;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori ad acqua nebulizzata e soluzioni alcaline;
- dotato di pavimento impermeabile in leggera pendenza verso il centro con soglia di contenimento, pozzetto di raccolta e convogliamento acque da neutralizzare;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio a norma CEI;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: il punto di fuoriuscita del gas può essere individuato con cartina indicatrice all'acido picrico.

In caso di perdite e spandimenti:

- tamponare con stracci imbevuti di latte di calce e solfato di ferro;
- diluire gli spandimenti con acqua alcalina per aggiunta di latte di calce e di solfato ferroso.

La calce forma con l'HCN un sale (il cianuro di calcio) che con il solfato ferroso forma ferrocianuro, insolubile in acqua, non più volatile e non più attaccabile dagli acidi a freddo.

In caso di incendio: raffreddare i contenitori esposti al fuoco mediante irrorazione con acqua.

5.1.1. CIANURI: NaCN – KCN – $Ca(CN)_2$ – $Cu(CN)_2$ – $Zn(CN)_2$ – AgCN

Proprietà chimico fisiche	NaCN	KCN	$Ca(CN)_2$
Punto di fusione	560 °C	634 °C	630 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

I sali di cianuro vengono utilizzati principalmente:

- nelle lavorazioni galvaniche;
- nei trattamenti termici;
- nell'industria chimica;
- nella disinfestazione dei locali (sotto forma di acido cianidrico).

Sono i sali dell'acido cianidrico. Si decompongono per azione degli acidi e della stessa umidità e anidride carbonica dell'aria e formano l'acido cianidrico, gas infiammabile e tossico. Anche soltanto il sudore delle mani può provocare la formazione dell'acido.

I cianuri di sodio e potassio (alcalini), di calcio e bario (alcalino terrosi) sono molto solubili in acqua, mentre gli altri lo sono nelle soluzioni alcaline.

Non sono infiammabili, ma esiste comunque il pericolo d'incendio a causa dell'acido cianidrico gassoso che potrebbero liberare.

Sono inodori, ma in ambiente umido emanano odore di mandorle amare, caratteristico dell'acido cianidrico.

Sono tossici per ingestione, inalazione e contatto con la pelle. Allo stato fuso sono pericolosi perché gli spruzzi provocano gravi ustioni ed il contatto con i nitrati di sodio e potassio dei bagni di rinvenimento provoca violente fiammate ed esplosioni.

Tossicologia

(Vedi Acido cianidrico)

Nozioni di pronto soccorso

(Vedi Acido cianidrico)

Contenitori e recipienti

Consistono in fusti metallici a chiusura ermetica di colore nero o blu su cui è raffigurato un teschio con la scritta "veleno" ed il nome del sale.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	no (sì nel caso di utilizzo come HCN gassoso)
	Trasporto	sì

Deve essere tenuto sempre aggiornato un apposito registro di carico e scarico che permetta il controllo delle quantità utilizzate.

Manipolazione

I fusti contenenti i sali di cianuro non devono mai essere posti vicino a sostanze capaci di svolgere gas acidi in quanto, anche se non vi è contatto diretto, è sufficiente che questi vapori

raggiungano il cianuro per provocare lo sviluppo dell'acido cianidrico.

Tutti gli attrezzi usati per il cianuro (mestoli, palette, secchi, ecc.) devono essere usati solo ed esclusivamente per questa sostanza e per nessun'altra.

Il cianuro va trasportato dal deposito al reparto in recipienti chiusi ermeticamente e nella quantità strettamente necessaria. Nei locali di lavoro non si deve fumare, mangiare, bere, né tenere cibi o bevande. Dopo aver maneggiato i cianuri occorre lavarsi le mani in acqua calda e sapone. Durante le lavorazioni si devono indossare sempre i guanti protettivi che dovranno poi essere lavati in acqua corrente prima di venire sfilati.

La presenza di acido cianidrico nell'aria può essere rivelata esponendo una cartina alla benzidina-acetato di rame che si colorerà in blu.

Trasporto del cianuro dal deposito ai reparti di lavorazione

Per ragioni di sicurezza il prelievo di sale di cianuro al deposito dovrà essere effettuato da almeno due operatori.

Uno degli operatori agisce sul sistema di apertura del deposito e, avuto il consenso dal sistema automatico che segnala l'assenza di gas, entra nell'antilocale. Qui indossa i dispositivi e gli indumenti di protezione, entra nel locale deposito, apre il contenitore di cianuro, preleva la quantità necessaria con l'apposita paletta, richiude il fusto; esce dal deposito, lo chiude a chiave e porta il sale contenuto nel recipiente ben chiuso, fino al reparto.

Dopo avere sciolto il sale nel bagno, ritorna al deposito dove provvederà a lasciare gli indumenti protettivi lavati e puliti. Questi indumenti devono sempre essere lasciati nell'antilocale e non devono essere utilizzati per svolgere altri lavori.

Trasporto

Il trasporto deve essere autorizzato dalle Autorità di Pubblica Sicurezza. Deve essere effettuato con la presenza di una persona abilitata all'impiego dei cianuri. Sul mezzo dove si trasportano i cianuri non possono venire trasportate altre sostanze o altri prodotti di qualsiasi genere. Sul veicolo devono essere presenti tutti i mezzi di pronto intervento in caso di incidente: maschera antigas, guanti, scope, recipienti per raccogliere il cianuro, calce e solfato ferroso. I recipienti dovranno essere chiusi ermeticamente e ben fissati.

Il trasporto e le relative operazioni di carico e scarico devono essere effettuati soltanto dall'alba al tramonto.

Come si deve intervenire in caso di incidente?

- Delimitare la zona in modo da tenere lontane le persone;
- non lasciare il carico incustodito;
- tenere spento il motore dell'autoveicolo;
- avvisare i Carabinieri o la Polizia stradale;
- raccogliere con gli attrezzi a disposizione il cianuro che può essere recuperato;
- circoscrivere lo spazio di terreno dove c'è il sale di cianuro ed evitare che possa finire in un corso d'acqua;
- neutralizzare il cianuro rimasto sul terreno con calce, solfato ferroso e acqua;
- controllare, prima di ripartire, che il recupero sia stato completo.

Mezzi di protezione

Bisogna utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro, indumenti (guanti, grembiule, stivali) in gomma, autorespiratore.

Deposito

Il deposito dovrà prima di tutto essere situato ad una buona distanza dai reparti di produzione ed in luogo defilato, dove non vi sia passaggio di persone o di mezzi.

La costruzione dovrà avere dei muri perimetrali molto resistenti ed una copertura che permetta, in caso di scoppio, lo sfogo dell'onda d'urto verso l'alto.

All'esterno del deposito dovrà essere esposta la segnaletica specifica.

Il deposito deve essere costituito da un antilocale e da un locale destinato alla custodia dei cianuri. La porta in metallo dell'antilocale deve essere chiusa a chiave e l'accesso deve essere consentito solo al personale autorizzato.

L'accesso può avvenire solo dopo l'entrata in funzione del sistema di aspirazione installato e regolato da un temporizzatore, programmato in modo tale da impedire l'apertura fino a quando non sia stato effettuato il ciclo di ricambi d'aria all'interno.

Nell'antilocale devono essere presenti:

- mezzi personali di protezione (maschera, grembiule, occhiali, stivali, ecc.) tenuti sempre puliti ed in perfetta efficienza;
- un lavandino ed una lancia per lavare e rimuovere eventuali spandimenti;
- cassetta di pronto soccorso con farmaci per un primo intervento.

Il pavimento dovrà essere in leggera pendenza verso il centro, dove un pozzetto predisposto raccoglierà le acque utilizzate per il lavaggio pavimento che verranno raccolte o convogliate direttamente all'impianto di depurazione.

Per evitare la dispersione all'esterno delle acque di lavaggio, il pavimento dell'antilocale sarà delimitato da una soglia di almeno 20 cm di altezza.

Locale deposito

Le pareti dovranno essere impermeabili e lavabili fino ad un'altezza di almeno 150 cm. Il pavimento sarà in leggera pendenza verso il centro con pozzetto di raccolta centrale e canalizzazione adatta a convogliare gli eventuali spandimenti e lavaggi in vasca a tenuta o in impianto di trattamento delle acque cianuriche.

L'impianto elettrico dovrà rispettare la normativa vigente in fatto di sicurezza, essere del tipo antideflagrante. L'impianto di aspirazione dovrà essere dimensionato sul volume del locale e prevedere un numero di ricambi d'aria/ora sufficienti ad assicurare l'eliminazione degli eventuali vapori tossici presenti. I fusti di cianuro dovranno poggiare su appositi bancali che li tengano sollevati da terra.

Nel deposito non dovranno essere conservate sostanze di altra natura, o materiali od oggetti estranei. Il quantitativo di cianuri in giacenza non dovrà mai superare quello per cui è stata concessa l'autorizzazione.

È previsto che il deposito sia dotato infine di un sistema di allarme ottico acustico collegato al sistema di rilevazione di formazione di gas all'interno del locale.

Bonifiche e interventi di emergenza

I recipienti che hanno contenuto i cianuri, una volta utilizzati, devono essere decontaminati mediante un lavaggio chimico in modo da trasformare i residui di cianuro in un sale insolubile e non più tossico.

Si versano nel recipiente acqua con calce fino ad un pH basico e poi del solfato ferroso che, reagendo con il cianuro residuo, formerà un sale (ferrocianuro) che si separerà allo stato solido.

La neutralizzazione delle acque cianuriche viene di solito effettuata mediante ossidazione in continuo con ipoclorito di sodio o con cloro gassoso; le acque di scarico vengono dapprima portate ad un pH uguale o superiore a 11. I cianuri vengono con questo sistema completamente decomposti, prima in cianati e poi in azoto e acido carbonico e quindi in anidride carbonica.

In caso di versamento del sale sul pavimento si procede in pratica come detto prima: si raccoglie la maggior quantità possibile del prodotto versato (munendosi prima degli indumenti di protezione) e si lava il pavimento con acqua e calce, raccogliendo il liquido e inviandolo al trattamento di neutralizzazione.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Quali sono i residui ed i prodotti che devono essere neutralizzati o bonificati?

- *i bagni galvanici esausti;*
- *le acque di lavaggio;*
- *gli spruzzi ed i liquidi versati sui pavimenti;*
- *gli indumenti di lavoro sporchi;*
- *gli attrezzi impiegati durante le lavorazioni;*
- *i fusti vuoti.*

Perché non si devono scaricare acque contenenti cianuri in fognatura?

Perché possono avvelenare i corsi d'acqua in cui scaricano le reti fognarie e perché nelle fognature possono venire a contatto con acque acide e svolgere quindi acido cianidrico.

Perché non si devono scaricare acque o residui contenenti cianuri nel terreno?

Perché penetrando nel sottosuolo possono inquinare le falde acquifere da cui si attingono i pozzi di approvvigionamento delle acque potabili.

5.2. ACIDO FLUORIDRICO – HF

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	0,71
Peso specifico del liquido	0,99
Temperatura critica	230 °C
Pressione critica	74,8 atm

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, dall'odore pungente e irritante, molto igroscopico: forma delle nebbie acide a contatto con l'aria umida. Non è infiammabile. È molto solubile in acqua dove forma soluzioni acide, corrode i metalli con i quali reagisce sviluppando idrogeno. Allo stato anidro non è corrosivo nei confronti di rame, alluminio, nichel e acciaio. Si prepara dalla fluorite (fluoruro di calcio) facendola reagire con acido solforico concentrato.

$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$$

Viene messo in commercio allo stato di soluzione acquosa a varie concentrazioni o in bombole compresso e liquefatto.

Intacca il silicio ed i suoi composti (quindi anche il vetro che è una miscela di silicati) formando un composto volatile, il tetrafluoruro di silicio.

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + H_2O$$

Ha numerosi impieghi nell'industria chimica (fluidi frigoriferi, propellenti per aerosol, agenti estinguenti, ecc.), in metallurgia, nell'industria del vetro e della ceramica.

Tossicologia

Ha un'azione fortemente irritante. Provoca ustioni.

Inalazione

L'inalazione dei vapori causa irritazione alle vie respiratorie con tosse e sensazione di bruciore e di soffocamento. Nei casi più gravi può produrre ulcerazioni, emorragie ed edema polmonare.

Contatto con la pelle o con gli occhi

Provoca ustioni e pertanto può causare gravi danni oculari.

Ingestione

Può provocare lesioni irreversibili del cavo orofaringeo e dell'apparato digerente. Nel caso di intossicazione cronica possono aversi fenomeni bronchitici e fibrosi polmonare.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, tenerlo al caldo e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale e l'uso degli apparecchi resuscitatori devono applicarsi solo in caso di arresto della respirazione. Inoltre, non bisogna fare inalare ossigeno sotto pressione.

Poiché l'edema polmonare può insorgere anche dopo un periodo di latenza di varie ore, l'infortunato deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua fino ad eliminazione completa di ogni traccia di acido.

Contatto con gli occhi

Irrigarli immediatamente e copiosamente con acqua corrente. Successivamente possono essere fatti dei lavaggi con soluzioni di bicarbonato sodico al 2% per almeno 15 minuti.

Ingestione

Se l'infortunato è cosciente, somministrargli subito molta acqua da bere e quindi latte.

In attesa dell'arrivo del medico, disporre il paziente a bocconi o in posizione di sicurezza (vedi parte generale) per impedire che vomito, muco, ecc. gli ostruiscano le vie respiratorie. Assicurarsi che la lingua dell'infortunato non ostacoli il passaggio dell'aria.

Contenitori e recipienti

Utilizzare *bombole in acciaio per l'acido liquido o gassoso anidro* e fusti in politene, ferro piombato o plastificato per le soluzioni acquose.

Bombole	Grado di riempimento	0,84 kg/l
	Pressione di collaudo	10 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Impiego	sì	
	Detenzione	sì	• allo stato gassoso; • allo stato gassoso liquefatto oltre 60 kg;
		no	• in soluzione acquosa in concentrazione fino all'85% e in quantità minore di 50 kg • in soluzione acquosa a concentrazioni inferiori al 40%
	Trasporto	sì	allo stato compresso e liquefatto in recipienti a pressione in quantità superiore a 60 kg
		no	per le soluzioni acquose

Manipolazione (v. parte generale)

Ogni operazione deve essere effettuata adottando tutte le precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Prima di prelevare l'acido fluoridrico liquido da una bombola la si deve raffreddare portandola a temperatura molto bassa con ghiaccio secco e, dopo averla collegata con il contenitore in polietilene mantenuto alla stessa temperatura, la si capovolge e si lascia uscire il quantitativo voluto.

Mezzi di protezione

Bisogna utilizzare maschera a facciale completo con filtro B grigio per vapori e gas acidi, autorespiratore, indumenti (guanti, stivali, tuta) in PVC o neoprene.

Deposito

Il deposito deve essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- a copertura leggera;
- con pavimento impermeabile antiacido con adatta pendenza;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque di lavaggio;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione ad acqua e soluzioni alcaline nebulizzate;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: il punto di fuoriuscita del gas può essere individuato con una cartina di tornasole (colorazione rossa) o con un batuffolo di cotone imbevuto di una soluzione di ammoniaca (fumi bianchi di fluoruro di ammonio).

In caso di perdite e spandimenti: contenere e assorbire con sabbia o terra e trattare con soluzioni alcaline di calce, bicarbonato di sodio.

I vapori dell'acido vengono abbattuti con acqua fredda nebulizzata o per convogliamento in un contenitore pieno d'acqua o di una soluzione alcalina e poi neutralizzati con calce.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'acido fluoridrico non è infiammabile ma può, in determinate condizioni, generare incendi ed esplosioni. Quando?

Se l'acido fluoridrico viene a contatto con molti metalli, li attacca e libera idrogeno, gas infiammabile ed esplosivo in miscela con l'aria.

In che stato si trova l'acido fluoridrico quando è contenuto in bombola?

Allo stato liquido.

Cosa succede se indirizzo dei getti d'acqua su un recipiente da cui fuoriesce dell'acido?

L'acido reagisce con l'acqua con sviluppo di calore e aumenta la capacità corrosiva nel punto dove si verifica la perdita, con il rischio di allargare ancora di più la falla.

Come si individua il punto su una bombola o su un impianto in cui vi è una fuoriuscita di acido fluoridrico?

Avvicinando un batuffolo di cotone inumidito con una soluzione di ammoniaca si formano fumi bianchi di fluoruro di ammonio.

Quali sono le vie attraverso cui si esplica l'azione tossica dell'acido fluoridrico?

Inalazione, contatto con occhi e cute, con danni gravi ed irreversibili.

Dovendo trasportare 80 kg di acido fluoridrico liquefatto in bombole, si deve richiedere autorizzazione al trasporto?

Sì, perché si superano i 60 kg.

Se si tratta di trasportare 40 kg di soluzione acquosa all'85% e 200 kg al 40%, si deve richiedere autorizzazione al trasporto?

No, perché per le soluzioni acquose non ci sono limiti, quale che sia la loro concentrazione.

5.3. AMMONIACA – NH_3

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	0,59
Peso specifico del liquido	0,64
Temperatura critica	132,4 °C
Pressione critica	114,8 bar
Temperatura di autoaccensione	651 °C
Limiti di infiammabilità in aria	15 ÷ 27 % volume

Descrizione delle caratteristiche principali

L'ammoniaca anidra a temperatura e pressione ambientale è un gas incolore, di odore pungente, irritante; è più leggera dell'aria e all'aria umida forma una leggera nebbia. Con l'acqua reagisce e forma idrossido di ammonio. Le soluzioni acquose di ammoniaca sono basiche e fortemente corrosive.

L'ammoniaca anidra è infiammabile e forma con l'aria miscele esplosive in un intervallo di concentrazione tra il 15 ed il 25%. Il campo di infiammabilità però si allarga in presenza di ossigeno e con l'aumentare della temperatura e della pressione. L'ammoniaca in soluzione è stabile; si dissocia in idrogeno e azoto a temperature tra i 450 e 500 °C.

Viene utilizzata negli impianti frigoriferi come liquido criogenico.

Reagisce violentemente con: F, Cl, J, HCl gassoso, HBr gassoso, ipocloriti, acetaldeide. Con Ag, Hg, Au forma composti esplosivi.

Tossicologia

È un forte irritante per gli occhi, la pelle e le vie respiratorie.

Inalazione

L'inalazione di basse concentrazioni di ammoniaca causa tosse, rinite, congiuntivite, lacrimazione. Nei casi di media gravità compare il quadro della bronchite acuta che generalmente presenta una importante componente broncospastica (asmatiforme).

L'inalazione in elevata concentrazione può avere gravi conseguenze immediate, quali la morte per soffocamento o per edema polmonare acuto massivo.

Contatto con la pelle e con gli occhi

L'ammoniaca liquida produce ustioni cutanee e gravi danni agli occhi.

Sotto forma di gas disperso nell'aria è causa generalmente solo di importanti fenomeni irritativi poiché, come detto in precedenza, il soggetto avverte precocemente la presenza del tossico.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata qualora non sia riuscito a sfuggire all'aggressione del gas da solo.

Questo è detto perché i soggetti colpiti avvertono precocemente e più intensamente

rispetto ad altri gas tossici i fenomeni irritativi e quindi cercano di sfuggire all'aggressione prima che si verifichino alterazioni delle vie aeree profonde, sempre che il soggetto non sia esposto ad una elevata concentrazione del tossico in ambienti confinati o quando sia preclusa la possibilità di fuga. Chiamare comunque con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui l'infortunato non respiri più. Poiché, in casi che possono apparire non gravi, l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore, il paziente deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua. Successivamente effettuare un lavaggio con soluzioni al 2% di acido acetico.

Contatto con gli occhi

Lavarli immediatamente con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti: colore distintivo giallo.

Serbatoi		
Bomboloni		
Bombole	Grado di riempimento	0,53 kg/l
	Pressione di collaudo	33 atm
	Revisione	ogni 5 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì oltre i 75 kg
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo, autorespiratore, indumenti (guanti, stivali, tuta) in gomma o neoprene.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- dotato di pareti perimetrali incombustibili;
- con una copertura leggera;
- con il pavimento impermeabile;

- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento dei vapori ad acqua nebulizzata e successiva neutralizzazione del liquido raccolto,
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: il punto di fuoriuscita del gas può essere individuato con un batuffolo di cotone imbevuto con acido cloridrico: in presenza di ammoniaca si formano fumi bianchi di cloruro di ammonio. Poiché l'ammoniaca è basica, la cartina di tornasole si colora in blu.

In caso di perdite e spandimenti: l'ammoniaca è molto solubile in acqua, pertanto può essere assorbita con l'acqua o con uno straccio bagnato tenuto sul punto dove c'è una piccola perdita. Inoltre può essere abbattuta con acqua nebulizzata.

Impianto frigorifero

La maggior parte dei gas possiede la proprietà di assorbire calore durante la fase di espansione provocando, di conseguenza, il raffreddamento dell'ambiente in cui questa si verifica.

Questa caratteristica, che è molto accentuata nel caso dell'ammoniaca, ne fa uno dei liquidi criogenici più efficaci e utilizzati, nonostante i rischi di infiammabilità e corrosione e nonostante la sua azione come gas soffocante. L'ammoniaca infatti ha un elevato calore di evaporazione e di conseguenza quando evapora produce un forte abbassamento della temperatura.

L'impianto frigorifero è costituito nei suoi elementi essenziali da:

- un compressore;
- un condensatore (costituito da serpentine o fasci tubieri in cui circolano l'acqua e l'ammoniaca in controcorrente) dove l'ammoniaca, che proviene dal compressore ancora allo stato gassoso, viene raffreddata e riportata allo stato liquido;
- un rubinetto regolatore di flusso;
- un evaporatore o vaporizzatore.

Come funziona

L'ammoniaca, compressa e liquefatta, passa attraverso il regolatore di flusso ed entra nel vaporizzatore; qui si espande avendo a disposizione un volume maggiore e, così facendo, ritorna allo stato gassoso. Evaporando assorbe calore sottraendolo all'esterno (celle frigorifere). Dopo il passaggio nei fasci tubieri dell'evaporatore, attraverso il compressore viene mandata nel condensatore dove viene liquefatta. Dal condensatore attraverso il regolatore di flusso viene inviata all'evaporatore ed il ciclo si ripete.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'ammoniaca gassosa è infiammabile?

L'ammoniaca da sola non brucia, ma può incendiarsi in miscela con l'aria in percentuale tra il 15 ed il 25% in volume, formando miscele esplosive in presenza di un innesco.

In che stato si trova nelle bombole?

Allo stato liquido.

Come vengono riempite le bombole di ammoniaca?

Vengono riempite per l'83%.

Da cosa viene occupato lo spazio rimasto libero?

Dall'ammoniaca allo stato gassoso.

Quando si entra in un locale in cui si sente forte odore di ammoniaca, quali sono le precauzioni che bisogna avere?

Prima di tutto si devono indossare i dispositivi di protezione; si deve aerare il locale aprendo porte e finestre; non si deve accendere la luce per evitare di creare una fonte di innesco.

Perché l'ammoniaca viene usata negli impianti frigoriferi?

Perché avendo un calore di evaporazione molto elevato, per evaporare assorbe una grande quantità di calore e quindi raffredda l'ambiente circostante.

5.4. ANIDRIDE SOLFOROSA – SO_2

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	2,2
Peso specifico del liquido	1,45
Temperatura critica	157 °C
Pressione critica	77 atm

Descrizione delle caratteristiche principali

Viene impiegata nell'industria chimica, alimentare, in enologia, nell'industria tessile e della carta. È un gas incolore, dall'odore soffocante e pungente, molto irritante. Con acqua forma acido solforoso. Attacca tutti i metalli in presenza di umidità. A secco non è corrosiva. Non è infiammabile e non forma miscele esplosive con l'aria.

È stabile e poco reattiva a temperatura ordinaria e in atmosfera secca.

