



**Università
degli Studi
di Palermo**

Direzione Generale
Servizio Professionale Sistema di Sicurezza di Ateneo
Settore di Prevenzione e Protezione

PROCEDURE PER L'UTILIZZO, STOCCAGGIO E MANIPOLAZIONE IN SICUREZZA DEI GAS TECNICI



Dott. Alessandro Picciurro

Responsabile Unità Operativa - U.O. Rischi per la salute e la sicurezza nei laboratori dell'Ateneo - Valutazione e gestione del rischio biologico

Settore di Prevenzione e Protezione di Ateneo



INDICE

Premessa	pag.3
Normative vigenti in materia di gas tecnici	pag.4
Caratteristiche, classificazione, identificazione, etichettatura dei gas tecnici e loro compatibilità	
1. Le caratteristiche e/o la classificazione dei gas tecnici	pag.11
2. Identificazione del gas, l'etichettatura ADR* e la nuova colorazione delle bombole	pag.14
3. Utilizzo di gas in pressione: rischi, pericoli e compatibilità	pag.18
4. Norme generali per l'impiego delle bombole e loro manipolazione	pag.19
4.1 Controllo e prevenzione delle perdite	pag.22
4.2 Riduzione della pressione	pag.22
5. Deposito e stoccaggio delle bombole	pag.23
5.1 Aspetti costruttivi	pag.23
5.2 Depositi per scorte di magazzino	pag.23
5.3 Depositi di gas infiammabili più leggeri dell'aria	pag.23
5.4 Depositi per gas infiammabili più pesanti dell'aria	pag.24
5.5 Depositi per gas infiammabili aventi densità prossima a quella dell'aria	pag.24
5.6 Depositi per gas ossidanti (comburenti)	pag.24
5.7 Depositi per gas inerti	pag.24
5.8 Depositi per gas tossici	pag.25
5.9 Deposito di singole bombole in uso (o di pronto ricambio)	pag.26
6. Conservazione di bombole all'interno del laboratorio	pag.27
6.1 Raccomandazioni	pag.28
7. Stoccaggio delle bombole	pag.28
8. La manutenzione degli impianti	pag.29
8.1 Consigli sulla manutenzione preventiva	pag.30



PROCEDURE PER L'UTILIZZO, STOCCAGGIO E MANIPOLAZIONE IN SICUREZZA DEI GAS TECNICI

PREMESSA

L'utilizzo di gas compressi espone non solamente ai rischi legati alla pericolosità intrinseca delle sostanze in uso, ma anche a quelli legati alla considerevole quantità di energia potenziale di tipo meccanico, che deriva proprio dalla compressione dei gas.

Quando si opera con gas o vapori in pressione, una piccola perdita può causare il rilascio di ingenti quantità di prodotto che può diffondersi rapidamente nell'ambiente; se le sostanze che sfuggono sono "pericolose", possono essere facilmente superati i limiti ammissibili di concentrazione sia relativi alla tossicità che all'inflammabilità così che, in tempi molto brevi, si può determinare una situazione di rischio elevato. Anche i gas inerti, tuttavia, possono costituire fonti di pericolo.

Le apparecchiature contenenti gas in pressione, in caso di superamento dei limiti di resistenza o di danneggiamenti che possono essere dovuti a cause diverse come urti, corrosioni, difetti strutturali o anche reazioni fortemente esotermiche che portino a raggiungere temperature troppo elevate, possono esplodere con proiezione violenta di frammenti e del loro contenuto.

Nei laboratori chimici e/o di ricerca si utilizzano, spesso contemporaneamente, diversi tipi di gas che possono costituire seri rischi.

Generalmente questi gas vengono erogati da postazioni che contengono più bombole collegate agli utilizzi, attraverso impianti fissi o qualche volta da bombole posizionate direttamente in laboratorio in prossimità dell'utenza.

I gas tecnici e medicali, nonché i relativi contenitori in pressione (bombole) rappresentano fonte di pericolo per diversi aspetti, relativi a salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

I fattori di rischio, associati alla manipolazione di gas compressi, disciolti o liquefatti (pressurizzati) possono essere inizialmente identificati all'interno di due macrocategorie:

- Fattori di rischio derivanti dal recipiente in pressione
- Fattori di rischio derivanti dalle caratteristiche intrinseche del gas.

Il presente documento ha lo scopo di affrontare i principali aspetti connessi all'impiego dei gas tipicamente utilizzati nelle attività di laboratorio e di minimizzare i rischi connessi con l'uso degli stessi.