Liquefa a –10 °C a pressione ambiente. I recipienti sono in acciaio e contengono il gas allo stato liquido.

Tossicologia

L'anidride solforosa è molto irritante. Provoca causticazioni.

Inalazione

L'inalazione di vapori, in concentrazione anche modesta, è causa di flogosi delle vie respiratorie e produce un quadro sintomatologico di bronchite acuta.

L'intossicazione acuta per inalazione di forti dosi può scatenare un edema polmonare.

Contatto con la pelle o con gli occhi

Il contatto del liquido con la pelle causa causticazioni da congelamento dovute ad una rapida evaporazione (lesioni simili alle ustioni). I vapori provocano irritazione della pelle e a contatto con gli occhi causano gravi congiuntiviti e lesioni corneali che possono compromettere irreversibilmente la funzione visiva.

Nel caso di avvelenamento cronico, l'azione irritante della sostanza sulle mucose nasale, faringo-laringea e tracheo-bronchiale causa secrezione, tosse secca, fenomeni bronchitici, talvolta emorragie nasali.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, tenerlo al caldo e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui il paziente non respiri più. Poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore, l'infortunato deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati possibilmente sotto doccia e lavare la pelle abbondantemente con acqua. Non applicare unguenti o creme.

Contatto con gli occhi

Lavarli abbondantemente con acqua corrente e successivamente con soluzione di bicarbonato sodico al 2%.

Contenitori e recipienti

Serbatoi		
Bomboloni		
Bombole in acciaio	Grado di riempimento	1,23 kg/l
	Pressione di collaudo	14 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì	• oltre i 75 kg compressa e liquefatta • allo stato gassoso (da sola o mista a SO_3 od ossidi di carbonio) per qualsiasi quantità
	Impiego	no	in soluzione acquosa concentrata e per scopi agricoli o enologici
		sì	• allo stato gassoso • compressa e liquefatta
	Trasporto	no	

Manipolazione (v. parte generale)

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro E giallo per SO_2, autorespiratore, guanti, stivali in gomma, tuta ermetica in materiale impermeabile ai gas e antiacido.

Deposito

Il deposito deve essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- con pareti perimetrali robuste;
- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile antiacido;
- dotato di soglia di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento ad acqua nebulizzata dei vapori e neutralizzazione del liquido raccolto;

- dotato di impianto elettrico a norma CEI;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: il punto di fuoriuscita del gas può essere individuato con un batuffolo di cotone imbevuto con ammoniaca: in presenza di anidride solforosa si formano fumi bianchi di solfito di ammonio. La cartina di tornasole si colora in rosso.

In caso di perdite e spandimenti: indirizzare getti di acqua fredda e soluzione alcalina per latte di calce o con soda caustica al 10%. Se la perdita è piccola si porta la bombola sotto cappa, altrimenti è consigliabile immergerla in bagno alcalino o interrarla coprendo con latte di calce.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'anidride solforosa è più pesante o più leggera dell'aria?

Più pesante.

Se nella bombola ci sono tracce di umidità quali inconvenienti si possono verificare?

Si forma acido solforoso corrosivo che intacca la superficie interna della bombola.

Come devono essere sistemati gli aspiratori in un locale dove si utilizza SO_2? Perché?

Il sistema di aspirazione deve essere localizzato in basso, perché i vapori di anidride solforosa sono più pesanti dell'aria.

In caso di perdita di SO_2 allo stato liquido cosa si deve fare per prima cosa?

Si deve orientare la bombola in modo che dal punto di perdita fuoriesca l'anidride solforosa allo stato gassoso, perché così può essere più facilmente assorbita nel liquido neutralizzante.

5.5. BENZINA (miscela di idrocarburi alifatici)

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del vapore	3,4
Peso specifico del liquido	0,71-0,75
Temperatura di accensione	circa 220 °C
Limiti del campo di esplosività (volume % in aria)	0,6 ÷ 0,8

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido limpido, incolore, dall'odore aromatico, molto volatile. È estremamente infiammabile, forma con l'aria miscele esplosive. Viene usato come propellente per motori a scoppio.

Tossicologia

Inalazione

Provoca irritazione alle vie respiratorie. L'inalazione ad elevate concentrazioni provoca mal di testa, vertigini, difficoltà respiratorie e perdita di sensi.

Contatto con gli occhi

Ha effetto irritante.

Contatto con la pelle

Svolge azione irritante. Il contatto con il liquido può causare dermatiti. Considerato che il benzene in piccole quantità è un composto naturale delle benzine facilmente assorbibile sia per via inalatoria che attraverso la cute, si ricorda, tra gli effetti della intossicazione cronica, la possibile azione cancerogena.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

In caso di necessità praticare la respirazione artificiale. Se l'infortunato è cosciente può essere mantenuto, in attesa dell'intervento del medico, in posizione seduta; se ha perso conoscenza deve essere tenuto in posizione laterale di sicurezza.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Ingestione

Non provocare il vomito. Se è cosciente somministrare da bere acqua o latte.

Contenitori e recipienti

Utilizzare serbatoi e cisterne in ferro.

Autorizzazioni	Detenzione (*)	sì	per contenuto in piombo superiore a 0,85 g/l
	Impiego (*)	sì	per contenuto in piombo superiore a 0,85 g/l
	Trasporto	no	

(*) L'autorizzazione alla detenzione e all'impiego è in funzione del contenuto in piombo al chilo (piombo tetraetile).

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni relative a travasi, riempimento serbatoi ecc. devono essere effettuate a ciclo chiuso, con sistema di messa a terra e attrezzi di materiale antiscintilla.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, indumenti (guanti, stivali, tuta) in gomma o plastica (PVC).

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- dotato di pareti e struttura in materiale incomburente;
- dotato di copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile.

Sistemazione serbatoi

- Bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- impianto di irrorazione serbatoi ad acqua nebulizzata;
- impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti travasare il liquido in altri serbatoi. In caso di piccoli spandimenti si può assorbire con sabbia o terra e lasciare evaporare. I vapori si abbattono con acqua nebulizzata.

5.6. BROMURO DI CIANOGENO – BrCN

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	3,6
Peso specifico del liquido	2,015

Descrizione delle caratteristiche principali

È solido a temperatura ambiente, molto volatile, dall'odore pungente. È solubile nei solventi organici. Non è infiammabile.

Polimerizza in ambiente acido formando il bromuro dell'acido cianurico.

Viene utilizzato come disinfestante e nell'industria chimica.

A contatto con l'acqua reagisce e forma acido bromidrico e acido cianidrico, gas tossici, infiammabili e corrosivi.

Tossicologia

Ha un'azione fortemente irritante e soffocante.

Inalazione

Svolge una azione simile al fosgene. Provoca una irritazione polmonare molto intensa con edema polmonare e fenomeni emorragici; questa azione si può manifestare a concentrazioni molto basse (inferiori ad 1 ppm).

Benché possegga le proprietà tossiche dello ione CN^-, è poco probabile, vista la sua intensa azione irritante sulle vie respiratorie, che un uomo possa essere esposto ad una concentrazione sufficiente per provocare segni di intossicazione da ione CN^-.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Provoca ustioni cutanee e gravi danni agli occhi.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui il paziente non respiri più. Poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore, il paziente va tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere subito gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Utilizzare ampolle di vetro termosaldate e contenitori metallici chiusi ermeticamente.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio/azzurro con fascia bianca per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti perimetrali robuste;
- con una copertura leggera;
- con il pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con accesso controllato da temporizzatore;
- con abbattimento dei vapori ad acqua nebulizzata e neutralizzazione dei liquidi raccolti;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: mediante fiale Dräger.

In caso di perdite e spandimenti occorre trattare il solido o la soluzione con carbonato di sodio e aggiungere all'impasto così formato una soluzione basica di calcio o sodio ipoclorito, mantenendolo a contatto per almeno 24 ore. Si effettuano poi lavaggi finali con soluzione saponosa contenente sodio ipoclorito.

5.7. BROMURO DI METILE – CH_3Br

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	3,3
Peso specifico del liquido	1,68
Temperatura critica	194 °C
Punto di ebollizione	3,56 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, di leggero odore dolciastro, poco solubile in acqua, miscibile con i solventi organici (alcool, etere, solfuro di carbonio, benzene). Non è infiammabile ma forma con l'aria miscele esplosive innescabili per scintillio. Per renderne avvertibile la presenza viene addizionato con sostanze odorizzanti.

Viene impiegato nell'industria chimica, come fumigante del suolo e delle sementi, nella disinfestazione di prodotti alimentari (patate, pomodori, ecc.).

In presenza di acqua attacca molti metalli formando idrogeno, gas infiammabile ed esplosivo. A contatto con l'acqua si decompone in acido bromidrico (HBr) e alcol metilico (CH_3OH).

A temperature elevate si decompone svolgendo fumi tossici di acido bromidrico, bromuro di carbonile e ossido di carbonio. Con alluminio forma composti metilati spontaneamente infiammabili all'aria.

Tossicologia

È un gas inodore e scarsamente irritante. È facilmente assorbito per via respiratoria e poco assorbito per via cutanea.

Inalazione

Esercita la sua azione tossica a carico del sistema nervoso centrale, respiratorio e del rene. I pazienti intossicati presentano di solito nausea, vomito, disturbi del sensorio, sintomi da polinevrite diffusa, dispnea acuta e convulsioni, edema polmonare, oligoanuria.

Nei casi meno gravi i sintomi dell'intossicazione interessano prevalentemente il sistema nervoso e si risolvono senza postumi permanenti.

Essendo un gas inodore e non irritante a concentrazioni già pericolose, può avvenire facilmente l'intossicazione acuta.

Contatto con la pelle

Il contatto ripetuto provoca reazioni infiammatorie con possibile evoluzione vescicolosa o bollosa, analoga a quella tipica delle ustioni chimiche.

L'esposizione cronica a concentrazioni relativamente basse può determinare una polinevrite che si manifesta più comunemente agli arti.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale deve essere praticata esclusivamente se il paziente non respira più e possibilmente non con il metodo bocca a bocca.

Poiché gli effetti gravi dell'intossicazione acuta potrebbero manifestarsi anche a distanza di 48 ore, l'infortunato va tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati e lavare immediatamente e abbondantemente la pelle con acqua. Successivamente lavare, se possibile, con soluzione di bicarbonato di sodio.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Ingestione

Se l'infortunato è cosciente fargli bere molta acqua.

Non provocare il vomito.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio	Grado di riempimento	1,51 kg/l
	Pressione di collaudo	10 atm
	Revisione	ogni 5 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione.

Il bromuro di metile liquefatto è commercializzato in bombole munite di un tubo pescante che permette l'utilizzo del gas allo stato liquido.

Disinfestazione

L'impiego come disinfestante in ambienti chiusi prevede che questi vengano debitamente preparati sigillando le aperture e ogni eventuale fessura sulle pareti e nei serramenti. Le quantità di prodotto utilizzate variano in funzione del volume, del tipo di ambiente e del materiale da disinfestare, normalmente dai 15 ai 60 grammi. Il locale dovrà poi essere bonificato aspirando il bromuro residuo su carbone attivo e solventi ed infine aerato per almeno 24 ore.

Gli interventi su terreno prevedono una dose d'impiego inferiore a 60 g/m^2 di terreno con tempi di copertura di circa sette giorni.

I dati esposti sono solo indicativi ed i tempi e le quantità dovranno rispettare le indicazioni riportate in etichetta.

Ai sensi dell'Ordinanza ministeriale del 16/06/94, l'uso del bromuro di metile è consentito come disinfestante di terreni incolti oppure su sementi, ma non sui prodotti alimentari.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in teflon, gomma, PVC (in cuoio sono permeabili) e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta;

- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque in caso di allagamento totale;
- dotato di impianto di aspirazione forzata, presa d'aria in basso, abbattimento e neutralizzazione dei vapori su carbone attivo e per gorgogliamento in solventi;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza di anche minime quantità viene avvertita dalla presenza di sostanze odorizzanti addizionate al gas.

In caso di perdite e spandimenti: contenere con sabbia e terra il liquido, tamponare con straccio imbevuto con acqua e sostanze alcaline in caso di piccola perdita. Interrare il recipiente o annegarlo in una vasca d'acqua.

5.8. CLORO – Cl_2

Proprietà chimico fisiche:	
Peso specifico del gas	2,2
Peso specifico del liquido	1,42
Temperatura critica	144 °C
Pressione critica	76 atm

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas di colore verdastro, dall'odore pungente, irritante e soffocante.

Con acqua forma acido cloridrico e acido ipocloroso e attacca fortemente i metalli in presenza di umidità. Le reazioni alle quali partecipa il cloro sono in genere esotermiche (avvengono con forte sviluppo di calore).

Non è infiammabile. Reagisce violentemente con i metalli in modo esplosivo. Le miscele con idrogeno, acetilene, ammoniaca anidra, idrocarburi, in presenza di un innesco sono esplosive.

Tossicologia

È un gas irritante e soffocante.

Inalazione

L'inalazione in dose massiva può provocare l'arresto dell'apparato respiratorio.

Generalmente l'intossicazione acuta provoca tosse spasmodica, cefalea, nausea, vomito, edema polmonare. Compare cianosi e dispnea.

Contatto con la pelle o con gli occhi

Il cloro, sia liquido che gassoso, ad elevate concentrazioni provoca a carico della cute dermatosi con formazione talora di vescicole ed ulcerazioni. Agli occhi può provocare intensa irritazione.

Ingestione

Provoca lesioni irritative delle mucose, nonché erosioni. In caso di intossicazione cronica, il quadro clinico è caratterizzato da cefalea, vertigini, disturbi respiratori (bronchite ed enfisema) ed oculari (blefaro-congiuntiviti), da eruzioni cutanee (acne clorica).

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, tenerlo al caldo e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui il paziente non respiri più.

Poiché l'edema polmonare può insorgere anche dopo alcune ore di latenza, il paziente deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua. Evitare qualunque trattamento con sostanze neutralizzanti.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Ingestione

Se l'infortunato non ha perso conoscenza, somministrargli acqua in abbondanza.

Non provocare il vomito.

Contenitori e recipienti

Bomboloni		
Bombole in acciaio	Grado di riempimento	1,24 kg/l
	Pressione di collaudo	22 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì oltre i 75 kg
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro B grigio per alogeni, autorespiratore, indumenti (guanti, stivali, tuta) in gomma, vipla, neoprene.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti perimetrali robuste;
- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile antiacido;
- dotato di soglia di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di abbattimento dei vapori ad acqua nebulizzata e neutralizzazione dei liquidi raccolti;
- dotato di impianto elettrico a norma CEI;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: il punto di fuoriuscita del gas può essere individuato con un batuffolo di cotone imbevuto con ammoniaca: in presenza di cloro si formano fumi bianchi di cloruro di ammonio. La cartina di tornasole si colora in rosso.

In caso di perdite e spandimenti:

- il cloro può essere assorbito con soluzioni alcaline (soda caustica al 10%, carbonato di sodio, latte di calce);
- se la perdita è piccola si porta la bombola sotto cappa, altrimenti è consigliabile immergerla in bagno alcalino o interrarla coprendo con latte di calce;
- non si deve usare soltanto acqua perché l'azione corrosiva del cloro farebbe aumentare la dimensione della perdita;
- in ogni caso tenere presente che bisogna disporre la bombola in modo tale che dal punto di perdita fuoriesca il cloro allo stato gassoso.

5.9. CLOROPICRINA – CCl_3NO_2

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico dei vapori	4,7
Peso specifico del liquido	1,66

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido oleoso, incolore, di odore pungente. Insolubile in acqua, è solubile nei solventi organici.

Non è infiammabile né corrosiva, ma ad alta temperatura si decompone e sviluppa fumi tossici e soffocanti.

Tossicologia

È un gas irritante e soffocante.

Inalazione

L'esposizione a concentrazioni di 15 ppm per un minuto provoca gravi lesioni ai bronchi ed ai polmoni. L'inalazione dei vapori a concentrazioni più basse provoca tosse spasmodica, aritmia, ricorrenti attacchi asmatici ed edema polmonare che può insorgere anche dopo alcune ore.

Contatto con la pelle

In caso di esposizione prolungata provoca ustioni cutanee anche di notevole gravità.

Contatto con gli occhi

A concentrazioni di 1 ppm la cloropicrina provoca forte irritazione agli occhi con intensa lacrimazione e gonfiore delle palpebre.

In caso di intossicazione cronica assumono particolare rilievo i disturbi respiratori, caratterizzati da bronchite ed enfisema ingravescente.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Se il paziente respira autonomamente ed è cosciente mantenerlo in posizione seduta per facilitargli la respirazione, altrimenti, se ha perso conoscenza metterlo in posizione di sicurezza. La respirazione artificiale va intrapresa esclusivamente se il paziente non respira più.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli per almeno 15 minuti con acqua corrente.

Ingestione

In caso di ingestione non provocare il vomito; se l'infortunato non ha perso conoscenza fargli bere molta acqua.

Contenitori e recipienti

Utilizzare recipienti di vetro, o materia plastica a tenuta ermetica fino a quantità inferiori ad un chilogrammo; di metallo per quantità superiori.

Autorizzazioni	Detenzione	sì, per quantitativi superiori al chilogrammo
	Impiego	sì
	Trasporto	sì, per quantitativi superiori al chilogrammo

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in neoprene e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta;
- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori e accesso consentito solo ad avvenuta messa in funzione dell'aspiratore;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio;
- dotato di cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza di anche minime quantità viene avvertita con lacrimazione e irritazione cutanea. Le cartine reattive alla dimetilanilina di colore bianco, in presenza di cloropicrina, passano ad una colorazione giallo-marrone.

In caso di perdite e spandimenti: circoscrivere la zona, contenere e coprire con bicarbonato di sodio, neutralizzare con soluzioni di acido cloridrico e lavare con abbondante acqua.

5.10. CLORURO DI CIANOGENO – CNCl

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	2,1
Peso specifico del liquido	1,12
Temperatura di ebollizione	13 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido o gas incolore, dall'odore pungente e dalla forte azione lacrimogena. È solubile in alcol etilico, etere solforico e in molta acqua. Poco stabile, per azione del calore si decompone e forma fumi tossici e corrosivi. Con l'acqua tende a polimerizzare e forma cloruro di cianurile.

Tossicologia

Svolge un'azione fortemente irritante e soffocante.

Inalazione

Svolge una azione simile al fosgene. Provoca una irritazione polmonare molto intensa con edema polmonare e fenomeni emorragici; questa azione si può manifestare a concentrazioni molto basse (inferiori ad 1 ppm).

Benché possegga le proprietà tossiche dello ione CN^-, è poco probabile, vista la sua intensa azione irritante sulle vie respiratorie, che un uomo possa essere esposto ad una concentrazione sufficiente per provocare segni di intossicazione da ione CN^-.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Provoca ustioni cutanee e gravi danni agli occhi.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui il paziente non respiri più. Poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore, il paziente va tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere subito gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio	Grado di riempimento	1,03 kg/l
	Pressione di collaudo	20 atm

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione

Tutte le operazioni che prevedono l'impiego di CNCl devono essere condotte:

- evitando il contatto con gli occhi e la pelle;
- operando sotto cappa o muniti dei dispositivi di protezione per evitare l'inalazione dei vapori.

Si possono fare dei rilievi con le fiale Dräger che danno una risposta immediata e quantitativa.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore, da sostanze ossidanti e alcaline;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti perimetrali robuste con una copertura leggera e accesso controllato;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento ad acqua nebulizzata dei vapori e neutralizzazione dei liquidi con soluzioni alcaline;
- dotato di pavimento impermeabile in leggera pendenza verso il centro con soglia di contenimento, pozzetto di raccolta e convogliamento acque da neutralizzare;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio a norma CEI;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas e di cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la fuoriuscita del gas può essere tamponata con stracci imbevuti con latte di calce o soluzioni alcaline.

In caso di perdite e spandimenti effettuare tamponamenti con stracci imbevuti di latte di calce e solfato di ferro. Gli spandimenti devono essere contenuti con sabbia, terra o altro inerte. In seguito vengono trattati con soluzioni alcaline di ipoclorito di calcio.

5.11. CLORURO DI METILE – CH_3Cl

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	1,7
Peso specifico del liquido	0,92
Temperatura critica	143,6 °C
Pressione critica	65,9 atm
Limiti del campo di esplosività (% in volume nell'aria)	8,1 ÷ 17,2

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, di leggero odore etereo. È poco solubile in acqua, miscibile con i solventi organici (alcool, etere, acetone). È infiammabile ed esplosivo.

Si decompone a temperature superiori ai 400 °C e forma fumi tossici costituiti da acido cloridrico, cloro e talvolta ossido di carbonio e fosgene. Forma con l'aria miscele esplosive che vengono innescate da fiamme libere, fonti di calore, scintille. In presenza di acqua e per effetto del calore forma acido cloridrico e alcool metilico.

Tossicologia

Inalazione

Attraverso le vie respiratorie passa nel sangue e può produrre, a seconda del sistema interessato, effetti narcotici, disturbi gastro-intestinali e bronchite acuta.

I sintomi dell'intossicazione sono prevalentemente vertigini, cefalea, nausea; nei casi più gravi vomito, confusione mentale associata ad allucinazioni visive ed uditive, dolori addominali violenti, diarrea.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Può produrre forti irritazioni o ustioni. L'intossicazione cronica può causare danni renali, al fegato e possibili forme degenerative a carico del sistema nervoso centrale.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Se l'infortunato non è cosciente metterlo in posizione di sicurezza per la possibile comparsa del vomito. Se non respira praticare la respirazione artificiale.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati. Lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Ingestione

Non provocare il vomito. Se il paziente è cosciente, fargli bere acqua in abbondanza.

Contenitori e recipienti

Bombole in ferro o acciaio	Grado di riempimento	0,81 kg/l
	Pressione di collaudo	17 atm
	Revisione	ogni 5 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì (oltre i 75 kg)
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione.

I vapori di cloruro di metile sono più pesanti dell'aria e tendono a stratificarsi verso il suolo, per questo motivo per bonificare un locale il sistema di aspirazione dovrà essere situato in basso.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro per vapori organici A marrone, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta, con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile e bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori ad acqua e soluzioni alcaline;
- dotato di accesso consentito a tempo dopo entrata in funzione del sistema di aspirazione;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e di cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza di una perdita può essere rilevata e misurata con fiale specifiche Dräger.

In caso di perdite e spandimenti, per bloccare una piccola fuoruscita del gas si può usare uno straccio imbevuto di acqua e sostanze alcaline o far gorgogliare il gas in una soluzione di soda tenendo la bombola sotto cappa. Se la perdita è rilevante si dovrà immergere la bombola in una vasca d'acqua alcalina o la si dovrà interrare. Gli spandimenti saranno contenuti con sabbia o terra.

5.12. ETERE CIANOCARBONICO – $CN\text{-}COOCH_3$

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del liquido	1,07
Punto di ebollizione	97 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido instabile, dall'odore pungente, molto volatile. Con acqua si decompone e forma acido cianidrico.

Viene utilizzato come aggressivo chimico e poi per disinfestazione dei cereali in sostituzione o in miscela con acido cianidrico. Non è infiammabile, ma ad alta temperatura sviluppa fumi tossici di acido cianidrico.

Tossicologia

È un gas molto tossico in quanto associa l'azione propria del radicale cianidrico (CN^-), che comporta la paralisi del processo respiratorio cellulare, ad una azione fortemente irritante sulle mucose, sugli occhi e sulla pelle.

Inalazione (Vedi acido cianidrico e cianuri)

Contatto con gli occhi e con la pelle
Svolge una azione fortemente irritante.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)
Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione (valgono le stesse avvertenze dell'acido cianidrico e cianuri)
Se ha perso conoscenza versare il nitrito di amile contenuto in una fialetta su un fazzoletto da tenere sotto il naso del paziente per 15 secondi ogni minuto.