Ci si propone di fornire:

- una panoramica generale sulle caratteristiche chimico-fisiche ed applicative delle principali "famiglie" di gas;
- le informazioni principali per aiutare l'utilizzatore di gas in recipienti a pressione ad operare in condizioni di sicurezza ed in modo tecnicamente corretto.

Le procedure riportate si riferiscono a tutte quelle operazioni che con il termine generale di "manipolazione" comprendono la movimentazione, lo stoccaggio, il deposito e l'uso dei recipienti contenenti i gas compressi, liquefatti e disciolti sotto pressione.

Le procedure devono essere osservate da tutto il personale interno, sia incaricato che designato all'utilizzo delle bombole di gas in pressione.



NORMATIVE VIGENTI IN MATERIA DI GAS TECNICI

REGIO DECRETO N.147 DEL 9 GENNAIO 1927

È ancora vigente in Italia un Regolamento sull'impiego dei gas tossici, contenuto in un Regio Decreto del 1927. In esso vengono riportate le definizioni, le precauzioni nell'uso dei gas tossici nei luoghi abitati e le condizioni di sicurezza per magazzini e depositi.

Il Regio Decreto n. 147 del 9 gennaio 1927 può considerarsi, a buon diritto, la madre di tutte le normative afferenti alle sostanze pericolose.

Infatti, questo regolamento ha ispirato, nel tempo, le normative di settore ed aiutato a canalizzare l'attenzione sulla disciplina relativa alla prevenzione nell'uso di sostanze pericolose.

Un Regolamento che costituisce ancora oggi, pur con alcune modifiche, un importante strumento per autorizzare l'utilizzo, la custodia e il trasporto dei gas tossici e per conseguire la patente di abilitazione all'impiego di questi gas.

Il R.D. n. 147 del 9 gennaio 1927 recante l'«Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici», a quasi cento anni dalla sua emanazione, conserva la sua efficacia, pur con gli impliciti adeguamenti al contesto normativo attuale.

La normativa internazionale ha assunto una configurazione specifica per la disciplina delle merci pericolose, ciò nonostante, il vecchio R.D. n. 147 ha conservato la sua importanza nella vigente regolamentazione nazionale, costituendo un importante strumento autorizzativo per l'utilizzo, la custodia, la conservazione ed il trasporto dei gas tossici.

Il valore del R.D. n. 147 è quello di aver anticipato l'aspetto sistemico della gestione delle sostanze pericolose, guardando al fattore umano come volano di una struttura gestionale, facente leva sulla prevenzione e quindi sulla formazione degli operatori.

È necessario, però, tener ben presente che in questa sede la definizione di GAS TOSSICO è quella riportata all'articolo 1 del Regio Decreto:

«Agli effetti dell'art. 57 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con il regio decreto 6 novembre 1926, n. 1848, 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».

Inizialmente i gas riconosciuti tossici erano quelli elencati nella tabella di cui al R.D. 147/1927 e cioè:

- 1) Acido cianidrico
- 2) Ammoniaca
- 3) Anidride solforosa
- 4) Benzina
- 5) Cianuri alcalini (di potassio, di sodio)
- 6) Cloro
- 7) Cloropirina
- 8) Cianogeno (bromuro o cloruro di)
- 9) Etere ciano-carbonico
- 10) Fosgene
- 11) Isonitrili (tipo Fenil-isonitrile)
- 12) Solfuro di carbonio.



Il normale stato fisico di alcune delle sostanze sopraelencate non è quello gassoso, addirittura alcuni di essi (i cianuri, il bromuro di cianogeno) si presentano allo stato solido. Potrebbe apparire paradossale, quindi, il mantenimento in vigore di una norma – il R.D. n. 147 appunto, che prevede una classificazione ante litteram di talune sostanze pericolose – mentre ci si prodiga per giungere ad un'armonizzazione della classificazione delle sostanze chimiche.

Quindi è utile ribadire, ancora una volta, che la dicitura "GAS TOSSICI" di cui al R.D. n. 147/1927, si discosta dall'accezione moderna di gas tossici, di cui alla classificazione armonizzata delle sostanze chimiche.

Nella Gazzetta Ufficiale n. 65 del 18 marzo 1935 veniva pubblicato il Decreto Ministeriale 6 febbraio 1935 recante il nuovo prospetto dei gas tossici, lievitati a 14 in quanto aggiunti:

- 1) il cianuro di calcio (aggiunto al numero d'ordine n. 5 – cianuri alcalini);
- 2) l'ossido di etilene (numero d'ordine n. 12. Il solfuro di carbonio passa al numero d'ordine n. 14);
- 3) il piombo tetraetile (numero d'ordine n. 13).