Somministrare fino a 3-4 fialette di nitrito di amile, ciascuna delle quali da sostituirsi dopo non più di 5 minuti da quando è stata aperta (il medico può attuare, nel caso specifico di avvelenamento da acido cianidrico, il trattamento a base di sodio bisolfato).

Qualora l'infortunato non respiri, attuare la respirazione artificiale ed all'occorrenza ovviamente anche il massaggio cardiaco.

Contatto con la pelle
Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle abbondantemente con acqua.

Contatto con gli occhi
Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti
Utilizzare recipienti di vetro, metallo o materia plastica chiusi ermeticamente.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)
Ogni operazione deve essere effettuata adottando tutte le precauzioni e indossando gli indumenti e i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione
Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito
Il deposito dev'essere:
- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;

- avente pareti e struttura robusta, con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile, di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e di cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti: contenere e assorbire con sabbia o terra e trattare con soluzioni alcaline di ipoclorito di calcio.

5.13. FOSFINA (IDROGENO FOSFORATO) – PH_3

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	1,18
Temperatura critica	51,6 °C
Pressione critica	65,35 bar
Temperatura di accensione	40 °C ÷ 60 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, dall'odore sgradevole, poco solubile in acqua, solubile in solventi organici. Allo stato puro si incendia solo a temperature superiori ai 150 °C, ma è infiammabile autonomamente se impuro, e in questo caso può esplodere anche per una brusca diminuzione di pressione. Le sostanze che si formano in caso di incendio sono fosforo e acido fosforico.

Viene utilizzato come dopante del silicio nell'industria elettronica, in reazioni di sintesi nell'industria chimica, come disinfestante delle derrate alimentari in agricoltura.

Viene percepito all'olfatto solo a concentrazioni che sono già superiori al valore tollerabile consigliato (0,3 ppm = 0,4 mg/mc) e quindi dopo che l'azione tossica è già in atto.

Tossicologia

È un gas irritante.

Inalazione

Provoca processi infiammatori a livello delle vie aeree con grave rischio di edema polmonare. In caso di intossicazione acuta possono comparire tosse, vomito, dolori addominali e perdita di coscienza.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Anche a deboli concentrazioni provoca irritazioni degli occhi e della pelle.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale deve essere intrapresa solo se l'infortunato non respira più. Se è cosciente deve essere mantenuto in posizione seduta per facilitare gli atti respiratori. Altrimenti va tenuto in posizione di sicurezza per la possibile comparsa del vomito. In ogni caso, poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di circa 48 ore, il paziente va tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati e lavare la pelle abbondantemente con acqua.

Contatto con gli occhi

Lavarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio al carbonio o inox	Grado di riempimento	0,30 kg/l
	Pressione di collaudo	225 atm
	Revisione	ogni 5 anni

	Detenzione	sì
Autorizzazioni	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le precauzioni indispensabili ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Evitare gli urti nel modo più assoluto. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore, sorgenti di innesco, sostanze ossidanti;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta non combustibile;
- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile, bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori;

- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto automatico ottico acustico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza del gas può essere individuata con apposite cartine reattive al cloruro di mercurio e ioduro di potassio che assumono colorazione dal giallo all'arancio rosso.

In caso di perdite e spandimenti contenere, coprire e assorbire con sabbia o terra e abbattere i vapori con acqua nebulizzata.

5.14. FOSGENE – $COCl_2$

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	3,4
Peso specifico del liquido	1,4
Temperatura critica	182 °C
Pressione critica	56 atm
Punto di ebollizione	8,3 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, dall'odore aspro e pungente. È solubile nei solventi organici (benzene, toluene, ecc.). Con acqua reagisce e forma acido cloridrico e anidride carbonica. Si decompone a temperature superiori a 300 °C e svolge cloro e ossido di carbonio.

Non è infiammabile. Attacca i metalli in presenza di umidità e come conseguenza può dare origine alla formazione di idrogeno, gas infiammabile che con l'aria forma miscele esplosive.

L'odore è percepibile quando la concentrazione è superiore a 0,5 ppm, valore già molto superiore al limite di 0,1 ppm, consigliato in ambienti di lavoro.

Tossicologia

È un gas soffocante.

Inalazione

Ha la caratteristica di essere meno solubile di altri gas fortemente irritanti (es. ammoniaca), per cui la sintomatologia immediata è meno clamorosa.

Si ha una sindrome irritativa alle prime vie aeree con carattere transitorio e poi, dopo alcune ore di latenza (generalmente 5÷8), compaiono a livello polmonare focolai di bronchiolite obliterante con fenomeni emorragici. Nei casi gravi compare edema polmonare acuto ed il paziente muore in insufficienza respiratoria. Nei casi meno gravi si ha una lenta risoluzione del quadro clinico.

Contatto con la pelle e gli occhi

Il contatto con il liquido provoca ustioni cutanee e gravi danni agli occhi.

L'intossicazione cronica può evolvere in una bronchite cronica catarrale.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale è controindicata, salvo nei casi in cui l'infortunato non respiri più. Se è cosciente è preferibile mantenerlo, in attesa che arrivi il medico, in posizione seduta per favorire gli atti respiratori; se è incosciente va tenuto in posizione di sicurezza perché potrebbe anche comparire il vomito.

Poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore, pur con una sintomatologia iniziale di scarso rilievo, il paziente va tenuto comunque sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati possibilmente sotto doccia e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio	Grado di riempimento	1,23 kg/l (pari all'80% del volume)
	Pressione di collaudo	20 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

La bombola di fosgene può essere utilizzata in sicurezza chiusa in idonea cabina a tenuta, allagabile in caso di necessità e in leggera depressione. Il gas viene utilizzato ad un flusso controllato mediante un gorgogliatore posto sempre all'interno della cabina.

Tutto l'impianto di utilizzo deve essere controllato frequentemente, soprattutto nei punti di raccordo e nei giunti. Il controllo può essere fatto spruzzando ammoniaca concentrata sulle parti ispezionate; una leggera formazione di fumi bianchi rivela la presenza di una perdita che deve essere subito individuata e tamponata.

Ogni operazione deve essere effettuata adottando tutte le precauzioni e indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro B grigio per vapori e gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica, tuta ermetica in materiale impermeabile al gas e antiacido.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e di innesco;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta non comburenti;
- con una copertura leggera e termoisolante;
- dotato di pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata e sistema di abbattimento dei vapori con acqua nebulizzata ad allagamento del locale;
- dotato di dispositivo di immissione di ammoniaca gassosa nel locale per rivelare la presenza del gas;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione perdite: la presenza del gas può essere rivelata mediante un sistema di immissione di ammoniaca gassosa che reagendo con il fosgene forma fumi bianchi di cloruro di ammonio. L'ammoniaca in soluzione concentrata si usa anche per controllare eventuali perdite in giunti, raccordi, tubazioni degli impianti in cui viene impiegato fosgene.

In caso di perdite e spandimenti:

- per fughe o perdite lievi si ricorre a tamponamento con sostanze alcaline (soda caustica al 10%) e si porta il contenitore sotto cappa dove i vapori vengono aspirati e neutralizzati;
- per perdite di maggiore entità il recipiente o la bombola devono venire immersi in una vasca d'acqua resa alcalina, oppure interrati e coperti con latte di calce;
- se vi è fuoriuscita di liquido si deve lavare con molta acqua e neutralizzare con latte di calce e soda.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Perché quando la perdita di gas è rilevante si consiglia di non mettere il contenitore sotto cappa?

I vapori di fosgene sono molto più pesanti dell'aria e, una volta usciti dal camino di aspirazione, ricadrebbero nuovamente al suolo.

A cosa serve la cabina in depressione?

Nella cabina c'è una pressione inferiore a quella esterna e la differenza di pressione fa sì che l'aria all'interno della cabina non possa diffondersi all'esterno; di conseguenza una eventuale perdita di gas dalla bombola rimarrebbe comunque contenuta all'interno.

Il fosgene non è di per sé infiammabile, ma in caso di perdite esiste rischio di esplosione: perché?

In ambiente umido il fosgene attacca i metalli e l'idrogeno che si forma in seguito all'azione corrosiva può formare una miscela esplosiva con l'aria.

5.15. ISONITRILI (METILE-ETILE-FENILE) (R-NC dove R è uguale a $CH_3 - C_2H_5 - C_6H_4$)

Proprietà chimico fisiche	Metile	Etile	Fenile
Peso specifico dei vapori	1,42		
Peso specifico del liquido	0,756	0,74	0,97
Punto di ebollizione	59,6 °C	79 °C	166 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

Si tratta di liquidi volatili, di odore sgradevole, che si decompongono in soluzioni acide con formazione di ammine e acido formico. Ad alta temperatura si decompongono e sviluppano fumi tossici di cianuri; non sono infiammabili.

Tossicologia

Inalazione

Hanno azione convulsiva e possono procurare lesioni alle vie respiratorie. Pur avendo affinità di struttura molecolare con l'acido cianidrico, la loro azione tossica si può differenziare da esso; ad esempio, l'isonitrile di metile è considerato più tossico dell'acido cianidrico, mentre l'isonitrile di etile è otto volte meno tossico.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Svolgono azione irritante.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare urgentemente il medico.

Inalazione

È importantissimo l'intervento urgente del medico in quanto per l'intossicazione di questo gas è richiesta la somministrazione all'infortunato di analettici e cardiotonici oltre che, se necessario, di ossigeno. Praticare la respirazione artificiale se il paziente non respira più.

Si osserva che, nel caso di intossicazione da isonitrile, l'efficacia del trattamento con gli usuali antidoti usati per l'acido cianidrico appare dubbia.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare abbondantemente con acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Usare recipienti in vetro robusto, chiusi ermeticamente e tenuti in ambienti freddi.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione.

Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione; i vapori devono essere aspirati ed assorbiti in soluzioni alcaline.

Occorre la massima attenzione nell'evitare urti che potrebbero essere causa di esplosione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica, tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

L'isonitrile si deve conservare in ambiente mantenuto a bassa temperatura.

I contenitori devono essere sistemati in modo da non subire urti.

Il deposito deve essere dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio.

Devono essere presenti cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti si neutralizza con soluzioni alcaline di calcio ipoclorito.

5.16. MERCAPTANI (metilmercaptano – CH_3SH, etilmercaptano – C_2H_5SH)

Proprietà chimico fisiche	**Metilmercaptano** (gas incolore)	**Etilmercaptano** (liquido incolore)
Peso specifico del gas	1,7	
Peso specifico del liquido	0,756	0,84
Punto di infiammabilità	< 0 °C	< -20 °C
Limiti del campo di esplosività (volume % in aria)	3,9 ÷ 21,8	2,8 ÷ 18,2

Descrizione delle caratteristiche principali

Sono derivati dall'acido solfidrico per sostituzione di un atomo di idrogeno con un gruppo metilico (CH_3) o etilico (C_2H_5).

Si tratta di composti incolori, di odore agliaceo sgradevole, poco solubili in acqua, miscibili con i solventi organici (alcool, etere, solfuro di carbonio, benzene).

Sono infiammabili e formano con l'aria miscele esplosive innescabili per scintillio.

Questi gas sono più pesanti dell'aria e tendono a diffondersi verso il basso, a livello del pavimento; in presenza di innesco possono essere causa di incendio, anche in punti lontani da quello di emissione. Per combustione il metilmercaptano svolge vapori tossici di anidride solforosa. A contatto con acidi forma fumi di acido solfidrico esplosivo e tossico.

Viene impiegato come odorizzante per gas inodori e pericolosi.

Tossicologia

Inalazione

Il forte e sgradevole odore dei mercaptani può causare mal di testa, nausea, vomito.

L'inalazione di concentrazioni elevate di vapori può provocare sensazione di freddo alle estremità, accelerazione dei battiti cardiaci (tachicardia) e perdita di coscienza con cianosi.

Il metile e l'etilmercaptano causano convulsioni e svolgono una intensa azione irritante sulle vie respiratorie, possono produrre edema polmonare.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Possono causare forti irritazioni e causticazioni.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Tenere l'infortunato a riposo in posizione di sicurezza.

La respirazione artificiale deve essere praticata solo se l'infortunato non respira più.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con abbondante acqua e sapone. In caso di ustioni lavare esclusivamente con acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Fusti in ferro o acciaio inox		
Bombole in acciaio	Grado di riempimento	0,78 kg/l
	Pressione di collaudo	7,5 atm
	Revisione	ogni 6 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto per quantità superiori a 15 kg	sì

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione.

Tutte le apparecchiature a contatto con il gas devono essere messe elettricamente a terra.

Il rame e le sue leghe sono attaccati dai mercaptani, pertanto tutte le componenti d'impianto (tubazioni, raccordi, rubinetti, ecc.) devono essere in acciaio a basso tenore di carbonio o in acciaio inox.

Si deve, inoltre, operare sempre lontano da sostanze ossidanti, infiammabili ed in assenza di sorgenti d'innesco.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito deve essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robusta, con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile, bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata, presa d'aria in basso, abbattimento e neutralizzazione dei vapori con soluzione diluita di ipoclorito di sodio;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas;
- dotato di accesso al deposito consentito dopo l'entrata in funzione dell'impianto di aspirazione.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza di anche minime quantità viene avvertita già a concentrazioni molto inferiori ai valori considerati pericolosi.

In caso di perdite e spandimenti: contenere con sabbia e terra il liquido e trattare con soluzioni al 10-15% di ipoclorito di sodio o calcio.

5.17. OSSIDO DI ETILENE – $(CH_2)_2O$

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	1,5
Peso specifico del liquido	0,89
Temperatura critica	196 °C
Pressione critica	73 atm
Punto di ebollizione	10,7 °C
Punto di accensione	429 °C
Temperatura di autoaccensione	571 °C
Limiti di infiammabilità (% volume in aria)	3÷100%

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, molto volatile, dall'odore etereo e dolciastro, più pesante dell'aria. È completamente solubile e miscibile in acqua, alcool, etere. Molto infiammabile e tossico.

I vapori di ossido di etilene formano con l'aria miscele esplosive. Si può avere esplosione anche in assenza di aria a causa della decomposizione provocata da un innesco (fiamme, scintille, elettricità statica, riscaldamento) in quanto la reazione è fortemente esotermica.

Può esplodere venendo a contatto con sostanze che presentano una grande superficie di reazione (argille attivate, terre decoloranti, ecc.) o con metalli e loro leghe, come rame, argento, magnesio, mercurio.

Soprattutto allo stato liquido e in presenza di sostanze che funzionano da catalizzatori (cloruri di ferro, stagno e alluminio, ammoniaca, soda e potassa caustica, latte di calce), può polimerizzare. La reazione di polimerizzazione è esotermica ed il forte sviluppo di calore può far raggiungere pressioni molto elevate e causare esplosione.

Si prepara per reazione con l'ossigeno atmosferico dall'etilene ad alta temperatura ed in presenza di catalizzatori.

Viene impiegato nell'industria chimica, per la disinfestazione di derrate alimentari, come agente fumigante e in processi di sterilizzazione in strutture sanitarie.

Tossicologia

Inalazione

Svolge azione irritante sulle vie respiratorie ed effetti sul sistema nervoso, sull'apparato digerente e sull'apparato respiratorio.

I sintomi, che insorgono generalmente dopo un periodo di latenza di alcune ore, due o più, dall'intossicazione, sono cefalea, dolori addominali, nausea, vomito, tosse, difficoltà respiratoria, sonnolenza, coma.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Svolge azione irritante. L'ossido di etilene liquido provoca ustioni. L'intossicazione cronica è considerata evento raro in ambito professionale.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Praticare la respirazione artificiale solo se l'infortunato non respira più.

Poiché gli effetti sui vari organi ed apparati sorgono più frequentemente alcune ore dopo il contatto con il tossico, il paziente deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Serbatoi, bomboloni		
Bombole in acciaio inox o al carbonio	Grado di riempimento	0,78 kg/l
	Pressione di collaudo	14 atm
	Revisione	ogni 5 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Le miscele di aria e ossido di etilene possiedono un grado di esplosività molto elevato, è necessario che nei serbatoi, nelle bombole e negli impianti che devono contenere l'ossido di etilene non vi siano tracce di aria. Pertanto, è assolutamente necessario che tutte le apparecchiature ed i contenitori, sia prima che dopo l'uso, vengano bonificati effettuando dei lavaggi con azoto. I contenitori non devono mai essere esposti a temperature superiori a 30°C per tempi prolungati e comunque la temperatura non dovrà mai superare i 40 °C, se non per brevissimo tempo.

Per contenere o annullare le proprietà esplosive, l'ossido di etilene viene diluito in miscela con altre sostanze inerti, quali azoto, metano, anidride carbonica, ecc.

Trasporto, carico e scarico

Il trasporto ha luogo per ferrovia in carri cisterna e su strada con autocisterne. È soggetto alla normativa che tratta il rischio di incidenti rilevanti costituita dal D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334 (detto Seveso 2) che recepisce la Dir. 96/82/CE.

In modo specifico il trasporto su strada è regolamentato dalle norme ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Roads) per gli aspetti relativi all'etichettatura, alle caratteristiche dei contenitori e dei mezzi di trasporto,

alle modalità di carico, alla formazione e al comportamento dei conducenti dei mezzi di trasporto, ai controlli della conformità del trasporto alle norme.

Nelle operazioni di carico e scarico dei recipienti, deve essere usata ogni cura per evitare urti, cadute o manovre brusche.

Tutte le operazioni devono essere effettuate in atmosfera di gas inerte, a ciclo chiuso e dopo che il sistema sia stato messo elettricamente a terra.

Lo scarico delle bombole e dei bomboloni viene effettuato con pressione di gas inerte o a mezzo pompa.

Tutti i componenti (tubazioni, giunti, apparecchiature e serbatoi) devono sempre essere bonificati, in particolare, ogni volta prima delle operazioni di scarico e prima di essere nuovamente riempiti.

Sterilizzazione

Per la sterilizzazione vengono utilizzate miscele con anidride carbonica e clorofluorocarburi che sono in grado di contenere o annullare i rischi di esplosione e contemporaneamente sono sufficienti ad ottenere l'effetto sterilizzante.

In queste miscele l'ossido di etilene è presente in quantità ridotta dal 6 al 15%.

I tempi di contatto necessari per ottenere una sufficiente sterilizzazione dipendono dalla concentrazione del gas, dalla pressione d'esercizio, dalle temperature (30-60 °C), dall'umidità del materiale e variano, in genere, dalle 2 alle 14 ore.

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e da linee elettriche aeree;
- protetto da scariche atmosferiche con la messa a terra delle parti metalliche;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti perimetrali con aperture di aerazione e una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile con adatta pendenza;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta delle acque di lavaggio;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione ad acqua e soluzioni alcaline nebulizzate;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Quando l'ossido di etilene viene immagazzinato in cisterne, queste saranno coibentate (polmonatura con azoto), refrigerate e protette dalle scariche elettriche e dall'elettricità statica con collegamenti a terra in area delimitata e segnalata.

Interventi di emergenza

L'individuazione di perdite avviene grazie al caratteristico odore etereo o con fiale Dräger.

In caso di perdite e spandimenti:

- perdite localizzate si possono tamponare con stracci imbevuti di soluzioni alcaline;
- nel caso di una bombola con forte perdita, la si dovrà immergere in una vasca d'acqua o interrare;
- in caso di incendio i contenitori esposti al fuoco dovranno venire raffreddati irrorandoli con acqua.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Perché i travasi devono essere fatti in atmosfera di gas inerte "a ciclo chiuso"?

Per impedire che l'ossido di etilene venga a contatto con l'aria ed evitare che si formino miscele esplosive.

In quale tipo di contenitori viene immagazzinato l'ossido di etilene?

In bombole, bomboloni, serbatoi a pressione sotto leggera pressione di gas inerte.

All'interno delle bombole in quale stato si trova l'ossido di etilene?

Liquido sotto leggera pressione di azoto.

Le bombole non contengono solo ossido di etilene liquido; da cosa viene occupato lo spazio restante?

Da ossido di etilene gassoso e gas inerte.

5.18. PIOMBO TETRAMETILE E TETRAETILE – $Pb(CH_3)_4$ – $Pb(C_2H_5)_4$

Proprietà chimico fisiche	Piombo tetrametile	Piombo tetraetile
Peso specifico del liquido	2	1,59
Punto di fusione	–30 °C	–135 °C
Punto di infiammabilità	38 °C	85 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

Sono liquidi incolori, oleosi, di odore etereo, volatili e infiammabili. Sono insolubili in acqua, solubili nei solventi organici (acetone, alcool, etere). Si decompongono per effetto della luce e del calore e a temperature superiori a 180 °C la reazione diventa esplosiva.

Vengono impiegati come additivi antidetonanti nelle benzine per i motori a scoppio.

Tossicologia

Inalazione

Dopo l'assorbimento per via inalatoria raggiungono il fegato dove vengono decomposti sotto forma di radicali trialchilici che interferiscono con il processo di ossidazione cellulare producendo effetti dannosi sul sistema nervoso centrale. Brevi esposizioni provocano insonnia, anoressia, vomito; a volte tremori, contrazioni muscolari (spasmi).

Esposizioni prolungate possono provocare anemia. I sintomi dell'intossicazione possono comparire anche dopo 10 giorni. Nei casi più gravi si manifestano confusione mentale e allucinazioni.

Contatto con la pelle

Possono essere assorbiti inoltre per via cutanea e quindi produrre, sebbene in forma meno eclatante, i sintomi già detti per l'assorbimento per via inalatoria.

Il contatto con il liquido può provocare ustioni.

Contatto con gli occhi

Possono provocare ustioni e pertanto gravi danni oculari.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Eventuali sintomi, per effetto dell'inalazione del tossico, devono essere valutati da un medico. In ogni caso l'infortunato deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati. Lavare subito ed accuratamente con acqua e sapone.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua per almeno 15 minuti e successivamente fare dei lavaggi con soluzione di acido borico.

Ingestione

Se l'infortunato non ha perso conoscenza, fargli bere acqua o latte e provocare il vomito. Nei casi più gravi sottoporlo a lavanda gastrica seguita da purgante salino.

Contenitori e recipienti

Utilizzare fusti metallici chiusi ermeticamente.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

Viene commercializzato in fusti metallici e tutte le operazioni devono essere effettuate a ciclo chiuso, adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione. Tenere lontano da sostanze ossidanti e fonti di calore.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in PVC, non in gomma, e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e da sostanze ossidanti;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura resistenti al fuoco, con una copertura leggera;
- dotato di pavimento e pareti impermeabili, lisci e facilmente lavabili;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di abbattimento e neutralizzazione dei vapori con liquido schiumogeno;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione fuga di gas.

Interventi di emergenza

Per l'individuazione di perdite si utilizzano cartine reattive al nitrato d'argento che in presenza del gas si colorano in grigio bruno.

In caso di perdite e spandimenti:

- se la perdita è in un fusto, lo si deve mettere in posizione tale da avere il punto di fuoriuscita in alto; si provvede poi a chiudere la falla con un tappo di legno;
- gli spandimenti vanno contenuti con sabbia e neutralizzati con acqua e schiuma bonificando con soluzioni di un ossidante (permanganato in soluzione acquosa al 5%).

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Perché i mezzi protettivi non devono essere in gomma?

Perché la gomma viene attaccata dai piombo-alchili.

Perché è necessario indossare sempre i mezzi protettivi?

Perché i piombo-alchili sono estremamente tossici per inalazione e assorbimento cutaneo ed i sintomi di intossicazione possono manifestarsi anche dopo parecchi giorni dall'esposizione.

Perché non si deve usare il decontaminante puro per la bonifica dei versamenti?

Perché la reazione che avviene è del tipo ossidante ed è fortemente esotermica; il forte aumento di temperatura potrebbe provocare proiezioni liquide o addirittura l'accensione del liquido stesso.