Alla data attuale i gas tossici riconosciuti come tali ai sensi del R.D. n. 147/1927 sono i seguenti:

- 1) Acido cianidrico
- 2) Ammoniaca
- 3) Anidride solforosa
- 4) Benzina contenente composti organometallici
- 5) Cianuri di: potassio, sodio, calcio, bario, argento, cadmio, rame e zinco
- 6) Cloro
- 7) Cloropicrina
- 8) Cianogeno: bromuro e cloruro di
- 9) Etere ciano-carbonico
- 10) Fosgene
- 11) Isonitrili
- 12) Ossido di etilene
- 13) Piombo tetraetile
- 14) Solfuro di carbonio
- 15) Idrogeno fosforato
- 16) Bromuro di metile
- 17) Piombo tetrametile
- 18) Solfato di metile
- 19) Cloruro di metile
- 20) Acido fluoridrico
- 21) Trifluoruro di boro
- 22) Metilmercaptano
- 23) Tetraidrotiofene
- 24) Dimetilsolfuro
- 25) Etilisopropilsolfuro
- 26) Etilmercaptano
- 27) Dietilsolfuro.

Tuttavia, occuparsi oggi di gas tossici di cui al R.D. n. 147/1927 necessariamente vuol dire approcciarsi a tutte le problematiche che si interfacciano con le sostanze pericolose, indagando ad ampio raggio su aspetti diversi che fanno capo a normative con differenti campi di applicazione, accomunate da una logica di sicurezza.



UNI EN 14470-1

Parte 1: Armadi di sicurezza per liquidi infiammabili

La norma indica i requisiti prestazionali di un armadio di sicurezza antincendio per lo stoccaggio di liquidi infiammabili.

I requisiti riguardano la costruzione di un armadio antincendio e la sua capacità di resistere alle condizioni di incendio all'esterno. È fornita una classificazione degli armadi in funzione del livello di resistenza al fuoco che forniscono.

Gli armadi di sicurezza, costruiti secondo la norma UNI EN 14470-1, rispondono pienamente alla legislazione italiana offrendo la massima protezione possibile.

Questo standard europeo descrive i criteri per la costruzione e per l'omologazione degli armadi di sicurezza adatti allo stoccaggio di liquidi infiammabili, in contenitori chiusi a temperatura ambiente.

In primo luogo, la norma si concentra sulle regole più importanti in materia di sicurezza nello stoccaggio di liquidi infiammabili:

- a) riduzione al minimo del rischio d'incendio, grazie allo stoccaggio di sostanze infiammabili e protezione del materiale contenuto nell'armadio per un periodo prestabilito (tempo di resistenza al fuoco dichiarato)
- b) riduzione al minimo dei vapori emessi nell'ambiente di lavoro
- c) ritenzione di ogni eventuale perdita all'interno dell'armadio.

La prova del fuoco sugli armadi di sicurezza è un accurato test internazionale ed è utilizzato per definire quattro tipi di classificazione di resistenza: l'armadio è classificato come tipo 15, 30, 60 o 90, in funzione del tempo trascorso prima che l'aumento di temperatura all'interno superi i 180° K.

Grazie alle differenti classificazioni di resistenza al fuoco, l'utente può scegliere il livello di sicurezza in base alle proprie esigenze lavorative in linea con la legislazione italiana. Lo stoccaggio di materiali infiammabili negli armadi garantisce un tempo sufficiente di fuga per l'evacuazione del personale ed il tempo necessario per l'intervento dei vigili del fuoco o dei servizi di soccorso.

UNI EN 14470-2

Parte 2: Armadi di sicurezza per bombole di gas pressurizzato

La norma fornisce i requisiti di prestazione per gli armadi di sicurezza antincendio utilizzati per conservare bombole di gas pressurizzato.

Il D.M. del 18 settembre 2002 (§ 5.3.1), prescrive che le condutture principali dei gas combustibili, in strutture sanitarie pubbliche e private, devono essere a vista ed esterne ai fabbricati. Questo significa che lo stoccaggio non può essere eseguito all'interno di uno stabile, senza un apposito deposito con strutture resistenti al fuoco.

Lo stoccaggio di bombole di gas all'interno di uno stabile, omologati secondo la norma UNI EN 14470-2, devono soddisfare pienamente i seguenti requisiti di sicurezza:

- la temperatura interna non deve superare i 50° K dopo un tempo predefinito (di 15, 30, 60 o 90 minuti) nella camera di prova del fuoco
- gli armadi devono essere dotati da dispositivi di ventilazione per evitare che si crei un'atmosfera esplosiva
- qualora vengano installati tubi o condutture di ventilazione sul soffitto degli armadi, si devono rispettare i diametri delle forature previsti
- tutti i requisiti sono da omologare indipendentemente.