5.19. SOLFATO DI METILE – $(CH_3)_2SO_4$

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico dei vapori	4,4
Peso specifico del liquido	1,33
Punto di ebollizione	188 °C
Punto di infiammabilità	83 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido oleoso, di odore debole poco percettibile, solubile nei solventi organici (acetone, alcool, etere). A contatto con l'acqua o l'umidità atmosferica, si idrolizza e forma alcol metilico e acido solforico.

Brucia per esposizione a fiamme libere o in presenza di fonti di calore a temperature elevate. Ad alta temperatura si decompone e sviluppa fumi tossici di ossidi di zolfo.

Viene usato nell'industria chimica in sintesi organiche, nell'industria dei coloranti e nell'industria farmaceutica.

Tossicologia

Svolge la sua azione tossica sia per inalazione sia per assorbimento cutaneo.

Inalazione

L'inalazione dei vapori di solfato di metile provoca irritazione delle vie respiratorie a partire dal primo tratto rino-faringo-laringeo fino ai polmoni, con possibilità di arrivare, nei casi più gravi, all'edema polmonare.

L'azione irritante è dovuta ai vapori di acido solforico che si libera per idrolisi del solfato di metile. L'altro composto che si libera è l'alcol metilico, che agisce con effetti tossici principalmente sul sistema nervoso raggiunto per via ematica.

Infine possono manifestarsi danni epatici (ittero) e renali (ematuria, albuminuria).

Danni epatici e renali con bronchiti croniche catarrali possono rappresentare l'esito di una intossicazione cronica. Altrettanto è da tenere in considerazione la possibile perforazione del setto nasale.

Contatto con la pelle

Provoca ustioni cutanee e necrosi dei tessuti, la cui gravità può non essere subito evidente.

Contatto con gli occhi

Anche solo i vapori possono creare importanti congiuntiviti e cheratiti con lacrimazione e fotofobia e nei casi più gravi ulcerazione della cornea.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Anche in assenza di sintomi il paziente deve essere tenuto sotto osservazione medica perché la gravità dell'intossicazione è valutabile solo a distanza di tempo (anche 48 ore).

Se l'infortunato ha perso conoscenza deve essere tenuto in posizione di sicurezza, per la possibile comparsa del vomito.

Contatto con la pelle

Togliere gli indumenti contaminati possibilmente sotto doccia e lavare la pelle abbondantemente con acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti ed affidare in ogni caso il paziente il più presto possibile alle cure del medico.

Ingestione

Se l'infortunato è cosciente, somministrare acqua in abbondanza.

Contenitori e recipienti

Utilizzare recipienti in acciaio, plastica (PVC, politene) o in vetro con rivestimento metallico.

Autorizzazioni	Detenzione	sì
	Impiego	sì
	Trasporto	sì (rilasciato dall'Autorità di P.S.)

Manipolazione (v. parte generale)

Viene commercializzato in fusti metallici che possono essere stoccati immersi in una vasca piena d'acqua allo scopo di assorbire le eventuali perdite.

Tutte le operazioni devono essere effettuate a ciclo chiuso, adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione. I vapori devono essere aspirati ed assorbiti in soluzioni alcaline.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito deve essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e da sostanze ossidanti;
- protetto dall'irraggiamento solare e dall'umidità;
- avente pareti e struttura robusta, con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile e incombustibile;
- dotato di bacino di contenimento;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: a causa dell'odore poco percettibile, la presenza di anche minime quantità del composto viene resa possibile con l'aggiunta di una sostanza odorizzante.

In caso di perdite e spandimenti: si neutralizza con soluzioni di soda caustica al 2-5%, con bicarbonato di sodio in polvere e lavando con abbondante acqua.

5.20. SOLFURO DI CARBONIO – CS_2

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico dei vapori	2,63
Peso specifico del liquido	1,26
Temperatura critica	273 °C
Pressione critica	76 atm
Temperatura di autoaccensione	100 °C
Limiti del campo di esplosività (% volume nell'aria)	1,3÷50%

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido incolore, molto volatile, facilmente infiammabile. È insolubile in acqua, miscibile nei solventi organici.

Il solfuro commerciale contiene prodotti organici solforati come impurezze che gli conferiscono un odore sgradevole; allo stato puro è quasi inodore.

È un solvente per grassi, oli, resine e gomme. Viene impiegato nell'industria tessile, farmaceutica, dei coloranti e della gomma.

I vapori formano con l'aria una miscela esplosiva. Ad alte temperature si decompone formando anidride carbonica e anidride solforosa.

Tossicologia

Ha un discreto effetto narcotico e tossico diretto sulle strutture del sistema nervoso. È un tossico che interferisce con il metabolismo cellulare.

Inalazione

L'azione si manifesta soprattutto con disturbi a carico del sistema nervoso con cefalea, nausea, vomito, alterazioni della memoria; paralisi e collasso cardio-circolatorio nei casi più gravi.

Contatto con la pelle

Per effetto del suo elevato potere solvente sui grassi, il contatto con la cute provoca infiammazione con arrossamenti e bruciori, eczemi e screpolature della pelle. È facilmente assorbito anche attraverso la cute e pertanto possono comparire i sintomi dell'intossicazione.

Contatto con gli occhi

Svolge una azione irritante.

Ingestione

Piccole quantità per bocca possono solo causare cefalea, vomito e diarrea.
Dosi maggiori provocano una rapida perdita di coscienza e convulsioni.

Importanti sono gli effetti dovuti all'intossicazione cronica, che in sintesi possono essere descritti come conseguenza di una degenerazione cellulare che interessa principalmente le cellule del sistema nervoso, cardiovascolare, del fegato, del rene, con insorgenza pertanto di manifestazioni patologiche a carico dei sopracitati organi ed apparati.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Se l'infortunato non respira, effettuare la respirazione artificiale. Se ha perso conoscenza deve essere tenuto in posizione di sicurezza per la possibile comparsa del vomito.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Ingestione

Se l'infortunato non ha perso conoscenza, somministrargli acqua in abbondanza e provocare il vomito.

Contenitori e recipienti

Utilizzare serbatoi o recipienti in ferro, acciaio e alluminio, contenitori in vetro con rivestimento metallico esterno.

Autorizzazioni	Detenzione	sì, per quantità superiori a 5 litri
	Impiego	• sì, per quantità superiori a 5 litri • no, se per uso agricolo
	Trasporto	no

Manipolazione (v. parte generale)

I fusti ed i contenitori devono essere messi elettricamente a terra e immersi in un bacino sotto battente d'acqua a temperatura non superiore a 20 °C.

Per lo spessore delle pareti dei contenitori sono prescritti dei valori definiti in proporzione alle quantità di solfuro che devono contenere.

I fusti e le latte devono essere trasportati con cautela per evitare urti o danni alla loro integrità.

In tutte le operazioni di scarico delle cisterne e di riempimento dei fusti si deve sempre per prima cosa effettuare il collegamento elettrico di messa a terra di tutto l'impianto.

Gli attrezzi devono essere del tipo antiscintilla.

Le operazioni di carico e scarico dei carri cisterna devono venire eseguite in zona appartata, sotto sorveglianza, indossando gli indumenti protettivi, su un tratto di binario posto sopra una vasca di cemento contenente uno strato di acqua per raccogliere e contenere eventuali versamenti durante il travaso, che comunque avviene a ciclo chiuso per caduta o per pressione d'acqua.

Il trasporto su ferrovia in carri serbatoio e su strada in autocisterne sono soggetti alle norme previste per il trasporto delle merci pericolose.

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le precauzioni necessarie ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e da linee elettriche aeree;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti perimetrali con aperture di aerazione in alto e in basso;
- con una copertura leggera con sfiatatoi e valvole di esplosione nelle pareti e nei solai;
- con una struttura in materiale non combustibile;
- dotato di pavimento impermeabile e di bacino di contenimento per raccolta acque;
- dotato di impianto con abbattimento e neutralizzazione dei vapori ad acqua nebulizzata;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo.

Il prodotto immagazzinato deve essere mantenuto a temperatura non superiore a 20 °C. I serbatoi o i fusti sono di solito interrati o immersi in vasche d'acqua. Se i serbatoi sono fuori terra, dovranno avere tutto intorno un bacino di contenimento ed un sistema di irrorazione a pioggia d'acqua per evitare eccessivi aumenti di temperatura.

Quando si tratta di un gran numero di fusti, questi possono essere tenuti immersi in una vasca di cemento piena d'acqua e recintata.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti:

- gli spandimenti vanno contenuti con sabbia o terra o inerti;
- i vapori si possono abbattere con pioggia d'acqua;
- mezzi di estinzione: schiuma, anidride carbonica, polvere;
- l'acqua nebulizzata e sotto pressione viene utilmente impiegata per raffreddare i serbatoi.

5.21. SOLFURI ORGANICI DI METILE – $(CH_3)_2S$, ETILE – $(C_2H_5)_2S$, ETILISOPROPILE – $C_2H_5SC_3H_7$

Proprietà chimico fisiche	Metile	Etile	Etilisopropile
Peso specifico del liquido	0,845	0,837	0,82
Punto di ebollizione	38 °C	92 °C	107 °C
Punto di infiammabilità	-18 °C	-10 °C	
Limiti del campo di esplosività (% vol nell'aria)	2,2 ÷ 19,7%		

Descrizione delle caratteristiche principali

Sono liquidi incolori, volatili, di odore caratteristico sgradevole.

Sono insolubili in acqua, solubili in solventi organici (alcool, etere, ecc.).

Si decompongono a contatto con acqua e acidi con formazione di anidride solforosa. Ad alta temperatura si decompongono e sviluppano fumi di anidride solforosa.

Il metile e l'etilsolfuro sono infiammabili. Ad alta temperatura in caso di incendio formano fumi di anidride solforosa. In presenza di forti ossidanti possono reagire e dare origine a idrogeno solforato, gas tossico e infiammabile.

Tossicologia

Inalazione

L'odore sgradevole può provocare nausea e vomito. Svolgono intensa azione irritante sulle vie respiratorie e può insorgere l'edema polmonare.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Provocano irritazione intensa, il contatto con il liquido può provocare causticazione.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

La respirazione artificiale deve essere praticata solo se il paziente non respira più. Poiché l'edema polmonare può insorgere anche a distanza di alcune ore dall'intossicazione, l'infortunato deve essere tenuto sotto osservazione medica.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con abbondante acqua e sapone. In caso di ustioni lavare esclusivamente con acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Utilizzare fusti in ferro chiusi ermeticamente e tenuti in ambienti freddi.

Autorizzazioni	Detenzione	sì, per quantità superiori a 1 kg
	Impiego	
	Trasporto	

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione. I vapori devono essere aspirati ed assorbiti in soluzioni alcaline diluite.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in plastica o gomma e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore e sostanze ossidanti e mantenuto a bassa temperatura;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e copertura non combustibili;
- con un pavimento impermeabile e bacino di contenimento;
- dotato di impianto di aspirazione forzata e abbattimento dei vapori con soluzioni diluite di ipoclorito di sodio;
- i contenitori devono essere sistemati in modo da non subire urti;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo;
- dotato di impianto ottico acustico automatico di segnalazione di fuga di gas.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti, tamponare e contenere con sabbia e soluzioni diluite di ipoclorito di sodio o di calcio e poi lavare con molta acqua.

5.22. TETRAIDROTIOFENE (THT) – C_4H_8S

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	2
Peso specifico del liquido	1,00
Punto di infiammabilità	18 °C
Limiti del campo di esplosività (% vol. nell'aria)	1,1÷12,1%

Descrizione delle caratteristiche principali

È un liquido incolore, dall'odore intenso.

È insolubile in acqua, solubile in solventi organici (alcool, etere, acetone, ecc.).

Alle alte temperatura si decompone e svolge fumi molto tossici. È infiammabile, esplosivo in miscela con l'aria. Reagisce con sostanze ossidanti (acqua ossigenata, ipoclorito di sodio, permanganato di potassio). Attacca i metalli, le materie plastiche e la gomma.

Tossicologia

È un gas irritante e dall'odore molto sgradevole.

Inalazione

L'azione irritante a livello delle vie respiratorie si manifesta con tosse e difficoltà respiratoria. Nei casi più gravi può insorgere l'edema polmonare. Il cattivo odore può causare nausea, vomito.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Svolge una azione irritante con manifestazioni che vanno dall'arrossamento all'ustione. Può essere assorbito anche attraverso la cute.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Se l'infortunato non respira, effettuare la respirazione artificiale. Se ha perso conoscenza metterlo in posizione di sicurezza per la possibile comparsa del vomito.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Serbatoi e fusti in acciaio speciale	Grado di riempimento	95% del volume a *t* ambiente
	Revisione	ogni 5 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì, per quantità superiori a 1 kg
	Impiego	
	Trasporto	

Manipolazione (v. parte generale)

I fusti devono essere mantenuti sempre ermeticamente chiusi. Prima di aprire i fusti che siano stati esposti al sole o a fonti di calore, raffreddarli con acqua.

I vapori di tetraidrotiofene sono più pesanti dell'aria e si accumulano in basso a livello del terreno.

Il tetraidrotiofene viene impiegato per l'odorizzazione del gas di città e del GPL.

I fusti vuoti devono venire bonificati lavandoli con una soluzione acquosa di ipoclorito di sodio.

Negli impianti di odorizzazione, le tubazioni, i raccordi, i giunti e tutte le parti a contatto con il gas non devono contenere ferro, rame, acciaio comune, perché verrebbero attaccati dal tetraidrotiofene; si possono invece utilizzare materiali plastici come politene e teflon.

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro A marrone per vapori organici, autorespiratore, guanti, stivali in plastica (non in gomma) e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare;
- avente pareti e struttura robuste e resistenti al fuoco;
- con una copertura leggera;
- dotato di pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento dei vapori ad acqua nebulizzata e neutralizzazione con soluzione di ipoclorito;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

In caso di perdite e spandimenti:

- piccole perdite si possono tamponare o contenere con soluzioni diluite di ipoclorito di sodio;
- in caso di sversamenti maggiori si deve assorbire il liquido con sabbia che, dopo essere stata raccolta in fusti, verrà trattata con la soluzione di ipoclorito.

Non si deve mai aggiungere la sostanza neutralizzante in soluzione concentrata o allo stato puro.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Come deve essere montato il sistema di aspirazione dei vapori di THT?

I vapori di THT sono più pesanti dell'aria, quindi l'aspirazione dovrà essere collocata in basso.

Perché le sostanze usate per neutralizzare il THT non devono mai essere aggiunte allo stato puro?

Perché la reazione tra le sostanze ossidanti ed il THT è fortemente esotermica, ed il forte aumento di temperatura che questo comporta può provocare una reazione esplosiva e rischio d'incendio.

5.23. TRIFLUORURO DI BORO – BF_3

Proprietà chimico fisiche	
Peso specifico del gas	2,3
Peso specifico del liquido	1,6
Temperatura critica	–12,25 °C
Pressione critica	49,2 atm
Punto di ebollizione	–101 °C

Descrizione delle caratteristiche principali

È un gas incolore, di odore pungente e sgradevole. A contatto con l'umidità dell'aria forma acido fluoridrico e svolge fumi densi di colore bianco tossici e corrosivi. È insolubile in acqua e solubile nei solventi organici. Non è infiammabile.

Tossicologia

È un gas molto irritante. Si decompone rapidamente al contatto dell'acqua in acido borico e fluorossiborico.

Inalazione

Provoca irritazione delle vie aeree. Per via inalatoria eccezionalmente si sono verificati i sintomi classici della intossicazione: vomito, diarrea, convulsioni. Tuttavia, come per altri gas molto irritanti, si può avere anche a distanza di alcune ore l'edema polmonare.

Contatto con la pelle e con gli occhi

Provoca forti irritazioni ed ustioni e pertanto può procurare gravi danni oculari.

Esposizioni prolungate a concentrazioni elevate provocano una fluorosi dentaria ed una degenerazione dei tubuli renali.

Sul sistema nervoso centrale agisce con effetto tossico cumulativo.

L'avvelenamento può causare vomito e diarrea persistenti, convulsioni, coma.

Nozioni di pronto soccorso (vedi Capitolo 2)

Allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e chiamare con urgenza il medico.

Inalazione

Praticare la respirazione artificiale solo nel caso che l'infortunato non respiri più.

Tenere il paziente sotto osservazione medica, poiché l'edema polmonare potrebbe manifestarsi dopo alcune ore di latenza.

Contatto con la pelle

Togliere immediatamente gli indumenti e lavare la pelle con molta acqua.

Contatto con gli occhi

Irrorarli con acqua corrente per almeno 15 minuti.

Contenitori e recipienti

Bombole in acciaio	Pressione di collaudo	300 atm
	Revisione	ogni 2 anni

Autorizzazioni	Detenzione	sì (non occorre autorizzazione per il trifluoruro di boro in soluzione fino a 5 kg)
	Impiego	
	Trasporto	

Manipolazione (v. parte generale)

Tutte le operazioni devono essere effettuate adottando le necessarie precauzioni ed indossando gli indumenti ed i dispositivi di protezione. Per le operazioni che vengono svolte in laboratorio si deve operare sempre sotto cappa di aspirazione.

Evitare ogni contatto con acqua o altre sostanze reattive (alcoli, metalli alcalini e alcalino terrosi).

Mezzi di protezione

Utilizzare maschera a facciale completo con filtro BU grigio azzurro per gas acidi, autorespiratore, guanti, stivali in gomma o plastica e tuta ermetica in materiale idoneo.

Deposito

Il deposito dev'essere:

- isolato, ventilato, lontano da fonti di calore;
- protetto dall'irraggiamento solare e con copertura leggera;
- avente pareti e struttura robusta;
- dotato di pavimento impermeabile;
- dotato di bacino di contenimento, pozzetto e vasca di raccolta acque;
- dotato di impianto di aspirazione forzata con abbattimento e neutralizzazione dei vapori, con accesso consentito collegato ad un sistema di apertura a tempo;
- dotato di impianto elettrico antideflagrante, antincendio e cartelli segnalatori di pericolo.

Interventi di emergenza

Individuazione di perdite: la presenza di anche minime quantità viene avvertita dall'odore e misurata con fiale Dräger.

In caso di perdite e spandimenti:

- far gorgogliare il gas in una soluzione di soda o di calce spenta tenendo la bombola sotto cappa;
- per bloccare la fuoriuscita del gas non si deve mai usare solo acqua perché l'azione corrosiva del trifluoruro di boro farebbe aumentare le dimensioni della perdita.

Capitolo sesto

Profilo tecnico-giuridico relativo all'impiego dei gas tossici

Per evidente brevità dell'esposizione, nella trattazione di questo capitolo viene fatto riferimento prevalentemente alla normativa specifica in materia di gas tossici e pertanto al R.D. 9 gennaio 1927, n. 147.

Va tuttavia sottolineato che nell'esercizio delle attività inerenti i gas tossici, non possono essere dimenticati i più recenti decreti in materia di igiene e sicurezza sul lavoro, che inevitabilmente modificano questa normativa specifica e nei confronti dei quali anzi le disposizioni per i gas tossici rappresentano, se vogliamo, un aspetto normativo particolare nell'ambito più generale della sicurezza sul lavoro.

Ricordiamo pertanto tra i più importanti atti legislativi il D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626 come modificato e integrato dal D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242 e il D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25 relativo alla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.

Per una migliore comprensione dell'argomento appare opportuno precisare sin d'ora che cosa sia sotto il profilo tecnico-giuridico un gas tossico.

L'esperienza comune farebbe ritenere che un gas tossico non possa essere altro che una sostanza allo stato gassoso, ossia né solida né liquida, dotata di un potere tossico, pertanto capace di danneggiare l'organismo umano o causarne la morte.

Secondo le disposizioni normative vigenti è invece considerato gas tossico:

a) qualsiasi sostanza tossica che si trova allo stato gassoso o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore e che è adoperata in ragione del suo potere tossico;

b) qualsiasi sostanza tossica che si trova allo stato gassoso o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore, la quale, pur essendo adoperata per scopi diversi da quelli dipendenti dalle sue proprietà tossiche, è riconosciuta pericolosa per la sicurezza e l'incolumità pubblica;

c) qualsiasi sostanza tossica compresa nell'elenco dei gas tossici che è stato compilato e viene aggiornato dal Ministero della Sanità.

In materia di gas tossici esistono disposizioni normative specifiche, il cui fondamento è costituito dall'articolo 58 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza (TULPS) approvato con R.D. 18 giugno 1931, n. 773, che stabilisce: "È vietato l'impiego dei gas tossici a chi non abbia ottenuto una preventiva autorizzazione. Il contravventore è punito... (omissis). Le prescrizioni da osservarsi nell'impiego dei gas predetti, sono determinate dal Regolamento".

Il Regolamento citato era già stato approvato con il R.D. 9 gennaio 1927, n. 147, il cui titolo è appunto "Approvazione del Regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici".

Le autorizzazioni prescritte dal Regolamento concernono sia la custodia e conservazione, sia la **possibilità** di impiegare e sia la **capacità** di impiegare i gas tossici. Cosicché non è sufficiente aver ottenuto l'autorizzazione ad usare un certo gas in un certo luogo, in un certo modo, ma occorre anche essere in possesso, direttamente o mediante persone alle proprie dipendenze, di uno specifico documento che attesti che il possessore dello stesso conosce non soltanto le caratteristiche chimiche del gas tossico che è autorizzato ad impiegare, ma anche quelle tossicologiche e le corrette modalità di impiego dello stesso gas, a tutela della salute propria e di quella degli altri e dell'ambiente circostante.

Per l'impiego dei gas tossici valgono dunque norme diverse e più severe di quelle che valgono in ogni altra attività lavorativa.

È dovere del datore di lavoro informare e formare i lavoratori in relazione ai rischi specifici a cui sono esposti (D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626 e D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25). Inoltre nel caso dell'impiego dei gas tossici è la stessa Pubblica Amministrazione che si fa carico di accertare che le persone che saranno addette all'impiego dei gas tossici abbiano tutte quelle conoscenze che consentono un uso sicuro degli stessi.

Ne consegue che per ottenere la patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici, occorre sostenere una prova d'esame davanti all'apposita Commissione; la patente ha validità, esclusivamente per l'impiego del gas tossico per il quale è stato superato l'esame; infine la patente è soggetta a revisione a tempi stabiliti (attualmente ogni 5 anni).

Il significato della revisione è principalmente legato alla verifica che il soggetto intestatario mantenga nel tempo l'idoneità fisica necessaria per il corretto impiego e non abbia nel frattempo subito condanne penali.

6.1. IMPIEGO DI GAS TOSSICI

Il termine impiego ha significato di portata generale e sta ad indicare qualsiasi forma d'uso del gas tossico medesimo, ossia, secondo la dizione dell'articolo 3 del Regolamento prima citato, l'utilizzazione a qualsiasi scopo; la custodia e conservazione in magazzini o depositi comunque costituiti; il trasporto.

A queste tre forme di impiego corrispondono diversi provvedimenti autorizzativi, autonomi ed indipendenti l'uno dall'altro, anche quando concernono la stessa persona, lo stesso gas tossico, lo stesso stabilimento o deposito.

Ai sensi dell'articolo 4 del Regolamento i provvedimenti di cui sopra sono:

- l'autorizzazione ad utilizzare, a custodire e a conservare il gas tossico (in una determinata quantità massima),
- la licenza a trasportare i gas tossici;

- l'abilitazione all'impiego dei gas tossici (patente);
- la licenza ad utilizzare, volta per volta, il gas tossico in luogo abitato ovvero in aperta campagna.

Al momento attuale tre sono le Autorità alle quali compete il rilascio di autorizzazioni, licenze, abilitazioni:

- il Sindaco per quanto attiene all'autorizzazione all'impiego in impianti fissi ed alla custodia e conservazione in depositi;
- il Questore per quanto attiene alla licenza di trasporto ed all'autorizzazione volta per volta per l'impiego in ambienti chiusi od in aperta campagna;
- il Responsabile del Dipartimento di Prevenzione dell'ASL del capoluogo regionale per quanto attiene alla abilitazione all'impiego dei gas tossici.

È importante sapere che ciascuna delle autorizzazioni o licenze è caratterizzata dal fatto di essere rilasciata ad una determinata persona, per un determinato gas tossico, per un determinato luogo di impiego o di detenzione, per una specifica operazione di trasporto. Qualsiasi variazione di uno degli elementi caratteristici del provvedimento autorizzativo fa sì che lo stesso perda ogni validità e pertanto ogni variazione va comunicata all'Autorità competente al rilascio dell'autorizzazione.

I titolari della autorizzazione, di cui agli articoli 12 e 14 del Regolamento, a custodire e conservare in magazzini o depositi gas tossici, hanno l'obbligo di annotare in apposito registro (art. 57, R.D. 9 gennaio 1927, n. 147) la qualità e la quantità di ciascuno dei gas tossici per i quali hanno ottenuto la autorizzazione che essi giornalmente immettono o estraggono dai magazzini o depositi, a qualsiasi scopo.

Il registro sarà preventivamente numerato e firmato, in ciascun foglio, dall'Autorità di Pubblica Sicurezza, la quale dichiarerà, nell'ultima pagina, il numero dei fogli di cui il registro è composto.

Detti registri saranno sempre a disposizione dell'Autorità di Pubblica Sicurezza. Questa potrà visitare i magazzini e i depositi per accertare, occorrendo anche a mezzo di periti, la permanente osservanza delle indicazioni e delle condizioni tecniche prescritte nel decreto di autorizzazione ed i quantitativi di gas tossici consentiti per ciascun deposito.

Rimane ancora da ricordare l'esistenza di un'altra particolare autorizzazione in materia di gas tossici, ossia del certificato dell'autorità locale di pubblica sicurezza che autorizza a fare l'acquisto di gas tossico e ne determina la quantità (art. 56, R.D. 9 gennaio 1927, n. 147). Tale certificato di cui all'articolo precedente potrà essere rilasciato soltanto a quelle persone che provino di aver bisogno dei gas tossici nell'esercizio della loro professione, arte o mestiere e che diano sicura garanzia di non abusarne.

Ogni persona alla quale, per effetto di tali certificati, siano stati affidati gas tossici è obbligata a custodirli e conservarli in modo che non possano cadere in altre mani; né può venderli o cederli ad altri senza licenza dell'Autorità di Pubblica Sicurezza.

Questo particolare documento consente agli utilizzatori di piccole quantità di

gas tossico di provvedere all'acquisto delle stesse ed all'impiego immediato e totale dell'intera quantità acquistata, senza conservarne alcuna quantità residua. Pertanto, il ricorso all'uso del certificato anzidetto è proprio di coloro che non hanno ritenuto di dovere, o non hanno potuto, costituire un vero e proprio deposito.

6.2. SOTTRAZIONE E DISTRAZIONE DI GAS TOSSICI (ART. 58, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

Qualora si verifichi la distrazione o la sottrazione di un gas tossico, il titolare del locale deve farne immediata denunzia all'Autorità di Pubblica Sicurezza.

Nel caso di negligenza nella custodia e conservazione del gas tossico o di ritardo nella denunzia, il titolare sarà punito a norma di legge, salvo ogni maggiore responsabilità di ordine penale o civile.

6.3. REVOCA O SOSPENSIONE DELLA PATENTE DI ABILITAZIONE (ART. 36, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

La fattispecie è regolata dall'art. 36, che viene riportato di seguito.

"Si procede alla revoca della patente di abilitazione:

1. ogni qualvolta, in seguito a revisione ordinaria o straordinaria, risultino minorate, nella persona abilitata, la idoneità fisica e/o quella psichica richieste per la esecuzione delle operazione relative all'impiego di gas tossici;
2. quando la persona munita di patente di abilitazione non si presenti senza giustificato motivo alla visita individuale o alla revisione collettiva e continui nello impiego di gas tossici;
3. quando venga a sussistere una delle condizioni previste dall'articolo 29 ("Casi di indegnità");
4. quando la persona abilitata risulti dedita alla ubriachezza;
5. quando sia intervenuta condanna penale per contravv enzione alle prescrizioni dell'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con il R. decreto 6 novembre 1926, n. 1848, o a quelle del presente Regolamento, ovvero, in generale, quando la condanna penale disponga la sospensione dall'esercizio della professione.

Alla revoca della patente di abilitazione provvede l'Autorità che l'ha rilasciata:

a) di ufficio, nei casi indicati ai numeri 1, 2 e 4;
b) in seguito a segnalazione delle cancellerie giudiziarie nei casi indicati ai punti 3 e 5.

Si procede alla sospensione della patente di abilitazione quando sia stato ordinato il rinvio a giudizio della persona abilitata, per i delitti previsti negli artt. 371 e 375, n. 2 del codice penale o per contravvenzione ai sensi del precedente punto 5.

La sospensione della patente può essere revocata quando sia cessata la causa che ebbe a determinarla".

6.4. COMMISSIONE PROVINCIALE TECNICA PERMANENTE PER I GAS TOSSICI (ART. 24, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

Da ultimo merita menzione la Commissione provinciale tecnica permanente per i gas tossici prevista dall'art. 24, che è un organismo tecnico consultivo a cui partecipano:

- il Responsabile del Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro o il Responsabile del Servizio Igiene Pubblica del Dipartimento di Prevenzione del Capoluogo di Provincia, che la presiede;
- un rappresentante della Questura;
- un rappresentante del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco;
- un rappresentante del Settore decentrato OO.PP. e difesa assetto idrogeologico della Regione Piemonte;
- un rappresentante del Dipartimento Provinciale dell'ARPA.

La Commissione così composta è un organismo tecnico consultivo, che effettua sopralluoghi nel territorio provinciale di competenza e formula prescrizioni e pareri preventivi, obbligatori e vincolanti per il rilascio delle autorizzazioni richieste.

Appendice

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE ALLA CUSTODIA E CONSERVAZIONE DI GAS TOSSICI

La custodia e la conservazione dei gas tossici, in depositi aventi determinate caratteristiche di sicurezza, sono subordinate, previo parere della Commissione tecnica permanente per i gas tossici al rilascio di apposita autorizzazione, prescritta dall'art. 4, 1° comma, lett. a) del R.D. 147/1927. L'autorizzazione predetta viene rilasciata dal Sindaco del Comune in cui è realizzato il deposito previa domanda in carta legale che oltre alle generalità e domicilio del richiedente indica:

a) nome scientifico e commerciale, nonché la composizione e la formula chimica del gas o dei gas, se si tratta di miscela di gas;

b) caratteristiche salienti del gas e l'uso al quale può essere destinato.

Come previsto dall'art. 11 del sopracitato decreto, la domanda, oltre che dai certificati penale e di condotta incensurata al nome del richiedente, deve essere corredata dai seguenti documenti:

1) nota descrittiva, accompagnata da disegni in scala non inferiore a 1/100, dei locali destinati a deposito del gas tossico, dell'ubicazione di questi e della loro potenzialità.

2) dichiarazione che il richiedente non esercisce magazzini o depositi del gas tossico in altre Province.

3) nota descrittiva delle cautele che il richiedente si propone di usare per la conservazione, la custodia, la manipolazione e il trasporto del gas tossico.

4) schema di Regolamento interno per l'esecuzione delle operazioni relative alla conservazione, custodia, manipolazione e trasporto del gas tossico.

5) indicazione del personale di servizio e dichiarazione che esso è debitamente abilitato a norma dell'art. 26 (patente di abilitazione) alla esecuzione delle operazioni relative all'impiego del gas tossico.

Quando trattasi di più gas tra di loro diversi per composizione, devono essere presentate altrettante separate domande. I documenti di interesse comune potranno essere prodotti in unico esemplare.

DOMANDA PER IL RILASCIO E LA REVISIONE DELLA PATENTE

Documenti da presentare per il **rilascio della patente** (art. 26, R.D. 9 gennaio 1927, n. 147):

1) domanda in carta da bollo (indicare recapito telefonico e fax);
2) certificato medico;
3) due fotografie formato tessera (con nome e cognome sul retro);
4) dichiarazione del luogo di residenza;
5) certificato di nascita (*);
6) titolo di studio (*) (allegare fotocopia del titolo di studio);
7) certificato generale del casellario giudiziale (*);
8) ricevuta del versamento dell'importo fissato nel tariffario sul Bollettino postale C/C n. 474106 intestato a: Azienda Sanitaria Locale ASL 1 di TORINO - Ent. Dip. Prev. SPreSAL – Serv. Tes. – Via San Secondo, 29 – 10128 Torino;
9) una marca da bollo (sarà apposta sulla patente al suo rilascio).

N.B.: I documenti contrassegnati con (*) possono essere sostituiti da dichiarazione sostitutiva allegando fotocopia del documento d'identità o della patente di guida ove risulti l'attuale indirizzo ed il Comune di residenza.

Documenti da presentare per la **revisione della patente** (art. 35, R.D. 9 gennaio 1927, n. 147):

1) domanda in carta da bollo (indicare recapito telefonico);
2) patente da revisionare;
3) certificato medico;
4) certificato generale del casellario giudiziale oppure dichiarazione sostitutiva unitamente a fotocopia del documento di identità o della patente di guida ove risulti l'attuale indirizzo ed il Comune di residenza;
5) ricevuta del versamento dell'importo fissato nel tariffario sul Bollettino postale C/C n. 474106 intestato a: Azienda Sanitaria Locale ASL 1 di TORINO - Ent. Dip. Prev. SPreSAL – Serv. Tes. – Via San Secondo, 29 – 10128 Torino.

ATTIVITÀ SOTTOPOSTE ALLA LICENZA DEL QUESTORE

- **Utilizzo gas tossici** (in aperta campagna e in luogo abitato).
- **Acquisto gas tossici.**
- **Trasporto gas tossici.**

APPENDICE

DOMANDA DI LICENZA ALL'UTILIZZO (ARTT. 40 E 47, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

Per ottenere la licenza all'utilizzo dei gas tossici la domanda in bollo va presentata al Questore della Provincia ove è ubicata la sede operativa della società o del titolare dell'azienda richiedente, secondo lo schema di seguito riportato:

- generalità del rappresentante legale e ragione sociale della società o del titolare dell'azienda;
- scopo, luogo, giorno e ora di inizio e fine dell'intervento;
- generalità del direttore tecnico ed eventuale numero d'iscrizione all'albo professionale.

Alla domanda vanno allegati i seguenti documenti:

d) dichiarazione dell'istante recante: assicurazione di ogni responsabilità per danni a terzi; formale diffida agli utenti dei locali ad osservare le norme cautelative che saranno loro prescritte (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato);

e) dichiarazione del direttore tecnico recante le informazioni di seguito riportate:

- previsione della cautela che si intende adottare;
- evidenza di nessun danno a terzi derivante dall'uso del gas nel locale (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato);
- attuazione delle cautele e salvaguardia della pubblica incolumità anche nei locali adiacenti (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato) in un raggio di almeno 20 m;
- impiego di gas tossico a distanza conveniente da fabbricati abitati, da stalle e simili (solo per utilizzo di gas tossico in aperta campagna);
- personale abilitato all'impiego di gas tossico assicurato sia per caso di morte che per invalidità temporanea o permanente e munito di idonei mezzi protettivi individuali;
- disponibilità sul luogo di una cassetta di pronto intervento;

f) foglio delle operazioni in bianco da restituire ad intervento effettuato alla Questura. La compilazione è relativa a:

- individuazione dei locali o della località;
- sistemi di ventilazione (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato);
- tipo di gas utilizzato;
- modalità di preparazione dei locali (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato);
- ora di inizio e di chiusura delle operazioni;
- termine per la rioccupabilità dei locali (solo per utilizzo di gas tossico in luogo abitato);

g) copia di autorizzazione all'utilizzo del gas tossico rilasciata dall'autorità competente;

h) marca da bollo;

i) copia del diploma di laurea del direttore tecnico o dichiarazione sostitutiva di certificazione;

j) certificato di stato di famiglia e residenza del richiedente o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento di identità se l'istanza non è presentata dall'interessato.
Se trattasi di società:
h) copia atto costitutivo della società e successive modifiche, o visura camerale aggiornata, corredata da dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di conformità all'originale, o dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà attestante l'assetto societario;
i) certificato di stato di famiglia e residenza dei soci o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento d'identità dei predetti.

L'utilizzazione dei gas tossici non è soggetta alle disposizioni del R.D. 147/1927 quando avvenga in stabilimenti industriali od officine a scopo di preparazione o trasformazione di altri prodotti o per altre lavorazioni o scopi (art. 62).

DOMANDA DI LICENZA DI ACQUISTO (ART. 55, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

La domanda in bollo va presentata all'autorità locale di P.S. ove è ubicata la sede operativa della società o del titolare dell'azienda, secondo lo schema di seguito riportato:

- generalità del rappresentante legale e ragione sociale della società o del richiedente;
- tipo e quantità del gas tossico da acquistare;
- destinazione d'uso del gas tossico.

Alla domanda vanno allegati i seguenti documenti:

- copia delle patenti di abilitazione all'impiego dei gas tossici degli addetti;
- copia di autorizzazione all'utilizzo, custodia e conservazione della ditta venditrice;
- marca da bollo;
- certificato di stato di famiglia e residenza del richiedente o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento di identità se l'istanza non è presentata dall'interessato.

Se trattasi di società:

- copia atto costitutivo della società e successive modifiche, o visura camerale aggiornata, corredata da dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di conformità all'originale, o dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà attestante l'assetto societario;
- certificato di stato di famiglia e residenza dei soci o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento d'identità dei predetti.

APPENDICE

DOMANDA DI LICENZA AL TRASPORTO (ART. 23, R.D. 9 GENNAIO 1927, N. 147)

La domanda in bollo va presentata al Questore della Provincia ove è ubicata la sede operativa della società o del titolare dell'azienda, secondo lo schema di seguito riportato:

a) generalità del rappresentante legale o del titolare dell'azienda e ragione sociale;

b) estremi dell'eventuale autorizzazione a detenere gas tossici;

c) nome scientifico e commerciale, nonché composizione e formula chimica del gas che si desidera trasportare;

d) destinazione del carico e quantità del gas da trasportare (precisando se la richiesta è per trasporti occasionali in una o più volte o per trasporti in via permanente);

e) ditta fornitrice del gas;

f) dichiarazione dell'osservanza delle disposizioni di sicurezza per il trasporto di gas tossici previste dall'art. 59 del R.D. 147/1927.

Alla domanda vanno allegati i seguenti documenti:

- marca da bollo;
- copia dell'eventuale autorizzazione a detenere gas tossici.

Se trattasi di impresa individuale:

- certificato di stato di famiglia e residenza del richiedente o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento di identità se l'istanza non è presentata dall'interessato.

Se trattasi di società:

- copia atto costitutivo della società e successive modifiche, o visura camerale aggiornata, corredata da dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di conformità all'originale, o dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà attestante l'assetto societario;
- certificato di stato di famiglia e residenza dei soci o dichiarazione sostitutiva di certificazione corredata da copia non autenticata del documento d'identità dei predetti.

N.B.: Tutte le variazioni relative al titolare dell'autorizzazione, al direttore tecnico o alla società dovranno essere comunicate all'Autorità di Pubblica Sicurezza.

SANZIONI

Le trasgressioni hanno una diversa sanzione, a seconda che si tratti dell'art. 58 TULPS o delle prescrizioni del R.D. 9 gennaio 1927, n. 147.

Chi utilizza gas tossici senza autorizzazione è punito ai sensi dell'art. 58 del citato Testo Unico con l'arresto fino a 3 mesi e con l'ammenda fino a € 206,58, se il fatto non costituisce più grave reato.

Chi, invece, contravviene alle prescrizioni del Regolamento speciale (R.D. 147/1927) è punito con l'arresto fino a 3 mesi o con l'ammenda da € 258,23 a € 1032,91, conformemente al disposto dell'art. 69 dello stesso Regolamento speciale così modificato dall'art. 26, comma 3, del D.Lgs. 19 dicembre 1994, n. 758.

Le autorizzazioni di cui sopra possono essere revocate o sospese in qualsiasi momento, nel caso di abuso della persona autorizzata (art. 10 TULPS).

Salve le condizioni particolari stabilite dalla legge nei singoli casi, le autorizzazioni in argomento debbono essere negate:

- a chi ha riportato una condanna a pena restrittiva della libertà personale superiore a tre anni per delitto non colposo e non ha ottenuto la riabilitazione;
- a chi è sottoposto all'ammonizione o a misura di sicurezza personale o è stato dichiarato delinquente abituale, professionale o per tendenza.

Dette autorizzazioni possono essere negate a chi ha riportato condanna per delitti contro la personalità dello Stato o contro l'Ordine pubblico, ovvero per delitti contro le persone commessi con violenza, o per furto, rapina, estorsione, sequestro di persona a scopo di rapina o di estorsione, o per violenza o resistenza all'Autorità.

Le autorizzazioni devono essere revocate quando nella persona autorizzata vengono a mancare, in tutto o in parte, le condizioni alle quali sono subordinate e possono essere revocate quando sopraggiungono o vengono a risultare circostanze che avrebbero imposto o consentito il diniego dell'autorizzazione (art. 11 TULPS).

APPENDICE

DELEGA AD ENTI ED ISTITUZIONI PUBBLICHE PER L'ESERCIZIO DELLE COMPETENZE IN MATERIA DI GAS TOSSICI

Il Regolamento pubblicato sulla G.U. 1° marzo 1927, n. 49 demandava all'amministrazione dell'interno l'esercizio di competenze riguardanti la sanità pubblica e la pubblica sicurezza in materia di gas tossici.

Con D.Lgs. 12 luglio 1945, n. 417 tali compiti furono trasferiti all'Alto Commissariato per l'Igiene e la Sanità (A.C.I.S.).

Il DPR 10 giugno 1955, n. 854 ha decentrato i compiti spettanti all'A.C.I.S., trasferendoli al Prefetto.

La Circolare del Ministero della Sanità 6 giugno 1967, n. 95 "Regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici - attribuzione competenze" e la Circolare del Ministero dell'Interno n. 10.00615/XV.B.7.G.T. "Gas Tossici – disciplina – Regolamento speciale approvato con R.D. 9 gennaio 1927, n. 147 – Competenze" rivendicavano al Medico Provinciale la competenza per il rilascio di autorizzazioni a utilizzare, custodire e conservare gas tossici.

Con il DPR 24 luglio 1977, n. 616 (art. 31, comma b) l'esercizio di tali funzioni amministrative in materia di gas tossici è delegato dallo Stato alle Regioni che, in riferimento alla legge 23 dicembre 1978, n. 833, art. 7, comma c, istitutiva del Servizio Sanitario Nazionale, hanno anche la titolarità per gli aspetti di tutela della salute. A dette funzioni, poste a carico dell'Assessorato alla Sanità, provvedeva il Presidente della USL competente per territorio.

Con leggi regionali 26 ottobre 1982, n. 30 e 27 ottobre 1982, n. 31 le competenze in materia di gas tossici svolte dal Presidente della USL sono state demandate al Sindaco.

L'Autorità provinciale di Pubblica Sicurezza ha mantenuto la competenza di licenza di trasporto e autorizzazione volta per volta all'impiego di gas tossici in ambienti chiusi o in aperta campagna.

Da ultimo, per quanto riguarda la Regione Piemonte, la Legge regionale 15 marzo 2001, n. 5, all'art. 109, commi 1 e 2, ha disposto la sub-delega, per tutto il territorio regionale, all'ASL 1 di Torino ed, in particolare, al Dipartimento di Prevenzione delle funzioni amministrative concernenti il rilascio e la revisione della patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici.

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Per poter costituire un deposito di un gas tossico all'interno di uno stabilimento industriale è necessario acquisire una specifica autorizzazione? Se sì, da parte di chi?

Sì, per poter costituire un deposito di un gas tossico occorre una specifica autorizzazione che per altro è valida solo per quel gas tossico di cui è caso; pertanto il deposito se non preventivamente autorizzato non può ospitare nessuna altra sostanza. L'autorizzazione è rilasciata dal Sindaco.

Per poter trasportare dei sali di cianuro occorre una specifica licenza? Se sì, da parte di chi?

Sì, per poter trasportare sali di cianuro occorre una specifica licenza, rilasciata dal Questore della provincia dove è ubicata la sede operativa della società o del titolare dell'Azienda.

Qualora nell'arco dei cinque anni di validità venga constatato che il soggetto titolare non ha più i requisiti fisici di abilitazione, la patente di abilitazione all'impiego dei gas tossici può essere revocata immediatamente dall'ufficio delle Autorità Competenti? Oppure, semplicemente, non verrà più rinnovata al termine del quinquennio di validità?

Può essere revocata immediatamente.

In quali altri casi può essere sospesa d'ufficio?

a) quando il titolare della patente non si presenti senza giustificato motivo alla visita medica o non provveda al rinnovo e continui nell'impiego dei gas tossici.
b) quando la persona abilitata risulti dedita all'ubriachezza;

In caso di deposito di gas tossico è necessario avere un apposito registro in cui viene segnato il carico e lo scarico del gas tossico depositato?

Sì, è necessario tenere un apposito registro che può essere visionato da tutti gli Organismi preposti alla Vigilanza.

REGIO DECRETO 9 GENNAIO 1927, N. 147 (1) APPROVAZIONE DEL REGOLAMENTO SPECIALE PER L'IMPIEGO DEI GAS TOSSICI (1/a) (2)

(1) Pubblicato nella Gazz. Uff. 1° marzo 1927, n. 49.

(1/a) L'art. 1, Capo I - Definizione, Titolo I, del presente provvedimento è anche riportato, per coordinamento, in nota all'art. 1, R.D. 9 gennaio 1927, n. 147.

(2) Il regolamento demandava all'amministrazione dell'interno, centrale (Ministero) o periferico (Prefetto) compiti riguardanti la sanità pubblica e la pubblica sicurezza.

Successivamente, furono trasferiti all'Alto commissariato per l'igiene e la sanità pubblica (A.C.I.S., costituito con D.Lgt. 12 luglio 1945, n. 417) tutti i compiti spettanti al Ministero dell'interno in materia sanitaria, ferme restando le competenze dei progetti, a livello provinciale.

Il D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854 ha decentrato i compiti spettanti all'ACIS, trasferendoli al Prefetto (vedi note agli artt. 5-24 del regolamento).

La L. 13 marzo 1958, n. 296, istitutiva del Ministero della sanità, ha all'art. 6, commi 3 e 4, così disposto:

"Art. 6 (omissis). Spetta pure al Prefetto, sentito il medico provinciale, l'emanazione di provvedimenti contingibili ed urgenti per ragioni di sanità pubblica ai sensi dell'art. 20 del testo unico della legge comunale e provinciale 3 marzo 1934, n. 383 e successive modificazioni.

Tutte le altre attribuzioni del progetto in materia di sanità pubblica sono devolute al medico provinciale ed al veterinario provinciale secondo le competenze dei rispettivi uffici".

Nulla peraltro la legge ha disposto circa la competenza in quelle materie che, come i gas tossici, attengono sia alla sanità che alla sicurezza pubblica.

Riportiamo quindi senza modifiche il regolamento, avvertendo che le competenze del Prefetto sono oggetto di rivendicazione da parte degli organi del Ministero della sanità.

Articolo unico. – È approvato l'annesso regolamento speciale per la disciplina dell'impiego dei gas tossici, che sarà firmato, d'ordine nostro, dal Ministro proponente.