Gli armadi per bombole gas, costruiti secondo la norma UNI EN 14470-2, offrono la massima sicurezza nello stoccaggio di bombole all'interno di stabili.



Questo standard Europeo descrive la costruzione ed i criteri d'omologazione per armadi di sicurezza, adibiti allo stoccaggio di bombole per gas in contenitori chiusi, a temperatura ambiente:

- a) riduzione al minimo del rischio d'incendio grazie allo stoccaggio di bombole di gas e la protezione del materiale contenuto nell'armadio in caso d'incendio per un periodo prestabilito (e verificato da Ente Internazionale)
- b) riduzione dei gas/vapori all'interno dell'area lavorativa, che possono causare un'esplosione
- c) facilità nella manipolazione delle bombole

La prova di fuoco degli armadi di sicurezza è un obbligo ed è utilizzata per definire quattro tipi di classificazione di resistenza al fuoco : tipo G15, G30, G60 o G90, in funzione del tempo trascorso prima che l'aumento di temperatura all'interno degli armadi superi i 50° K. Grazie alle differenti classificazioni di resistenza al fuoco, l'utente può scegliere il livello di sicurezza in base alle esigenze lavorative personali e conformi alla legislazione corrente.

Come per gli armadi di contenimento liquidi infiammabili, lo stoccaggio delle bombole in armadi di sicurezza, garantisce il tempo adeguato al personale per la fuga e l'evacuazione.

UNI EN 1089-3

La norma UNI EN 1089-3 prevede un sistema di identificazione delle bombole con codici di colorazione delle ogive.

La norma è valida per le bombole di gas industriali e medicinali e non si applica alle bombole di GPL (gas di petrolio liquefatti) e agli estintori.

La codificazione dei colori riguarda solo l'ogiva delle bombole.

Il Ministero dei Trasporti e il Ministero della Sanità, ravvisando l'opportunità di uniformare le colorazioni distintive delle bombole per facilitare la circolazione delle merci nei Paesi UE, hanno disposto con decreto del 7 gennaio 1999 che:

- per le bombole nuove l'uso dei nuovi colori sia obbligatorio a partire dal 10 agosto 1999
- per le bombole già in circolazione i nuovi colori vengano adottati in occasione della prima revisione periodica e comunque entro il 30 giugno 2006.

Nel periodo transitorio, fino al 30 giugno 2006, i due sistemi di colorazione dovranno necessariamente coesistere. È facoltà degli operatori fare uso immediato dei nuovi colori.

In generale la colorazione dell'ogiva della bombola non identifica il gas, ma solo il rischio principale associato al gas:

- tossico e/o corrosivo giallo (RAL 1018)
- infiammabile rosso (RAL 3000)
- ossidante blu chiaro (RAL 5012)
- inerte verde brillante (RAL 6018)



ALTRE MISCELE E GAS CON COLORAZIONE PER GRUPPO DI PERICOLO	VECCHIA (solo per miscele)	NUOVA	RAL
Inerti	 alluminio	 verde brillante	6018
Infiammabili	 alluminio	 rosso	3000
Ossidanti	 alluminio	 blu chiaro	5012
Tossici e/o corrosivi	 giallo	 giallo	1018
Tossici e infiammabili	 giallo	 giallo + rosso	1018/3000
Tossici e ossidanti	 giallo	 giallo + blu ch.	1018/5012
Aria industriale	 bianco + nero	 verde brillante	6018

Solo per i gas più comuni, tra i quali ossigeno, azoto, biossido di carbonio (anidride carbonica) e protossido d'azoto, sono previsti colori specifici.

Nel caso in cui sia richiesta una codificazione a due colori, si raccomanda che essi vengano applicati in segmenti circolari sovrapposti. La norma, tuttavia, consente la loro disposizione anche in quadranti alternati. Per individuare il gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola. La colorazione dell'ogiva permette di riconoscere la natura del pericolo associato al gas trasportato anche quando, a causa della distanza, l'etichetta non è ancora leggibile.

La codificazione dei colori secondo la nuova norma è individuata con la lettera maiuscola "N" riportata in 2 posizioni diametralmente opposte sull'ogiva, di altezza pari a circa 7/10 dell'altezza dell'ogiva e di colore contrastante con quello dell'ogiva.

L'uso della lettera "N" non è tuttavia obbligatorio quando il colore dell'ogiva non cambia.

Corpo bombola

In generale il corpo della bombola può essere dipinto di qualunque colore che non comporti il pericolo di errore e interpretazioni del rischio associato al colore dell'ogiva.