Regolamento speciale per l'esecuzione dell'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza approvato con il R.D. 6 novembre 1926, n. 1848, circa l'impiego dei gas tossici

		Artt.
TITOLO I	**Delle autorizzazioni**	
Capo I	Definizioni	1-4
Capo II	Dell'autorizzazione ad utilizzare gas tossici	5-9
Capo III	Dell'autorizzazione a custodire e conservare gas tossici in magazzini e depositi	10-16
Capo IV	Disposizioni comuni ai capi II e III	17-22
Capo V	Della licenza per il trasporto di gas tossici	23
Capo VI	Della Commissione tecnica permanente	24-25
Capo VII	Patente di abilitazione alle operazioni relative all'impiego di gas tossici	26-39
TITOLO II	**Dell'impiego di gas tossici**	
Capo I	Della utilizzazione di gas tossici	40-53
Capo II	Della custodia e conservazione dei gas tossici in magazzini o depositi comunque costituiti	54-58
Capo III	Dei trasporti di gas tossici	59-60
TITOLO III	**Disposizioni generali, transitorie e finali**	
Capo I	Disposizioni generali	61-64
Capo II	Disposizioni transitorie	65-67
Capo III	Disposizioni finali	68-69

TITOLO I
Delle autorizzazioni

Capo I
Definizioni

Art. 1. *Definizione di gas tossico*. – Agli effetti dell'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con il regio decreto 6 novembre 1926, n. 1848 (3), è considerato "*gas tossico*":

a) qualsiasi sostanza tossica, che si trova allo stato gassoso, o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore, e che è adoperata in ragione del suo potere tossico e per scopi inerenti al potere tossico stesso;

b) qualsiasi sostanza tossica, che si trova allo stato gassoso o che per essere utilizzata deve passare allo stato di gas o di vapore, la quale, pure essendo adoperata per scopi diversi da quelli dipendenti dalle sue proprietà tossiche, è riconosciuta pericolosa per la sicurezza ed incolumità pubblica.

(3) Vedi, ora, art. 58, R.D. 18 giugno 1931, n. 773 (Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza), il quale così dispone:

"Art. 58. È vietato l'impiego di gas tossici a chi non abbia ottenuto la preventiva autorizzazione.

Il contravventore è punito con l'arresto fino a tre mesi e con l'ammenda fino a L. 80.000, se il fatto non costituisce un più grave reato.

Le prescrizioni da osservarsi nell'impiego dei gas prodotti sono determinate dal regolamento".

Art. 2. *Elenco dei gas tossici riconosciuti*. – L'allegato prospetto contiene l'elenco dei gas tossici di cui all'articolo precedente che sono riconosciuti ufficialmente all'andata in vigore del presente regolamento (4).

I gas tossici non contemplati nell'elenco di cui al precedente comma non possono essere utilizzati, ovvero essere immessi, custoditi e conservati, o trasportati, prima che, su domanda dell'interessato e sentita la commissione tecnica permanente di cui all'art. 24, sia emanato apposito decreto del Ministero dell'interno (5) che li riconosca.

(4) Il prospetto allegato è stato sostituito dal D.M. 6 febbraio 1935, riportato al n. A/III di questa voce.

(5) La competenza ad emanare il decreto di riconoscimento è ora del Ministero della sanità (art. 2, n. 1, L. 13 marzo 1958, n. 296).

Art. 3. *Definizione dell'impiego di gas tossico.* – Per impiego di gas tossici, ai fini del citato articolo 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (6), si intendono così la loro utilizzazione a qualsiasi scopo, salve le eccezioni di cui al titolo III, cap. I, come la loro custodia e conservazione a qualsiasi scopo in magazzini o depositi, comunque costituiti, ed il loro trasporto.

(6) Vedi nota 3 all'art. 1.

Art. 4. *Provvedimenti dell'autorità relativamente all'impiego di gas tossici.* – I provvedimenti che l'autorità competente adotta, ai termini dell'articolo 57 del citato testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (6), relativamente all'impiego di gas tossici, sono:

a) l'autorizzazione ad utilizzare i gas tossici, ovvero a custodirli e conservarli in magazzini o depositi, da concedersi ad enti pubblici e a privati, che ne esercitano l'industria relativa, in conformità degli artt. 5 e 10;

b) la licenza a trasportare i gas tossici, in conformità dell'art. 23;

c) l'abilitazione, all'impiego dei gas tossici, di persone che, alla dipendenza degli enti pubblici e dei privati, di cui alle precedenti lettere a) e b), eseguono operazioni relative a detto impiego in conformità dell'art. 26;

d) la licenza, volta per volta, ad utilizzare gas tossici in luogo abitato e nell'ambito del demanio marittimo o in aperta campagna, in conformità degli artt. 40, 41 e 47;

e) il riconoscimento delle scuole per gli aspiranti al certificato di idoneità indicate nell'articolo 37.

Lo Stato non assume alcuna responsabilitàper il fatto dell'autorizzazione, o dell'abilitazione, o della licenza, di cui ai commi a), b), c) e d) che precedono.

Nell'allegato prospetto sono indicati i gas tossici per il cui impiego sono necessarie l'autorizzazione ovvero la licenza prescritte negli artt. 5, 10 e 23; e le quantità che per ognuno di essi è consentito tenere in custodia e conservare in magazzini o depositi, senza autorizzazione, o trasportare senza licenza (7).

(6) Vedi nota 3 all'art. 1.

(7) Vedi nota 4 all'art. 2.

Capo II
Dell'autorizzazione a utilizzare gas tossici

Art. 5. *Autorità che rilascia l'autorizzazione.* – La facoltà di concedere l'autorizzazione ad esercitare l'industria relativa alla utilizzazione di uno o più gas tossici indicati nell'art. 1, è demandata al Ministero dell'interno (8).

(8) L'art. 33, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854 (pubblicato nella Gazz. Uff. 29 settembre 1955, n. 225) recante norme per il decentramento dell'A.C.I.S., così dispone:

"Art. 33. È demandata al Prefetto l'autorizzazione per l'impiego dei gas tossici prevista dall'art. 58 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con regio decreto 18 giugno 1931, n. 773 e dall'art. 5 del relativo regolamento approvato con regio decreto 9 gennaio 1927, n. 147. Il Prefetto provvede, sentita la Commissione di cui all'art. 39 del presente decreto (il quale ha sostituito l'art. 24 del regolamento)".

Vedi anche nota 2 all'epigrafe.

Art. 6. *Domanda di autorizzazione.* – Per ottenere l'autorizzazione di cui all'articolo precedente occorre presentare domanda al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione è il Comune ove l'industria del richiedente avrà sede (9).

Essa, oltre alle generalità ed al domicilio del richiedente, indica:

a) il nome scientifico e quello commerciale, nonché la composizione e la formula chimica del gas e dei gas (se si tratta di miscela di gas) che il richiedente si propone di utilizzare;

b) le caratteristiche salienti del gas e l'uso al quale sarà destinato.

La domanda, oltre che dai certificati penali e di condotta incensurata, al nome del richiedente e di data non anteriore a due mesi, è corredata dai seguenti documenti:

1) Nota descrittiva dettagliata del procedimento usato o che il richiedente si propone di usare, sia per la produzione del gas o della miscela di gas, sia per l'utilizzazione di questo; delle modalità di esecuzione delle varie operazioni e delle cautele connesse con l'utilizzazione del gas stesso; degli apparecchi e mezzi che intende di usare per la protezione individuale delle persone alle quali è affidata l'esecuzione delle dette operazioni, nonché dei mezzi che eventualmente si propone di usare per neutralizzare l'azione tossica del gas adoperato e delle sostanze rivelatrici di questo. Alla nota vengono uniti disegni in scala non inferiori ad un decimo, fotografie, ecc.

2) Nel caso che l'impiego debba farsi in impianti fissi, come cabine e simili, nota descrittiva, corredata da disegni in scala non inferiore ad un centesimo, dei locali ad essi destinati, nonché delle modalità di funzionamento e delle cautele che intende usare.

3) Schema di regolamento interno per l'esecuzione delle operazioni relative all'utilizzazione del gas, nonché pianta organica del personale di servizio e dichiarazione che questo è quello debitamente abilitato, a norma dell'art. 26, all'esecuzione delle operazioni relative all'impiego del gas tossico.

4) Dichiarazione del o dei dottori in chimica o in chimica e farmacia o in chimica industriale ovvero del o dei laureati in ingegneria chimica che assumono la direzione tecnica dei servizi relativi alla custodia, conservazione, manipolazione, trasporto e utilizzazione del gas tossico. La dichiarazione è controfirmata per accettazione dal richiedente.

5) Qualora per le necessità relative all'utilizzazione del gas tossico, di cui è chiesta l'autorizzazione, il richiedente intenda tenere in deposito quelle delle sostanze occorrenti per detta utilizzazione risultanti dall'allegato I di cui all'art. 4, oltre i documenti più sopra indicati dovrà presentare anche quelli di cui ai nn. 1, 3 e 4 dell'art. 11.

La domanda e i documenti sono soggetti alle leggi sul bollo (10). I documenti di cui ai nn. 1 e 4 sono vidimati dal podestà e debitamente legalizzati (11).

Quando trattasi di più gas, tra loro diversi per composizione o per modo di utilizzazione, devono essere presentate altrettante separate domande. I documenti di interesse comune potranno, però, essere prodotti in un solo esemplare.

(9) Comma così sostituito agli originari due commi dall'art. 34, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854. Vedi nota 2 all'epigrafe.

(10) Vedi D.P.R. 25 giugno 1953, n. 492, recante nuove norme sull'imposta di bollo [riportata al n. A/I della voce Bollo (imposta di)] e successive modificazioni.

(11) Vedi L. 18 marzo 1958, n. 228 recante norme concernenti la legalizzazione delle firme e riportata alla voce "Documentazione da prodursi alle pubbliche amministrazioni e legalizzazione delle firme".

Art. 7. (12).

(12) Abrogato dall'art. 34, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.

Art. 8. *Decreto ministeriale di autorizzazione a utilizzare gas tossici.* – Il prefetto provvede sulla domanda con decreto, sentita la Commissione di cui all'art. 24. Il decreto è, per il tramite del sindaco, notificato al richiedente.

Il decreto di autorizzazione a utilizzare i gas tossici deve contenere:

a) la data della domanda;
b) il cognome, il nome, la paternità e il domicilio della persona autorizzata e del o dei direttori tecnici;
c) il nome scientifico e commerciale e la composizione e la formula chimica del gas o dei gas se si tratta di miscela di gas;
d) l'impiego al quale il gas viene destinato;
e) tutte le altre indicazioni e condizioni ritenute opportune caso per caso (13).

(13) Articolo così sostituito dall'art. 35, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.

Art. 9. *Autorizzazione per impianti fissi.* – Quando la domanda di cui all'art. 6 riguarda opere per impianti fissi destinati all'impiego di gas tossici, allo stato di progetto, il prefetto può subordinare l'autorizzazione alle successive constatazioni sui lavori.
Il decreto deve, in tal caso, stabilire i termini entro i quali debbono compiersi i lavori. I termini stessi possono essere prorogati, sempre con determinata prefissione di tempo per casi di forza maggiore o per altre ragioni indipendenti dalla volontà del concessionario.
Trascorsi i termini, l'autorizzazione è revocata nelle forme stabilite dall'art. 22 (14).

(14) Articolo così sostituito dall'art. 36, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.
Vedi nota 2 all'epigrafe.

Capo III

Dell'autorizzazione a custodire e conservare gas tossici in magazzini e depositi

Art. 10. *Autorità che concedono l'autorizzazione.* – La facoltà di concedere l'autorizzazione a custodire e conservare a qualsiasi scopo, uno o più gas tossici in magazzini o depositi è demandata al prefetto, il quale provvede con decreto, sentita la Commissione di cui all'art. 24 (15).

(15) Articolo così sostituito dall'art. 37, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.
Vedi nota 2 all'epigrafe.

Art. 11. *Domanda di autorizzazione al prefetto.* – Nel caso indicato alla lettera a) dell'articolo precedente (16) la domanda per ottenere l'autorizzazione è indirizzata al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione si trovano i magazzini o depositi.
Essa, oltre alle generalità e al domicilio del richiedente, indica:
a) il nome scientifico e quello commerciale, nonché la composizione e la formula chimica del gas o dei gas, se si tratta di miscela di gas;
b) le caratteristiche salienti del gas e l'uso al quale può essere destinato.
La domanda, oltre che dai certificati penale e di condotta incensurata, al nome del richiedente e di data non anteriore a due mesi, è corredata dai seguenti documenti:
1) nota descrittiva, accompagnata da disegni in scala non inferiore a 1/100, dei locali destinati a deposito del gas tossico, della ubicazione di questi e della loro potenzialità;
2) dichiarazione che il richiedente non esercita magazzini o depositi del gas tossico stesso in altre Province;

3) nota descrittiva delle cautele che il richiedente si propone di usare per la conservazione, la custodia, la manipolazione e il trasporto del gas tossico;

4) schema di regolamento interno per l'esecuzione delle operazioni relative alla conservazione, custodia, manipolazione e trasporto del gas tossico;

5) indicazione del personale di servizio e dichiarazione che esso è debitamente abilitato a norma dell'art. 26 alla esecuzione delle operazioni relative all'impiego del gas tossico.

Il documento di cui al n. 1 è vidimato dal podestà e debitamente legalizzato.

Quando trattasi di più gas tra di loro diversi per composizione, devono essere presentate altrettante separate domande. I documenti di interesse comune potranno essere prodotti in un unico esemplare.

(16) La facoltà di concedere l'autorizzazione è ora, dal nuovo testo dell'art. 10, riservata in via esclusiva all'autorità provinciale. L'art. 11 deve quindi ritenersi applicabile in tutte le ipotesi di domanda per l'autorizzazione.

Art. 12. *Decreto prefettizio di autorizzazione a custodire e conservare gas tossici in magazzini o depositi* (17). – Il decreto prefettizio di autorizzazione a custodire e conservare gas tossici, indica:

a) la data della domanda;

b) il cognome, nome, paternità e domicilio della persona autorizzata;

c) il nome scientifico e commerciale e la composizione e formula chimica del gas o dei gas, se si tratta di miscela;

d) la ubicazione del o dei magazzini o depositi;

e) le quantità massime di gas consentite per ciascun magazzino o deposito;

f) le condizioni alle quali è subordinata l'autorizzazione, con speciale riguardo alle cautele che devono essere osservate.

Del decreto viene, dal prefetto, data comunicazione al Ministero dell'interno ai fini dell'articolo 21 (18).

(17) Comma abrogato dall'art. 37 cpv. D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.

(18) La comunicazione viene fatta anche al Ministero della sanità.

Art. 13. *Domanda di autorizzazione al Ministero dell'interno.* – Nei casi indicati alla lettera b) dell'art. 10, la domanda per ottenere l'autorizzazione è indirizzata al Ministero dell'interno ed è presentata al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione è il domicilio del richiedente.

Essa, oltre alle generalità e al domicilio del richiedente, contiene, per ciascun magazzino o deposito, le stesse indicazioni ed è corredata dai medesimi certificati e documenti prescritti nell'art. 11 per le domande di autorizzazione che sono indirizzate al prefetto ad eccezione di quello di cui al n. 2.

I documenti di interesse comune potranno essere prodotti in un unico esemplare.

La domanda, documentata a norma del presente articolo, è dal prefetto trasmessa, con le proprie osservazioni e parere, nonché col parere tecnico del medico provinciale, al Ministero dell'interno (19).

(19) La facoltà di concedere l'autorizzazione è ora dal nuovo testo dell'art. 10, riservata in via esclusiva all'autorità provinciale.

Gli artt. 13 e 14 devono quindi ritenersi abrogati.

Art. 14. *Decreto ministeriale di autorizzazione a custodire e conservare gas tossici in magazzini o depositi.* – Il Ministero dell'interno, sentita la commissione tecnica permanente, di cui all'articolo 24, provvede sulla domanda con decreto da notificarsi al richiedente in via amministrativa dal podestà, a mezzo del messo comunale.

Il decreto di autorizzazione contiene le indicazioni di cui alle lettere a), b), c), d), e) ed f) dell'art. 12 (19).

(19) La facoltà di concedere l'autorizzazione è ora dal nuovo testo dell'art. 10, riservata in via esclusiva all'autorità provinciale.

Gli artt. 13 e 14 devono quindi ritenersi abrogati.

Art. 15. *Vincolo dell'autorizzazione alla presenza di direttori tecnici.* – È in facoltà del prefetto, e rispettivamente del Ministero dell'interno (20), quando per la importanza del magazzino o deposito ne sia riconosciuta la necessità ai fini della sicurezza ed incolumità pubblica, di prescrivere che la direzione tecnica dei servizi inerenti alla custodia e conservazione e trasporto del gas tossico, per il quale è fatta domanda di autorizzazione, giusta l'art. 10, sia affidata ad un dottore in chimica o in chimica e farmacia o in chimica industriale ovvero a un laureato in ingegneria chimica.

In tal caso, il richiedente deve presentare al prefetto e rispettivamente al Ministero, apposita dichiarazione del direttore tecnico, debitamente legalizzata, controfirmata per accettazione.

(20) La facoltà di concedere l'autorizzazione è ora riservata, dal nuovo testo dell'art. 10, in via esclusiva all'autorità provinciale.

Vedi anche nota 2 all'epigrafe.

Art. 16. *Magazzini e depositi annessi a stabilimenti industriali.* – Quando si tratta di magazzini o depositi annessi a stabilimenti industriali od officine per le esclusive necessità delle loro lavorazioni, i provvedimenti di cui agli artt. 12 e 14 vengono adottati sentiti, rispettivamente, dal prefetto o dal Ministero dell'interno, il competente ispettorato dell'industria e lavoro (21) ovvero il Ministero dell'economia nazionale (21).

(21) Il D.Lgt. 10 agosto 1945, n. 474 (recante norme per la ripartizione delle attribuzioni e del personale fra il Ministero dell'industria e del commercio e quello del lavoro e della previdenza sociale) ha attribuito al Ministero dell'industria e del commercio sia (art. 6 cpv.) i compiti dell'Ispettorato dell'industria e lavoro, sia quelli già trasferiti dal Ministero dell'economia nazionale a quello delle corporazioni e da questo al Ministero dell'industria, del commercio e del lavoro.

Capo IV
Disposizioni comuni ai capi II e III

Art. 17. *Casi in cui non può essere concessa l'autorizzazione.* – L'autorizzazione di cui agli artt. 8, 12 e 14 non può essere concessa a coloro che abbiano riportato condanna per i delitti contro l'ordine pubblico, la pubblica incolumità, la proprietà; ovvero per omicidio o per lesione personale; e a coloro che non sono di condotta incensurata.

Art. 18. *Tassa di concessione.* – Il rilascio del decreto di autorizzazione è vincolato al pagamento della tassa di concessione di lire 500, se è fatto dal prefetto, e di lire 1000, se è fatto dal Ministero dell'interno, salvo il disposto dell'articolo 67 (22).

(22) Per le nuove tasse di concessione governativa relative ai decreti di autorizzazione, vedi le norme di pagamento al n. 72 della Tabella allegata al D.P.R. 1° marzo 1961, n. 121, testo unico delle tasse sulle concessioni governative, riportato alla voce Concessioni governative. La misura delle tasse è ivi indicata in L. 30.000 per i decreti del Ministro ed in L. 15.000 per quelli prefettizi.

Art. 19. *Comunicazione dei decreti alla Gazzetta ufficiale del regno.* – I decreti del prefetto di cui agli artt. 8 e 10 sono pubblicati sul Foglio annunzi legali della Provincia (23).

L'annuncio è fatto a spese del titolare dell'autorizzazione.

Nel caso previsto all'art. 15, dev'essere dato annuncio anche del nome del direttore tecnico.

(23) Comma così sostituito dall'art. 38, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854. I fogli degli annunzi legali delle province sono stati aboliti dall'art. 31, L. 24 novembre 2000, n. 340, con la decorrenza ivi indicata. Lo stesso articolo ha inoltre stabilito che, quando disposizioni vigenti prevedono la pubblicazione nel foglio annunzi legali come unica forma di pubblicità, la pubblicazione venga effettuata nella Gazzetta Ufficiale.

Art. 20. *Cambiamento nella persona del titolare dell'autorizzazione e dei direttori tecnici.* – Ogni cambiamento nella persona del titolare dell'autorizzazione o in quella dei direttori tecnici dev'essere comunicato al Ministero dell'interno.

Il cambiamento nella persona del titolare dell'autorizzazione sarà annunciato sul Foglio annunzi legali della Provincia (23/a) nei modi indicati nel precedente art. 19 (24).

(23/a) I fogli degli annunzi legali delle province sono stati aboliti dall'art. 31, L. 24 novembre 2000, n. 340, con la decorrenza ivi indicata. Lo stesso articolo ha inoltre stabilito che, quando disposizioni vigenti prevedono la pubblicazione nel foglio annunzi legali come unica forma di pubblicità, la pubblicazione venga effettuata nella Gazzetta Ufficiale.

(24) Comma così modificato dall'art. 38 cpv. D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.

Art. 21. *Registro dei titolari dell'autorizzazione e dei direttori tecnici.* – Presso il Ministero dell'interno è tenuto un registro dei titolari delle autorizzazioni a utilizzare, ovvero a custodire e conservare in magazzini o depositi, gas tossici, rilasciate ai sensi degli artt. 8, 12 e 14, nonché dei rispettivi direttori tecnici.

Art. 22. *Revoca e sospensione dell'autorizzazione.* – Si procede alla revoca dell'autorizzazione:

a) quando sia intervenuta condanna penale per contravvenzione alle prescrizioni prevedute dall'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato col regio decreto 6 novembre 1926, n. 1848 (25), o, in generale, quando la condanna penale disponga la sospensione dell'esercizio della professione;

b) quando sia intervenuta condanna penale per uno dei casi indicati all'art. 17;

c) quando la condotta del titolare dell'autorizzazione risulti non più incensurata.

Alla revoca provvede l'autorità che ha rilasciato l'autorizzazione, in seguito a segnalazione delle cancellerie giudiziarie.

Si procede alla sospensione dell'autorizzazione:

a) per motivi di sicurezza pubblica;

b) quando sia stato ordinato il rinvio a giudizio per contravvenzione alle prescrizioni del presente regolamento, ovvero per i delitti preveduti negli artt. 371 e 375 del codice penale (26);

c) ogni qual volta siano state constatate irregolarità dell'uso della autorizzazione, o violazione delle prescrizioni contenute nell'autorizzazione stessa o nel presente regolamento.

Alla sospensione provvede il prefetto, che ne dà notizia immediata al Ministero dell'interno (27).

La sospensione dell'autorizzazione può essere revocata quando sia cessata la causa che ebbe a determinarla.

La revoca e la sospensione sono notificate e pubblicate con le stesse modalità con le quali sono notificati e pubblicati i decreti di autorizzazione.

(25) Vedi, ora, art. 58, R.D. 18 giugno 1931, n. 773 (Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza), riportato nella nota 3 all'art. 1.

(26) Vedi, ora, artt. 589 e 590 cod. pen. 1930, relativi ad omicidio e lesioni colpose.

(27) Vedi nota 2 all'epigrafe.

Capo V
Della licenza per il trasporto di gas tossici

Art. 23. Per trasportare i gas tossici, salve le eccezioni indicate nell'allegato prospetto, occorre la licenza dell'autorità di pubblica sicurezza del circondario, ovvero il permesso per una o più volte determinate.

Capo VI
Della commissione tecnica permanente

Art. 24. *Istituzione e composizione*. – È istituita presso la Prefettura una speciale Commissione tecnica permanente per dar parere nei casi previsti da questo regolamento e ogni volta che ne sia richiesta dal prefetto.

Della Commissione fanno parte il medico provinciale, l'ingegnere capo del Genio civile, il questore, l'esperto in chimica membro del Consiglio provinciale di sanità ed il comandante del Corpo dei vigili del fuoco della Provincia (28).

(28) Articolo così sostituito dall'art. 39, D.P.R. 10 giugno 1955, n. 854.

Art. 25. *Delle spese per visite*. – Le spese per le visite occorrenti per provvedere sulle domande di cui agli artt. 2, 6, 11 e 13 sono a carico dei richiedenti, che versano in deposito preventivo alla tesoreria provinciale la somma che sarà loro indicata rispettivamente dal Ministero dell'interno o dal prefetto, in relazione con le disposizioni vigenti circa le indennità di missione (29).

(29) Vedi, ora, L. 15 aprile 1961, n. 291, riportata alla voce Impiegati civili dello Stato.

Capo VII
Patente di abilitazione alle operazioni relative all'impiego di gas tossici

Art. 26. *Patente di abilitazione. Modo di ottenerla.* – L'abilitazione alla esecuzione delle operazioni relative all'impiego dei gas tossici, di cui all'art. 4, lettera c), deve constare da apposita patente il cui rilascio viene fatto in base a presentazione di certificato di idoneità, conseguito secondo le modalità indicate negli articoli seguenti.

Art. 27. *Certificato d'idoneità.* – Coloro che intendono ottenere il certificato d'idoneità, di cui all'articolo precedente, sottostanno ad esame facendone domanda al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione è compreso il Comune di residenza del richiedente. La domanda è corredata dai seguenti documenti:

1) Atto di nascita, dal quale risulti che il richiedente ha compiuto gli anni ventuno. Qualora non abbia compiuto tale età, ma abbia compiuto gli anni diciotto, occorre il consenso dei genitori o di chi ne fa le veci.

2) Certificato di studi elementari inferiori (alla fine della terza classe) corrispondente all'antico certificato di compimento.

3) Certificato generale del casellario giudiziario al nome del richiedente di data non anteriore a due mesi, e certificato, della stessa data, comprovante la buona condotta morale e politica.

4) Certificato di un medico militare o di un ufficiale sanitario comunale, con firma legalizzata e di data non anteriore ad un mese, dal quale risulti che il richiedente:

- non è affetto da malattie fisiche o psichiche e non presenta deficienze organiche di qualsiasi specie, che gli impediscano di eseguire con sicurezza le operazioni relative all'impiego dei gas tossici;
- non presenta segni d'intossicazione alcoolica o da sostanze stupefacenti;
- ha integri il senso olfattorio e la pervietà nasale;
- percepisce la voce afona ad almeno otto metri di distanza da ciascun orecchio;
- possiede il visus complessivamente non inferiore a 14/10 (tavola di Snellen), purché da un occhio non inferiore a 5/10.

5) Fotografia di data recente, firmata e applicata ad un libretto di patente in bianco.

Art. 28. *Esenzione dalla presentazione del certificato di idoneità.* – Coloro che alla dipendenza di pubbliche amministrazioni civili o militari hanno esercitato mansioni inerenti all'impiego di un gas tossico, per la durata di un anno ininterrottamente, possono ottenere entro due anni, contati a partire dalla cessazione dell'esercizio delle mansioni stesse, la patente di abilitazione, di cui all'art. 26, in esenzione dalla presentazione del certificato di idoneità, facendone domanda al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione si trova la competente sede di esame, a norma dell'art. 31.

La domanda è corredata dei documenti di cui ai numeri 1, 2, 3, 4 e 5 dell'art. 27, nonché da un certificato debitamente legalizzato, rilasciato dalla pubblica amministrazione alle cui dipendenze ha servito il richiedente, e dal quale risultino, in modo circostanziato, le mansioni effettivamente esercitate dal richiedente, la durata del servizio prestato con le dette mansioni e le attitudini del richiedente all'impiego di gas tossici.

Il prefetto, riscontrata la regolarità della domanda, e accertato il concorso delle condizioni d'idoneità fisica, psichica e morale, è autorizzato a rilasciare la patente.

Art. 29. *Casi di indegnità*. – Non possono ottenere il certificato d'idoneità:

1) coloro che sono sottoposti all'ammonizione o alla vigilanza speciale dell'autorità di pubblica sicurezza;

2) coloro che sono stati condannati per ubriachezza o per le contravvenzioni prevedute nell'art. 483 del codice penale (30);

3) coloro che hanno riportato condanna per i delitti preveduti nel codice penale, libro secondo, ai titoli primo; secondo; terzo (capo VII, capo VIII e capo IX, art. 201); settimo; ottavo; nono e decimo (31);

4) coloro che sono stati assolti per insufficienza di prove da imputazioni per uno dei delitti indicati nel precedente n. 3;

5) coloro che si siano resi recidivi per contravvenzioni agli artt. 460 a 469, 473 e 474 del codice penale (32);

6) coloro che non possono provare la loro buona condotta.

(30) L'art. 483, riguardante le contravvenzioni di comune pericolo, non ha corrispondenti nel cod. pen. 1930.

(31) Concernenti, rispettivamente, delitti contro la sicurezza dello Stato (artt. 241-244, 247, 248, 257, 259-261, 264, 268, 275-279, 283, 284, 287-290, 292, 295-299, 303-309, 313, 419, 633 cod. pen. 1930); contro la libertà (artt. 294, 403-408, 410, 502, 503, 511, 513, 574, 585, 600, 603, 605-610, 612, 614, 616, 618-622 cod. pen. 1930); di violenza e di resistenza all'Autorità (artt. 289, 307, 336-339, 655 cod. pen. 1930); di oltraggio contro persone rivestite di pubblica autorità (artt. 341-343, cod. pen. 1930); di violazione di sigilli (artt. 349 e 350 cod. pen. 1930); contro l'incolumità pubblica (artt. 253, 342, 423, 425-433, 436, 439-442, 444, 445, 449-452, 516, 586 cod. pen. 1930); contro il buon costume e l'ordine delle famiglie (artt. 519-525, 527, 528, 530-532, 541, 542, 544, 556, 557, 559-564, 566-568, 573, 586 cod. pen. 1930); contro la persona (artt. 546, 547, 549, 551, 555, 571, 572, 575-578, 580-585, 587-599 cod. pen. 1930) e contro la proprietà (artt. 486, 624-632, 634-640, 642, 643, 645-649 cod. pen. 1930).

(32) Ora, artt. 673, 678, 695, 699, 700, 702 e 703 cod. pen. 1930.

Art. 30. *Ammissione agli esami*. – I prefetti che hanno ricevuto le domande di cui all'art. 27, dopo averne preliminarmente riscontrato la regolarità e il concorso delle condizioni d'idoneità fisica, psichica e morale indicate nello stesso art. 27, ne curano la sollecita trasmissione al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione si trova la sede stabilita per gli esami, a mente del successivo art. 31, ed al quale è demandata l'ammissione dei richiedenti agli esami.

Art. 31. *Sedi di esami. Sessioni di esami*. – Le sessioni di esami per il conseguimento del certificato d'idoneità sono tenute presso le sedi che saranno stabilite con decreto del Ministro dell'interno (33).

Esse sono istituite dai prefetti delle Province nella cui circoscrizione si trovano dette sedi, previa autorizzazione del Ministero dell'interno.

Per ciascuna sede, gli esami sono tenuti in due periodi; e cioè, nei mesi di aprile-maggio e ottobre-novembre.

Eccezionalmente sarà istituita, per ciascuna sede, previa autorizzazione del Ministero dell'interno, una terza sessione di esami, quando vi siano almeno quindici domande di aspiranti.

Il prefetto della Provincia nella cui circoscrizione si trova la sede di esame, riscontrata la regolarità delle domande, stabilisce il giorno in cui avranno principio gli esami e ne dà notizia agli interessati a mezzo dei podestà dei Comuni nei quali essi hanno il loro domicilio.

(33) Vedi l'all. 1° al D.M. 9 maggio 1927, riportato al n. A/II di questa voce. Vedi anche nota 2 all'epigrafe.

Art. 32. *Commissione esaminatrice.* – Per ciascuna sede di esami, la commissione esaminatrice degli aspiranti al certificato di idoneità, previsto dall'art. 26, è nominata dal prefetto nella cui circoscrizione si trova la sede ed è composta dai seguenti membri che risiedono in questa:

a) il vice-prefetto, o un consigliere di prefettura, che la presiede, in rappresentanza del prefetto;

b) il medico provinciale;

c) il questore o il vice-questore;

d) il capo della sezione di chimica del laboratorio provinciale o comunale di vigilanza igienica;

e) il comandante del corpo municipale dei vigili del fuoco (34).

Un funzionario dell'ufficio sanitario provinciale ha le funzioni di segretario.

(34) Ora Corpo nazionale dei vigili del fuoco (art. 1 L. 27 dicembre 1941, n. 1570, riportata alla voce Servizi antincendi).

Art. 33. *Esami.* – I programmi degli esami sono stabiliti con decreto del Ministero dell'interno (35). Gli esami constano di prove pratiche e di prove orali.

Il candidato dovrà dimostrare una sufficiente conoscenza e padronanza: delle modalità relative alla manipolazione dei gas tossici per il cui impiego chiede la patente di abilitazione; delle modalità relative alla utilizzazione dei gas tossici medesimi; delle norme cautelative necessarie, con speciale riguardo all'impiego di maschere e di altri mezzi protettivi.

Esso dovrà altresì dimostrare di conoscere il presente regolamento.

(35) Vedi all. 2° al D.M. 9 maggio 1927, riportato al n. A/II di questa voce. Vedi anche nota 2 all'epigrafe.

Art. 34. *Rilascio del certificato d'idoneità e della patente di abilitazione. Matricola delle patenti.* – Il presidente della commissione esaminatrice, in seguito all'esito favorevole dell'esame, emette il certificato di idoneità e lo comunica al prefetto nella cui circoscrizione si trova la sede di esame, ai fini del rilascio della patente di abilitazione.

Presso ogni prefettura, nella cui circoscrizione si trova la sede di esami, è tenuta una matricola delle persone da essa abilitate alle operazioni concernenti l'impiego dei gas tossici.

Art. 35. *Revisione delle patenti di abilitazione.* – Con decreto del Ministero dell'interno sono ordinate, a periodi non maggiori di cinque anni, revisioni parziali o generali delle patenti di abilitazione per l'impiego dei gas tossici (36).

A tal fine i titolari delle patenti di abilitazione hanno l'obbligo di notificare alla prefettura, che ha proceduto al rilascio della patente, ogni cambiamento di domicilio.

Coloro che sono chiamati alla revisione devono presentare, alla detta prefettura, la patente di abilitazione unitamente ai documenti indicati ai numeri 3 e 4 dell'art. 27 e di data non anteriore a due mesi.

Il prefetto, qualora dall'esame dei documenti e dalle informazioni assunte risultino le condizioni d'idoneità fisica, psichica e morale indicate negli articoli precedenti, restituisce la patente con un visto attestante l'eseguita revisione.

In ogni tempo, così il Ministero dell'interno, come i prefetti, possono di ufficio fare obbligo al titolare della patente di abilitazione di sottoporsi a speciale revisione per accertare se esso possiede tutti i requisiti prescritti.

(36) Il D.M. 29 dicembre 1960 (del Ministro della sanità), pubblicato nella Gazz. Uff. 10 gennaio 1961, n. 8, così dispone:

"Art. 1. – È disposta la revisione generale delle patenti di abilitazione all'uso dei gas tossici, rilasciata dalle Prefetture anteriormente alla data del 1° gennaio 1957.

Art. 2. – I prefetti sono incaricati della esecuzione del presente decreto che sarà pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana". Una ulteriore revisione delle patenti, rilasciate alla data del 1° gennaio 1963, è stata disposta con il D.M. 30 giugno 1965 (Gazz. Uff. 23 luglio 1965, n. 183).

Art. 36. *Revoca e sospensione della patente di abilitazione.* – Si procede alla revoca della patente di abilitazione:

1) ogni qualvolta, in seguito a revisione ordinaria o straordinaria, risultino minorate, nella persona abilitata, l'idoneità fisica e quella psichica richieste per la esecuzione delle operazioni relative all'impiego di gas tossici;

2) quando la persona munita di patente di abilitazione non si presenti, senza giustificato motivo, alla visita individuale o alla revisione collettiva e continui nell'impiego di gas tossici;

3) quando venga a sussistere una delle condizioni prevedute nell'art. 29;

4) quando la persona abilitata risulti dedita all'ubriachezza;

5) quando sia intervenuta condanna penale per contravvenzione alle prescrizioni dell'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con il regio decreto 6 novembre 1926, n. 1848 (37), o a quelle del presente regolamento, ovvero, in generale, quando la condanna penale disponga la sospensione dall'esercizio della professione.

Alla revoca della patente di abilitazione provvedono i prefetti che ne hanno fatto il rilascio:

a) di ufficio, nei casi indicati ai numeri 1, 2 e 4;

b) in seguito a segnalazione delle cancellerie giudiziarie nei casi indicati ai numeri 3 e 5.

Si procede alla sospensione della patente di abilitazione quando sia stato ordinato il rinvio a giudizio della persona abilitata, per i delitti preveduti negli artt. 371 e 375, n. 2, del codice penale (38) o per contravvenzione ai sensi del precedente n. 5.

Il prefetto che ha disposto la sospensione della patente di abilitazione ne dà notizia al prefetto che ha proceduto al rilascio della patente stessa.

La sospensione della patente può essere revocata quando sia cessata la causa che ebbe a determinarla.

(37) Vedi, ora, art. 58, R.D. 18 giugno 1931, n. 773 (T.U. delle leggi di P.S.), riportato nella nota 3 all'art. 1.

(38) Ora, artt. 589 e 590 cod. pen. 1930.

Art. 37. Le scuole per gli aspiranti al certificato d'idoneità, necessario per il conseguimento della patente di abilitazione all'esecuzione delle operazioni inerenti all'impiego di gas tossici, che intendono essere riconosciute ufficialmente, ne fanno domanda al Ministero dell'interno (direzione generale della sanità pubblica) (39).

La domanda è corredata dei seguenti documenti:

1) regolamento della scuola;

2) programma d'insegnamento;

3) nota descrittiva dei locali adibiti ad uso della scuola, corredata dai disegni in scala di almeno 1/100;

4) indicazione nominativa degli insegnanti;

5) certificato da cui risulti che la scuola si trova sotto il patronato di un ente ufficialmente riconosciuto.

Le scuole sono riconosciute con decreto del Ministero dell'interno, che esercita su di esse la sua vigilanza, anche mediante ispezioni periodiche.

(39) I compiti della Direzione generale della sanità pubblica sono passati prima all'A.C.I.S. e poi al Ministero della sanità (L. 13 marzo 1958, n. 296.) Vedi nota 2 all'epigrafe.

Art. 38. *Funzionamento delle scuole riconosciute. Esami.* – L'ammissione degli allievi alla scuola è subordinata alla presentazione da parte loro, alla direzione della scuola, dei documenti indicati nell'art. 27.

La durata dei corsi non sarà inferiore a due mesi. All'inizio di ogni corso la direzione della scuola ne dà comunicazione al prefetto della Provincia nella cui circoscrizione è situata la sede di esame, di cui all'art. 31, trasmettendogli, in pari tempo, con l'elenco nominativo degli allievi iscritti al corso, i rispettivi documenti indicati nel predetto art. 27.

Gli esami degli allievi vengono sostenuti avanti a una commissione nominata dal prefetto della Provincia nella cui circoscrizione si trova l'anzidetta sede di esame, e della quale fanno parte, oltre ai membri di cui alle lettere a), b), c) ed e) dell'art. 32, all'uopo delegati dallo stesso prefetto, anche il direttore della scuola. La commissione esaminatrice è presieduta dal vice-prefetto o dal consigliere di prefettura, rappresentante del prefetto.

Il presidente della commissione esaminatrice, in seguito all'esito favorevole degli esami, emette il certificato d'idoneità necessario per il rilascio della patente di abilitazione, a termini degli artt. 26 e 34.

Art. 39. *Tassa di concessione. Indennità.* – Il rilascio della patente di abilitazione è soggetto alla tassa di concessione di lire 20, da corrispondersi mediante marche (40).

La vidimazione della patente stessa, in sede di revisione, è soggetta alla tassa di concessione di lire 10, da corrispondersi egualmente mediante marche (40/a).

Per le indennità da corrispondersi ai membri delle commissioni esaminatrici si osservano le norme contenute nell'art. 63 del regio decreto 8 maggio 1924, n. 843 (41).

(40) Per le modalità di pagamento della tassa di concessione governativa, vedi il n. 73 del T.U. sulle tasse di concessione governativa, approvato con D.P.R. 1° marzo 1961, n. 121 e riportato al n. A/I della voce CONCESSIONI GOVERNATIVE.

(40/a) Vedi nota 40 all'art. 39.

(41) Vedi, ora, D.P.R. 10 gennaio 1957, n. 3, riportato alla voce IMPIEGATI CIVILI DELLO STATO.

TITOLO II
Dell'impiego di gas tossici

Capo I
Dell'utilizzazione di gas tossici (42)

a) In luogo abitato

Art. 40. *Domanda della licenza.* – Ogni qualvolta il titolare dell'autorizzazione di cui all'art. 8 intende utilizzare in luogo abitato un gas tossico, ne fa domanda all'autorità di pubblica sicurezza del circondario:

a) almeno quarantotto ore prima, se l'utilizzazione del gas viene fatta ai fini della profilassi delle malattie infettive dell'uomo o degli animali, ovvero se ha per scopo la distruzione di animali o di parassiti nocivi all'uomo o agli animali;

b) almeno tre giorni prima, in ogni altro caso.

Alla domanda vengono uniti:

1) Una dichiarazione del richiedente dalla quale risulti: che esso assume piena ed intera ogni responsabilità in caso di danni in confronto di terzi, comunque derivati dalla utilizzazione del gas tossico; e che gli utenti dei locali di cui al n. 1 dell'art. 45 sono stati formalmente diffidati, a sua cura e spese, ad osservare le norme cautelative che loro saranno prescritte.

L'accettazione delle norme cautelative dev'essere data per iscritto e deve essere trattenuta dall'autorità di pubblica sicurezza.

2) Una dichiarazione del direttore tecnico menzionato all'art. 8, dalla quale, oltre alle cautele che intende attuare, risulti che:

– in ciascuno dei locali per cui è domandata la licenza di utilizzazione del gas tossico, questa può effettuarsi senza danni in confronto di terzi;

– nei locali stessi, come in quelli ad essi adiacenti e situati in un raggio di almeno metri venti contati a partire dal perimetro dei primi, sono attuabili tutte le cautele occorrenti ai fini della tutela della pubblica incolumità, in rapporto così alla ubicazione, come alla destinazione dei locali medesimi;

– il personale addetto all'impiego del gas tossico è stato individualmente o collettivamente assicurato, tanto pel caso di morte che per il caso di invalidità temporanea o permanente, avvenute per infortunio sul lavoro, ed è munito di apparecchi di riconosciuta efficacia e pronti per l'uso immediato, per la protezione individuale contro l'azione tossica del gas, nonché della cassetta contenente il materiale per l'apprestamento dei soccorsi d'urgenza, approvata dal Ministero dell'interno.

3) Un foglio delle operazioni in bianco, redatto in conformità delle istruzioni che saranno impartite a norma dell'art. 68 (43).

(42) L'articolo unico D.M. 9 maggio 1928, pubblicato nella Gazz. Uff. 29 maggio 1928, n. 125, ha così disposto:

"Nelle operazioni di derattizzazione e di disinfestazione eseguite con acido cianidrico gassoso a bordo delle navi da guerra o nei locali di terraferma dell'ambito portuale o del demanio marittimo appartenenti all'amministrazione militare marittima, è consentito al regio Ministero della marina (ora Ministero difesa-marina: D.C.P.S. 4 febbraio 1947, n. 17) (direzione generale di sanità militare marittima) di derogare dalla osservanza delle norme contenute negli artt. 40, 41, 42, 45, 46 del rego-

lamento 9 gennaio 1927, n. 147, ferma restando la osservanza delle norme contenute nel disciplinare approvato con decreto del Ministero della marina, in data 3 aprile 1928.

Detta amministrazione è tenuta peraltro a dare tempestiva comunicazione di ogni singola utilizzazione di acido cianidrico alla capitaneria del porto nella cui circoscrizione essa è stata effettuata, comunicando altresì, ad operazione avvenuta, i risultati ottenuti.

Il presente decreto sarà comunicato ai prefetti delle Province marittime del regno e alle regie capitanerie di porto e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del regno".

Il D.M. 21 maggio 1928, pubblicato nella Gazz. Uff. 9 giugno 1928, n. 134, ha così disposto:

"Art. 1. Nelle operazioni di derattizzazione e di disinsettazione eseguite con anidride solforosa nell'ambito ferroviario è consentito al Ministero delle comunicazioni (ora Ministero dei trasporti e dell'aviazione civile: D.Lgs.Lgt. 12 dicembre 1944, n. 413 e L. 30 gennaio 1963, n. 141) direzione generale delle ferrovie dello Stato, di derogare dalla osservanza delle norme contenute negli artt. 40, 42, 43, 45 del regolamento 9 gennaio 1927, n. 147.

Art. 2. Nelle operazioni di derattizzazione e di disinsettazione eseguite direttamente dall'amministrazione delle ferrovie dello Stato al di fuori dell'àmbito ferroviario, in locali di proprietà dell'amministrazione stessa, è consentito a questa di derogare dalla osservanza delle norme contenute negli artt. 40, 42, 43, 45 del suddetto regolamento, restando tuttavia subordinata la esecuzione delle cennate operazioni all'assenso dell'autorità di pubblica sicurezza che deve essere da quest'ultima rilasciato per iscritto.

Art. 3. Nella esecuzione delle operazioni previste nei due precedenti articoli resta ferma l'osservanza delle norme contenute nelle istruzioni vigenti per il servizio delle disinfezioni nelle ferrovie dello Stato, per quanto si riferisce all'impiego di anidride solforosa.

Il presente decreto sarà comunicato ai prefetti del regno e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale".

(43) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

b) A bordo di navi, ovvero nell'ambito dei porti o del demanio pubblico marittimo

Art. 41. *Domanda della licenza*. – Ogni qualvolta il titolare dell'autorizzazione di cui all'art. 8 intende utilizzare un gas tossico nell'ambito dei porti o nel demanio pubblico marittimo, ovvero a bordo di navi, ne fa domanda per iscritto alla competente capitaneria di porto, almeno quarantotto ore prima se si tratta di fabbricati, e almeno dodici ore prima se si tratta di navi, sempre che non concorrano speciali condizioni di necessità ed urgenza, riconosciute dalla capitaneria anzidetta, nel qual caso questa è autorizzata a ricevere la domanda anche prima di detti termini.

Si considerano come facenti parte del pubblico demanio marittimo i fabbricati il cui recinto si estenda anche in piccola parte entro i confini del demanio stesso.

Nel caso in cui si tratta di fabbricati la domanda è accompagnata dai documenti indicati nell'art. 40, ai numeri 1, 2 e 3.

Nel caso in cui si tratti di navi, la domanda è accompagnata dai documenti di cui ai numeri 1 e 3 dello stesso art. 40, nonché da una dichiarazione del direttore tecnico menzionato all'art. 8, dalla quale risulti:

– Che in ciascuno dei locali della nave nei quali è richiesta l'utilizzazione del gas tossico, questa può effettuarsi senza danni in confronto di terzi e che il capitano della nave è stato debitamente avvertito, rilasciandone accettazione per iscritto, delle cautele che devono essere osservate dall'equipaggio e dalle altre persone che si trovano a bordo della nave durante la utilizzazione del gas. La dichiarazione di accettazione è trattenuta dalla competente autorità di porto.

– Quali sono le cautele che si intendono attuare, ivi comprese, nel caso, la neutralizzazione del gas.

– Che il personale addetto alle operazioni relative all'impiego del gas tossico è stato

collettivamente o individualmente assicurato, tanto per il caso di morte che per il caso di inabilità temporanea o permanente avvenuta per infortunio sul lavoro, ed è munito di apparecchi, di riconosciuta efficacia e pronti per l'uso immediato, per la protezione individuale contro l'azione tossica del gas, nonché della cassetta contenente il materiale per l'apprestamento dei soccorsi di urgenza, approvata dal Ministero dell'interno (44).