GAS CON COLORAZIONE INDIVIDUALE		VECCHIA	NUOVA	RAL
Acetilene	C_2H_2	 arancione	 marrone ross.	3009
Ammoniaca	NH_3	 verde	 giallo*	1018
Argon	Ar	 amaranto	 verde scuro	6001
Azoto	N_2	 nero	 nero	9005
Diossido di Carbonio	CO_2	 grigio chiaro	 grigio	7037
Cloro	Cl_2	 giallo	 giallo*	1018
Elio	He	 marrone	 marrone	8008
Idrogeno	H_2	 rosso	 rosso	3000
Ossigeno	O_2	 bianco	 bianco	9010
Protossido d'Azoto	N_2O	 blu	 blu	5010

*Colorazione per tutto il gruppo gas tossici e/o corrosivi.

UNICHIM Manuale n. 192/1 – Edizione 2006

Le linee guida contenute in questo manuale si prefiggono l'obiettivo di minimizzare i rischi connessi con l'uso di gas compressi, rimarcando che la scelta prioritaria deve rimanere quella di collocare le bombole in luoghi opportunamente strutturati, dedicati a questo fine e dotati di appropriati dispositivi di sicurezza, mettendo in atto tutte le misure necessarie per prevenire possibili coinvolgimenti delle bombole stesse in eventuali incidenti.

Il manuale si sofferma inizialmente su aspetti di carattere terminologico, per poi trattare i problemi legati alla strutturazione ed alla gestione dei depositi di bombole, alle linee di distribuzione dei gas, alla conservazione all'interno del laboratorio, concludendo con gli incidenti che possono derivare dall'uso di gas compressi.

In particolare:

-nel primo paragrafo (§1) troviamo le definizioni delle varie classi di gas, la classificazione in uso per i recipienti/bombole contenenti gas compressi e le tubazioni da utilizzare in base alle classi di gas.

-nel secondo paragrafo (§2) si affronta l'argomento relativo ai depositi di bombole annessi ai laboratori, differenziandoli in: **depositi per scorte di magazzino** (depositi di gas infiammabili più leggeri dell'aria, depositi di gas infiammabili più pesanti dell'aria, depositi di gas infiammabili aventi densità prossima a quella dell'aria, depositi per gas ossidanti/comburenti, depositi per gas inerti, depositi per gas tossici) e **deposito di singole bombole in uso o di pronto ricambio**.

-nel terzo paragrafo (§3) si affronta la problematica relativa ai rischi ed alla pericolosità connessa con la gestione di una rete di distribuzione, indicando a tal fine



le linee guida per la realizzazione di tali reti (centrali di alimentazione, contatori, tubazioni, prese, sistemi di allarme e la relativa manutenzione).

-negli ultimi paragrafi (§4-§5) si affronta l'argomento relativo alla conservazione delle bombole all'interno del laboratorio ed i possibili incidenti che possono essere causati dalla fuoriuscita accidentale di gas.

UNICHIM Manuale n. 192/2 – Edizione 2000

Le linee guida contenute in questo manuale al paragrafo 5 (§5.5) si occupano dell'utilizzo dei gas in pressione.

Nello specifico si analizzano i vari tipi di gas ed i recipienti ad esso destinati, le norme utili per l'impiego delle bombole ed il controllo e la prevenzione delle perdite.

Caratteristiche, classificazione, identificazione, etichettatura dei gas tecnici e loro compatibilità

1. Le caratteristiche e la classificazione dei gas tecnici.

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

gas inerti [A]: si definisce inerte un gas o una miscela di gas non tossici, non corrosivi, non infiammabili e non ossidanti. Il rischio di asfissia è comunque sempre da prendere in considerazione. Esempio: azoto, argon, elio, anidride carbonica.

gas infiammabili [F]: si definisce infiammabile un gas o una miscela di gas che può infiammarsi in aria alla pressione atmosferica e a una temperatura di 20 °C. Esempio: idrogeno, metano, etilene, etano, ossido di carbonio, idrogeno solforato, ammoniaca.

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

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

gas tossici [T]: si definisce tossico un gas o una miscela di gas che, per inalazione, causa la morte o danni acuti o cronici (CL50 _ 5000 ppm (V/V)). Da un punto di vista normativo occorre poi ricordare che si individuano come gas tossici tutti i gas, compressi o liquefatti che sono definiti come tali dal Regio Decreto 127 del 09/01/1927, e successive modifiche ed integrazioni, e comunque dalla vigente normativa.

gas corrosivi [C]: si definisce corrosivo un gas o una miscela di gas che può danneggiare o distruggere i tessuti viventi (occhi, pelle e mucose).