(44) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

c) Disposizioni comuni ai paragrafi a) e b)

Art. 42. *Rilascio della licenza per utilizzare gas tossici in luogo abitato, o nell'ambito dei porti, o sulle navi.* – L'autorità competente a norma degli artt. 40 e 41, ricevuta la domanda, e salvi gli eventuali accertamenti, anche di carattere sanitario cui ritenesse procedere, concede la licenza per l'utilizzazione del gas tossico e per gli scopi di cui è fatta richiesta.

La licenza vincola colui al quale è rilasciata, alla osservanza delle norme contenute nel presente regolamento e di quelle altre maggiori che, caso per caso, l'autorità predetta prescriva ai fini della tutela della sicurezza ed incolumità pubblica, sia del sicuro raggiungimento degli scopi per i quali l'utilizzazione del gas viene richiesta, sia, in quanto occorra, della sanità pubblica.

Non si fa luogo a rilascio della licenza quando la competente autorità, in considerazione dell'ubicazione o della destinazione dei locali per i quali viene richiesta l'utilizzazione del gas tossico, o per altri motivi, a suo giudizio insindacabile, ritenga non possano essere efficacemente salvaguardate la sicurezza ed incolumità pubblica o la sanità pubblica, ovvero non possa essere raggiunto lo scopo per il quale detta utilizzazione viene richiesta (44).

(44) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

Art. 43. *Tempo nel quale è consentita l'utilizzazione del gas tossico.* – L'utilizzazione dei gas tossici in luogo abitato, ovvero nell'àmbito dei porti e del demanio pubblico marittimo, ovvero a bordo di navi è consentita solo dall'alba al tramonto, e le operazioni relative devono essere regolate per modo che, al tramonto, sia permessa la rioccupazione dei locali nei quali è stato utilizzato il gas tossico e degli altri ad essi adiacenti, senza che sia possibile alcun danno alle persone.

È data facoltà all'autorità competente di consentire, in casi speciali, che l'impiego del gas tossico venga iniziato prima dell'alba e sia proseguito dopo il tramonto. Il consenso deve venire rilasciato per iscritto (44).

(44) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

Art. 44. *Impiego di personale non abilitato.* – Al titolare della licenza ad impiegare un gas tossico è consentito di avvalersi, sotto la propria responsabilità, di personale non abilitato a termini del presente regolamento, limitatamente alla esecuzione di lavori di preparazione dei locali e di quelli di riassetto dei locali stessi. È fatto espresso divieto di affidare a detto personale altri lavori comunque inerenti all'impiego del gas tossico.

Art. 45. *Condizioni per l'utilizzazione del gas tossico.* – L'utilizzazione del gas tossico non potrà essere iniziata dal richiedente che ne ha avuto la licenza:

1) Se i locali nei quali deve essere eseguita l'operazione, quelli immediatamente adiacenti, quelli sottostanti e quelli sovrastanti, nonché gli altri per i quali ne viene fatta la

prescrizione dalla competente autorità, non sono stati evacuati da colui o coloro che li occupano; e se gli utenti dei locali adiacenti a quelli nei quali viene utilizzato il gas tossico e per i quali non sia stata riconosciuta necessaria l'evacuazione, non sono stati formalmente diffidati a norma dell'art. 40.

2) Se nei locali nei quali viene eseguita l'operazione non si sia provveduto a chiudere, in modo che siano impedite fughe del gas tossico, le porte; le finestre; le altre aperture di qualsiasi genere; le fessure e i crepacci, nei muri e fra i muri, nei pavimenti, nelle pareti, nei solai, nelle cappe di camino; nonché lo sbocco interno delle canne di aerazione o di ventilazione, quelle per il riscaldamento ad aria, per il passaggio dei tubi da riscaldamento, dei tubi da acqua, da gas, delle condutture elettriche, e simili.

3) Se non si sia provveduto alla estinzione del fuoco nei focolai e se i rubinetti delle prese di acqua o di gas non sono stati chiusi.

4) Se non sono state allontanate, dai locali nei quali viene utilizzato il gas tossico, le bevande e le sostanze alimentari di consumo immediato che non siano contenute in recipienti ben chiusi, e non siano stati rimossi i depositi di carbone in essi esistenti.

5) Se non sono stati apposti ad una conveniente distanza dai locali nei quali viene utilizzato il gas tossico e sulle porte esterne dei locali stessi, ed in ogni altro punto nel quale sia richiesto dall'autorità competente, uno o più cartelli, fissati solidamente, recanti in caratteri tipografici maiuscoli, dell'altezza di almeno centimetri dieci, la scritta: "È proibito l'ingresso – pericolo di morte", accompagnata da simboli che rappresentano il pericolo di morte.

Sarà altresì fatto uso, ove sia riconosciuto necessario, per impedire l'accesso nei locali o nella zona soggetta a pericolo, di funi, crociere di legno e simili.

Il direttore tecnico menzionato agli artt. 40 e 41 ha l'obbligo di accertarsi che le prescrizioni del presente articolo sono state adempiute.

Di tale adempimento deve esser fatta menzione nel prescritto "foglio delle operazioni" (45).

(45) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

Art. 46. *Obblighi del titolare della licenza e del direttore tecnico.* – È fatto obbligo al titolare della licenza, di cui all'art. 42, e al direttore tecnico, di cui agli artt. 40 e 41, sotto la loro personale e diretta responsabilità:

a) Di impedire alle persone estranee all'utilizzazione del gas tossico di entrare nei locali sottoposti all'azione del gas stesso o di sostare nella zona dichiarata pericolosa, per tutto il tempo durante il quale vi permane il pericolo.

b) Di vigilare che nei locali adiacenti o comunque prossimi a quelli nei quali viene utilizzato il gas tossico, o per i quali non sia stata ritenuta necessaria l'evacuazione, non sorgano, durante detta utilizzazione, pericoli dipendenti dal gas tossico, e di attuare prontamente, nel caso, le misure cautelative occorrenti.

c) Di tenere debitamente custodite le sostanze occorrenti per la produzione del gas tossico, e, se si tratta di gas compressi o liquefatti o di liquidi, di tenere debitamente custoditi i relativi recipienti.

d) Di rendere innocui i residui dei prodotti impiegati per la produzione del gas tossico, prima ancora che si effettui la rioccupazione dei locali nei quali venne utilizzato il gas stesso. Resta comunque vietata l'immissione di detti residui nelle fogne domestiche e in quelle cittadine, nei cunicoli, nei corsi d'acqua, o negli specchi d'acqua, se si tratta di operazioni nell'àmbito portuale, prima che essi siano stati resi innocui.

e) Di curare che il proprio personale abilitato, adibito alla esecuzione delle operazioni inerenti all'impiego del gas tossico:

– usi nelle manipolazioni del gas tossico le cautele necessarie;
– sia diffidato: ad entrare nei locali nei quali viene utilizzato il gas tossico se non per gruppi di due persone; a tenersi costantemente munito, durante tutta l'utilizzazione del gas tossico, di apparecchio individuale, di riconosciuta efficacia e pronto per l'uso, per la protezione contro l'azione tossica del gas; a non rimanere nei locali di cui sopra, che il tempo strettamente necessario.

Spetta in modo particolare al direttore tecnico:

f) Di non consentire la rioccupazione dei locali nei quali venne utilizzato il gas tossico e degli altri per i quali fu ritenuta necessaria l'evacuazione, se non quando sia cessata ogni possibilità di danno per le persone. Il consenso deve risultare da una sua formale dichiarazione scritta, da trattenersi dall'autorità che ha rilasciato la licenza.

g) Di tenere nota, nel "foglio delle operazioni", delle varie operazioni effettuate durante l'utilizzazione del gas tossico e di restituire, ad operazioni ultimate, detto foglio all'autorità di cui alla lettera f) precedente (45).

(45) Vedi nota 42 all'epigrafe del Titolo II, capo I.

d) In aperta campagna

Art. 47. *Domanda della licenza.* – Ogni qualvolta il titolare dell'autorizzazione di cui all'art. 8 intende utilizzare in aperta campagna un gas tossico, ne fa domanda per iscritto, almeno tre giorni prima, alla competente autorità di pubblica sicurezza del circondario.
Alla domanda sono uniti, oltre alla dichiarazione di cui al primo alinea del n. 1 dell'art. 40:

1) Una dichiarazione del direttore tecnico menzionato all'art. 8 dalla quale risulti:
– che l'impiego del gas tossico viene fatto ad una distanza conveniente da fabbricati abitati o da stalle, e simili;
– che il personale addetto all'impiego del gas tossico è stato individualmente o collettivamente assicurato, tanto pel caso di morte che per il caso di invalidità temporanea o permanente avvenute per infortunio sul lavoro; ed è munito di apparecchi di riconosciuta efficacia e pronti per l'uso immediato, per la protezione individuale contro l'azione tossica del gas, nonché della cassetta contenente il materiale per l'apprestamento dei soccorsi di urgenza, approvata dal Ministero dell'interno.

Dalla stessa dichiarazione devono risultare le cautele che si propone di usare.

2) Un "*foglio delle operazioni*", in bianco.

Art. 48. *Fabbricati in aperta campagna.* – Nel caso che l'utilizzazione del gas tossico debba verificarsi in fabbricati posti in aperta campagna, adibiti ad uso di abitazione, ovvero a ricovero di animali, si osservano le norme contenute negli artt. 40, 43, 44, 45 e 46 del presente regolamento.

Art. 49. *Rilascio della licenza per utilizzare gas tossici in aperta campagna.* – L'autorità di pubblica sicurezza competente, a norma dell'art. 47, ricevuta la domanda e salvo gli eventuali accertamenti occorrenti, anche a mezzo di perito, cui ritenesse procedere, concede la licenza per l'utilizzazione del gas tossico e per gli scopi di cui è stata richiesta. Nel caso in cui la licenza sia domandata per l'utilizzazione di un gas tossico a scopo agricolo, deve dalla stessa autorità essere sentito il regio osservatorio regionale di fitopatologia o il suo delegato.

La licenza vincola colui al quale è rilasciata alla osservanza delle norme contenute nel

presente regolamento e di quelle altre maggiori che, caso per caso, l'autorità predetta ritenga prescrivere ai fini della tutela della sicurezza e incolumità pubblica.

Qualora occorrano gli accertamenti anzidetti, le spese sono a carico della parte richiedente.

Non si fa luogo a rilascio della licenza quando la competente autorità, in considerazione dell'ubicazione della località nella quale dovrebbe effettuarsi l'utilizzazione del gas tossico, o per altri motivi, a suo giudizio insindacabile, ritenga non possano essere efficacemente salvaguardata la pubblica incolumità, ovvero raggiunti gli scopi agricoli richiesti.

Art. 50. *Tempo nel quale è consentita l'utilizzazione del gas tossico.* – L'utilizzazione dei gas tossici in aperta campagna è consentita anche dal tramonto all'alba.

Art. 51. *Impiego di personale non abilitato.* – Al titolare della licenza di utilizzazione di gas tossici in aperta campagna è consentito di avvalersi di personale non abilitato, sotto l'osservanza delle condizioni contenute nell'art. 44.

Art. 52. *Obblighi del titolare della licenza.* – È fatto obbligo al titolare della licenza di cui all'articolo 49 e al direttore tecnico sotto la loro diretta responsabilità:

a) Di curare che vengano apposti ad una conveniente distanza dalla località nella quale viene utilizzato il gas tossico, ed in ogni altro punto nel quale sia richiesto dalla competente autorità, uno o più cartelli fissati saldamente, recanti, in caratteri tipografici maiuscoli dell'altezza di almeno centimetri 10, la scritta: "*È proibito l'accesso – Pericolo di morte*", accompagnata da simboli che rappresentino il pericolo di morte. Se l'utilizzazione del gas tossico viene fatta di notte tempo, le strade, i sentieri e ogni altra via di accesso saranno inoltre sbarrati con crociere in legno, in funi e simili e sarà fatto uso di segnalazioni luminose per meglio delimitare la zona pericolosa e indicare l'esistenza degli sbarramenti.

b) Di impedire alle persone estranee all'utilizzazione del gas tossico, di sostare, per tutto il tempo durante il quale permane il pericolo, nella zona dichiarata pericolosa.

c) Di vigilare che nei fabbricati prossimi alla zona dichiarata pericolosa non sorgano, durante l'utilizzazione del gas tossico, pericoli a questo inerenti e di attuare prontamente nel caso, le misure cautelative occorrenti.

d) Di tenere debitamente custoditi i recipienti nei quali sono contenuti i gas tossici sotto la forma nella quale è consentita la loro conservazione, ovvero le sostanze tossiche occorrenti per la loro produzione o sviluppo.

e) Di rendere innocui i residui dei prodotti impiegati e di non lasciare abbandonati i recipienti nei quali si contengano ancora tracce di gas, sotto la forma nella quale è consentita la loro conservazione. È comunque vietata l'immissione dei residui stessi nei pozzi, cisterne, abbeveratoi, corsi d'acqua e nelle immediate vicinanze di queste, nonché nelle concimaie.

f) Di curare che il proprio personale abilitato, adibito all'esecuzione delle operazioni inerenti all'impiego del gas tossico:

- usi nella manipolazione del gas tossico le cautele necessarie;
- sia diffidato a tenersi costantemente munito, durante tutto l'impiego del gas tossico, di apparecchio individuale, di riconosciuta efficacia e pronto per l'uso, per la protezione contro lo stesso gas tossico.

g) Di tenere nota nell'apposito "foglio delle operazioni" delle varie operazioni eseguite, consegnandolo, ad impiego ultimato, all'autorità che ha rilasciato la licenza.

e) In impianti fissi

Art. 53. *Esercizio di impianti fissi.* – Quando il gas tossico viene utilizzato negli impianti fissi indicati negli artt. 6 e 9, non viene richiesto, per ogni singola utilizzazione, il rilascio della licenza di cui all'art. 42.

Peraltro, i titolari dell'autorizzazione all'esercizio di detti impianti fissi devono dare preventiva comunicazione all'autorità circondariale di pubblica sicurezza del giorno nel quale l'impianto per il quale è stata concessa l'autorizzazione, inizia il funzionamento: dell'avvenuta comunicazione l'autorità competente rilascia ricevuta che deve essere conservata dal titolare.

È fatto, inoltre, obbligo al titolare medesimo:

a) di osservare il disposto degli artt. 44, 45 (nn. 2 e 5) e 46;

b) di non riconsegnare gli oggetti che sono stati sottoposti all'azione del gas tossico se non quando sia cessata ogni possibilità di danno per le persone;

c) di annotare, in apposito registro, le varie operazioni compiute giornalmente. Detto registro deve essere esibito ad ogni richiesta della competente autorità di pubblica sicurezza.

Capo II
Della custodia e conservazione dei gas tossici in magazzini o depositi comunque costituiti

Art. 54. *Condizioni di sicurezza per i magazzini e depositi.* – I magazzini o depositi nei quali sono custoditi e conservati a qualsiasi scopo i gas tossici indicati nel prospetto allegato al presente regolamento, devono soddisfare in ogni tempo alle condizioni che, per ciascuno di essi, sono prescritte dai relativi decreti di autorizzazione di cui agli artt. 12 e 14.

Inoltre, è fatto obbligo:

a) Agli esercenti la fabbricazione di uno o più gas tossici contemplati nell'art. 2, di far trasportare nei magazzini e depositi, al termine di ciascun giorno, i gas tossici che vengono giornalmente preparati.

b) Agli esercenti di stabilimenti industriali od officine di cui all'art. 62 di tenere nei locali di lavoro la sola quantità di gas tossici strettamente occorrente per non interrompere le lavorazioni. Al termine del lavoro giornaliero, le quantità di gas tossici che si trovano nei locali di lavoro medesimi devono essere trasportate, custodite e conservate nei magazzini o depositi annessi agli stabilimenti od officine.

c) A tutti coloro che esercitano l'industria della fabbricazione ovvero della manipolazione di gas tossici di attuare nei locali di lavoro tutti i provvedimenti necessari per la sicurezza ed incolumità degli operai.

Art. 55. *Consegna e vendita di gas tossici.* – I gas tossici risultanti dall'allegato di cui all'art. 4, e per la cui custodia e conservazione è prescritta l'autorizzazione secondo il disposto dell'art. 10, non possono essere rimessi o consegnati che: o alle pubbliche autorità; – o a persone a loro volta autorizzate a custodirli e conservarli o trasportarli – o, finalmente, a persone munite di certificato dell'autorità locale di pubblica sicurezza, che autorizza a fare l'acquisto e determina la quantità che può essere acquistata.

In questo caso, all'atto della consegna o della vendita, il fabbricante o il venditore de-

Art. 62. *Deroghe a favore degli stabilimenti industriali.* – L'utilizzazione dei gas tossici non è soggetta alle disposizioni del presente regolamento quando avvenga in stabilimenti industriali od officine a scopo di preparazione o trasformazione di altri prodotti o per altre lavorazioni o scopi.

I laboratori annessi a stabilimenti industriali od officine di riconosciuta importanza potranno essere esonerati dal Ministero dell'interno, sentito quello dell'economia nazionale, dall'obbligo di ottenere la preventiva autorizzazione, di cui all'art. 63, per studi, esperienze e dimostrazioni, nel solo caso in cui queste si compiano nella sede del laboratorio stesso, sotto la diretta responsabilità del direttore del laboratorio.

Art. 63. *Permessi a privati per studi ed esperimenti.* – È riservato al Ministero dell'interno di permettere, in singoli casi ed a scopo di studio, esperimento o dimostrazione, l'impiego di un gas tossico.

L'interessato deve all'uopo presentare al prefetto apposita e circostanziata domanda vidimata dal capo dell'amministrazione del comune nel cui territorio si intendono compiere detti studi, esperimenti o dimostrazioni.

La domanda è trasmessa al Ministero dell'interno dal prefetto competente unitamente al parere di questo.

Art. 64. *Applicazione della legge sul bollo.* – Tutte le autorizzazioni, licenze, rinnovazioni e vidimazioni ed atti, preveduti dal presente regolamento e richiesti per la sua esecuzione, devono rilasciarsi per iscritto, osservando la legge sul bollo (47).

(47) Vedi il D.P.R. 25 luglio 1953, n. 492, riportato alla voce Bollo (Imposta di).

Capo II
Disposizioni transitorie

Art. 65. *Norma relativa alle autorizzazioni.* – Coloro che alla data della pubblicazione del presente regolamento esercitano l'industria dell'utilizzazione dei gas tossici devono presentare la domanda di autorizzazione di cui all'art. 6 entro giorni trenta a partire dalla data stessa.

Per coloro che alla data della pubblicazione del presente regolamento hanno per oggetto della propria industria la custodia e conservazione, a qualsiasi scopo, di gas tossici, il termine per presentare la domanda di autorizzazione di cui all'art. 10 è di giorni novanta.

Art. 66. *Norme relative alla patente di abilitazione.* – Salvo il disposto dell'art. 61, coloro che alla dipendenza di enti diversi da quelli indicati nell'art. 28 esercitano, alla data di pubblicazione del presente regolamento, mansioni relative all'impiego di gas tossici ed intendono continuare, in detto esercizio, devono richiedere la patente di abilitazione prescritta dall'art. 26 e nei modi da questo indicati, entro giorni trenta dalla data di pubblicazione medesima.

Art. 67. *Norma relativa alla tassa di autorizzazione.* – Nella prima applicazione del presente regolamento la tassa di concessione di cui all'art. 18 è rispettivamente di lire cinquecento o di lire mille qualunque sia il numero di gas tossici per i quali viene rilasciato, dal prefetto, ovvero dal Ministero dell'interno, ai sensi degli artt. 12 e 14, il decreto di autorizzazione a custodirli in magazzini o depositi.

Capo III
Disposizioni finali

Art. 68. *Modificazioni agli elenchi.* – Alle eventuali variazioni ed aggiunte all'elenco di gas tossici, di cui agli artt. 2 e 4, nonché all'approvazione dei modelli per la patente di abilitazione di cui all'art. 26, per il certificato medico richiesto all'art. 27, per la domanda di licenza, per la licenza e per i fogli e registri delle operazioni di cui agli artt. 40, 41, 42, 47, 49 e 53, provvede con proprio decreto il Ministro per l'interno (48).

(48) Vedi nota 5 all'art. 2; vedi, anche, nota 2 all'epigrafe.

Art. 69. *Contravvenzioni.* – Le contravvenzioni alle disposizioni del presente regolamento sono punite con l'arresto fino a tre mesi o con l'ammenda da lire cinquecentomila a lire due milioni (49).

(Si omette l'allegato) (50).

(49) Così modificato dall'art. 26, D.Lgs. 19 dicembre 1994, n. 758, riportato alla voce Lavoro.
(50) Il prospetto allegato è stato sostituito dal D.M. 6 febbraio 1935, riportato al n. A/III.

INDICE

pag.

4.2.4. Autoprotettori 77
Verifica dell'apprendimento 84
4.3. Bombole in materiale composito per autoprotettori 86
4.4. Tuta antiacido e lampada portatile 88

Capitolo 5 Schede dei gas tossici 89
5.1. Acido cianidrico e cianuri 90
5.1.1. Cianuri 93
Verifica dell'apprendimento 97
5.2. Acido fluoridrico 98
Verifica dell'apprendimento 101
5.3. Ammoniaca 102
Verifica dell'apprendimento 105
5.4. Anidride solforosa 106
Verifica dell'apprendimento 109
5.5. Benzina 110
5.6. Bromuro di cianogeno 112
5.7. Bromuro di metile 113
5.8. Cloro 116
5.9. Cloropicrina 118
5.10. Cloruro di cianogeno 120
5.11. Cloruro di metile 122
5.12. Etere cianocarbonico 124
5.13. Fosfina (idrogeno fosforato) 126
5.14. Fosgene 128
Verifica dell'apprendimento 131
5.15. Isonitrili (metile-etile-fenile) 132
5.16. Mercaptani (metilmercaptano, etilmercaptano) 133
5.17. Ossido di etilene 136
Verifica dell'apprendimento 140
5.18. Piombo tetrametile e tetraetile 141
Verifica dell'apprendimento 143
5.19. Solfato di metile 144
5.20. Solfuro di carbonio 146
5.21. Solfuri organici di metile, etile, etilisopropile 149
5.22. Tetraidrotiofene 150
Verifica dell'apprendimento 153
5.23. Trifluoruro di boro 154

Capitolo 6 Profilo tecnico-giuridico relativo all'impiego dei gas tossici 157
6.1. Impiego di gas tossici 158
6.2. Sottrazione e distrazione di gas tossici 160

pag.

6.3. Revoca o sospensione della patente di abilitazione 160
6.4. Commissione provinciale tecnica permanente per i gas tossici 161

Appendice 163
Domanda di autorizzazione alla custodia e conservazione di gas tossici 163
Domanda per il rilascio e la revisione della patente 164
Attività sottoposte alla licenza del Questore 164
Domanda di licenza all'utilizzo 165
Domanda di licenza di acquisto 166
Domanda di licenza al trasporto 167
Sanzioni 168
Delega ad enti ed istituzioni pubbliche per l'esercizio delle competenze in materia di gas tossici 169
Verifica dell'apprendimento 170

Regio Decreto 9 gennaio 1927, n. 147 171
Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici 171

Bibliografia e fonti normative 197

REGIONE PIEMONTE



sicuri di essere sicuri

Numero Verde 800-580001 dal lunedi al venerdi dalle ore 10.00 alle 13.00

INIZIATIVA DI COMUNICAZIONE ISTITUZIONALE IN COLLABORAZIONE CON LA DIREZIONE SANITA' PUBBLICA

e-mail: info.sicuri@regione.piemonte.it
www.regione.piemonte.it/sanita/sicuri