Etichette di pericolo per gas compressi



GAS COMPRESSO
COMBURENTE
NON INFIAMMABILE
E NON TOSSICO



GAS INFIAMMABILE



GAS

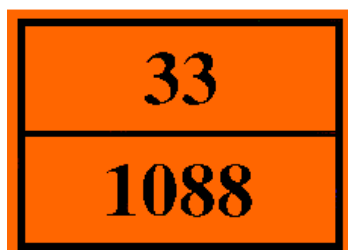


GAS CORROSIVO



GAS TOSSICO

Etichetta aggiuntiva per il trasporto di gas



PRIMO NUMERO: CODICE DI PERICOLO (DUE CIFRE, TALORA PRECEDUTE DA UNA X) CHE PERMETTE DI IDENTIFICARE IMMEDIATAMENTE LA TIPOLOGIA DEI PERICOLI RELATIVI ALLA SOSTANZA TRASPORTATA

SECONDO NUMERO: NUMERO (DENOMINATO ONU) A 4 CIFRE CHE PERMETTE DI IDENTIFICARE LA SOSTANZA TRASPORTATA

I fluidi contenuti nei recipienti denominati bombole possono essere allo stato di gas compresso (es. ossigeno), liquefatto (es. ammoniaca) o disciolto (es. acetilene).
In particolare, vengono definiti:

gas compressi: tutti i gas con temperatura critica inferiore a -10°C e trasportati allo stato gassoso sotto pressione;

gas liquefatti: tutti i gas con temperatura critica uguale o superiore a -10°C e trasportati allo stato parzialmente liquido sotto pressione;

gas disciolti: gas che in base alla loro solubilità in un liquido vengono in esso disciolti ad alta pressione (es. l'acetilene per la sua instabilità dev'essere trasportato disciolto in acetone o dimetilformammide, o l'ammoniaca in soluzione acquosa concentrata);

gas liquefatti refrigerati: tutti i gas trasportati ed immagazzinati a temperatura uguale o inferiore a quella di liquefazione alla pressione atmosferica;

gas tossici: tutti i gas compressi o liquefatti definiti come tali dal R.D. 9 gennaio 1927, n.147, e successive modifiche ad integrazioni e comunque dalla vigente normativa.

Usualmente tutti i recipienti contenenti gas compressi, liquefatti o disciolti sono denominati impropriamente bombole.

Le norme prevedono invece la seguente classificazione dei recipienti:

bidoni: sono costruiti in lamiere di acciaio unite tra loro mediante saldature per fusione ed hanno una capacità compresa tra 5 litri e 150 litri. Sono destinati a contenere i gas

compressi la cui pressione di carica riferita a 15 °C non superi i 20 kg/cm², ad eccezione del fluoruro di boro

bombole: sono costruite in acciaio (o leghe leggere) in un solo pezzo senza saldatura longitudinale ed hanno una capacità fino a 150 litri. Possono contenere gas compressi la cui pressione di carica riferita a 15 °C superi i 20 kg/cm²

piccole bombole: sono costruite con le stesse modalità delle bombole e sono idonee a contenere gli stessi gas compressi. Hanno una capacità compresa tra 3 litri e 5 litri e la lunghezza esterna non supera di otto volte il diametro esterno

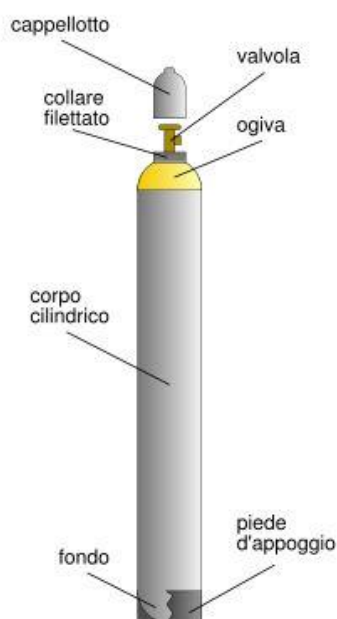
bombolette: sono costruite con le stesse modalità delle bombole e sono idonee a contenere gli stessi gas compressi, hanno una capacità inferiore a 3 litri.

Per semplicità noi ci riferiremo ai recipienti contenenti i gas come a bombole con una pressione di 150-200 atm.

Inoltre, a questa classificazione sono da aggiungere: il "**bombolone**", che ha una capacità del recipiente da 150 a 1000 litri ed il "**grande bombolone**", che ha una capacità del recipiente oltre i 1000 litri.

Le bombole normali vengono generalmente fornite con fondo bombato ad una estremità, ove è applicato il raccordo con filettatura interna per l'attacco della valvola. Di solito sono completate dalla valvola, dal cappellotto (di norma aperto) con relativo collare e dal piede di appoggio (zoccolo).

Il cappellotto, avvitato sull'ogiva, serve a proteggere la valvola da urti o da altre cause che potrebbero comprometterne l'efficienza ed è aperto per consentire lo sfogo del gas in caso di perdita della valvola; deve essere riavvitato al suo posto subito dopo l'uso della bombola; lo zoccolo, oltre a mantenere la bombola verticale in posizione stabile, ne solleva il fondo da terra proteggendo da urti, da sfregamenti e dalla corrosione in presenza di umidità.



2. Identificazione del gas, l'etichettatura ADR* e la nuova colorazione delle bombole.

Le bombole di gas devono essere messe in uso solo se il loro contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:

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

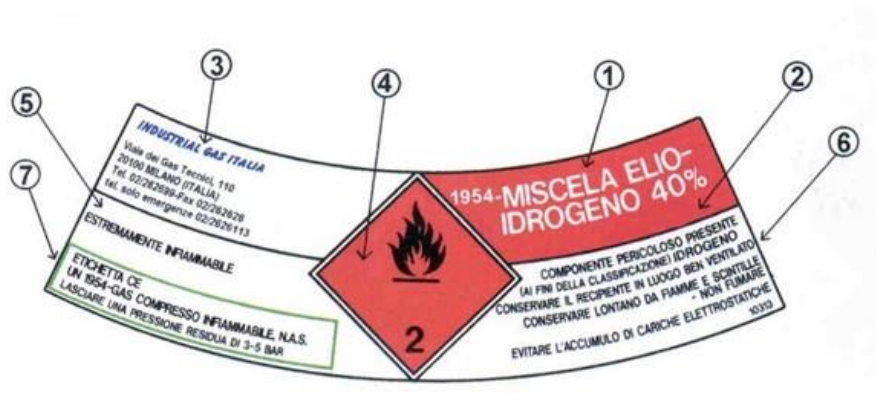
Con Decreto 7 gennaio 1999 il Ministero dei Trasporti, ravvisando l'opportunità di uniformare le colorazioni distintive delle bombole nei Paesi CE, ha disposto l'applicazione della norma UNI EN 1089-3 che prevede un sistema di identificazione delle bombole con codici di colore delle ogive diverso da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

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

Allo stesso tempo, sulle stesse è fatto anche l'obbligo dell'apposizione di una etichetta contenente tutte le informazioni di sicurezza relative al gas contenuto.

*ADR è l'acronimo del francese "Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route", in italiano "Accordo europeo relativo ai trasporti internazionali di merci pericolose su strada".

Esempio di etichetta per bombola



- 1-2 indicazione gas o composizione miscela
- 3 indicazione del fabbricante e/o distributore
- 4 simbolo di pericolo
- 5 indicazione dei rischi



6 indicazioni di utilizzo

7 numero CE per il gas o indicazione miscela di gas

La stessa normativa, che ha recepito la norma UNI EN 1089-3 prevede anche un sistema di identificazione delle bombole con codici di **colore delle ogive** diverso da quello in uso in Italia fino al 30 giugno 2006.

In generale la colorazione dell'ogiva della bombola, con le nuove regole, non identificherà più il tipo di gas contenuto, ma solo il rischio principale associato al gas. Infatti, la colorazione dell'ogiva permette adesso di riconoscere la "natura del pericolo" associato al gas trasportato, anche quando a causa della distanza l'etichetta non dovesse essere ancora leggibile.

La norma è valida per le bombole di gas industriali e medicinali e non si applica alle bombole di GPL (gas di petrolio liquefatti) ed agli estintori.

La codificazione dei colori riguarda solo l'ogiva delle bombole. In generale il corpo della bombola può essere dipinto di qualunque colore, che non comporti però il pericolo di erronee interpretazioni del rischio associato al colore dell'ogiva.

Solo per i gas più comuni, tra i quali ossigeno, azoto, biossido di carbonio (anidride carbonica) e protossido d'azoto, sono previsti colori specifici.

Nel caso in cui sia richiesta una codificazione a due colori, si raccomanda che essi vengano applicati in segmenti circolari sovrapposti.

La norma, tuttavia, consente la loro disposizione anche in quadranti alternati. Per individuare il gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola.

La codificazione dei colori secondo la nuova norma è individuata con la **lettera maiuscola "N"** riportata in 2 posizioni diametralmente opposte sull'ogiva, di altezza pari a circa 7/10 dell'altezza dell'ogiva e di colore contrastante con quello dell'ogiva. L'uso della lettera "N" non è tuttavia obbligatorio quando il colore dell'ogiva non cambia.



ALTRE MISCELE E GAS CON COLORAZIONE PER GRUPPO DI PERICOLO	VECCHIA (solo per miscele)	NUOVA
Inerti	 alluminio	 verde brillante
Infiammabili	 alluminio	 rosso
Ossidanti	 alluminio	 blu chiaro
Tossici e/o corrosivi	 giallo	 giallo
Tossici e infiammabili	 giallo	 giallo + rosso
Tossici e ossidanti	 giallo	 giallo + blu ch.
Aria industriale	 bianco + nero	 verde brillante

Colorazioni delle ogive di miscele e gas per gruppo di pericolo



GAS CON COLORAZIONE INDIVIDUALE		VECCHIA	NUOVA
Acetilene	C_2H_2	 arancione	 marrone ross.
Ammoniaca	NH_3	 verde	 giallo*
Argon	Ar	 amaranto	 verde scuro
Azoto	N_2	 nero	 nero
Diossido di Carbonio	CO_2	 grigio chiaro	 grigio
Cloro	Cl_2	 giallo	 giallo*
Elio	He	 marrone	 marrone
Idrogeno	H_2	 rosso	 rosso
Ossigeno	O_2	 bianco	 bianco
Protossido d'Azoto	N_2O	 blu	 blu

Colorazioni delle ogive di gas con colorazione individuale



3. Utilizzo di gas in pressione: rischi, pericoli e compatibilità

L'utilizzazione di gas compressi espone a numerosi **rischi** legati:

- alla pericolosità intrinseca delle sostanze in uso;
- alla loro poca stabilità (le bombole sono recipienti instabili ed in caso di caduta possono provocare danni alle persone e alle cose investite, nonché riportare danneggiamenti alla valvola: la pressione causata dalla fuoriuscita incontrollata del gas imprime un forte movimento rotatorio alla bombola)
- alla considerevole quantità di energia potenziale di tipo meccanico che deriva proprio dalla compressione del gas
- all'esposizione ad alte o basse temperature (esposizioni a temperature superiori a 50 °C possono fare esplodere le bombole per un eccessivo aumento della temperatura interna, temperature molto basse possono invece infragilire l'acciaio di cui sono costituite. Bisogna quindi porre attenzione sia all'irraggiamento solare che alla vicinanza di fonti di calore: in generale, se il contenuto è infiammabile, è necessario accertarsi che non siano presenti sorgenti d'innescio)
- al fatto che vengono utilizzati per quasi totalità all'interno dei laboratori di ricerca, ovvero in spazi confinati alle volte anche di dimensioni ridotte e/o con scarso ricambio d'aria.

I gas, a seconda delle loro caratteristiche chimiche di pericolo, possono dare origini a **pericoli** diversi come ad esempio:

- atmosfere sotto-ossigenate con pericolo di asfissia (gas inerti);
- atmosfere esplosive (gas infiammabili);
- atmosfere sovra-ossigenate (ossigeno).

Al fine di ridurre al minimo i rischi dettati dai pericoli sopra citati, tutti i lavoratori sono obbligati a consultare le "Schede di Sicurezza" dei prodotti gassosi presenti nei propri bombolai e/o gas cabinet di riferimento. Le stesse devono essere fornite dalla ditta fornitrice all'atto della prima consegna di gas tecnici.

Si ricorda di utilizzare **materiali compatibili** con l'uso dei gas, in special modo si rileva l'importanza di questa regola nei confronti di gas comburenti come l'ossigeno.

Non tutti i materiali sono compatibili con tutti i gas.

L'uso di materiali non idonei può provocare gravi conseguenze come fughe di gas, incendio, esplosione ed intossicazione.

A tale scopo, a titolo esemplificativo e non esaustivo, si riportano alcuni esempi di **incompatibilità** tra gas/materiali.

Per informazioni più dettagliate si rimanda a tabelle specifiche di compatibilità.

TIPO di GAS		MATERIALE
Ossigeno	incompatibile con	Olio – grasso
Acetilene	incompatibile con	Rame
CO2	incompatibile con	Alcuni tipi di elastomeri
Corrosivi	incompatibile con	Ottone – alluminio
Alluminio	incompatibile con	Corrosivi / O2
Ammoniaca	incompatibile con	Rame – ottone
Combustibili	incompatibile con	Comburenti



Norme generali per l'impiego delle bombole e loro manipolazione

La regola fondamentale per la sicurezza è che le bombole non entrino in laboratorio.

A questo proposito si ricorda che:

- a. Le bombole di norma, devono essere collocate all'esterno degli edifici (Manuale UNICHIM 192/1 e 192/2);
- b. Solo in casi eccezionali, "sempreché non ci sia alcuna possibilità di ricovero all'esterno, ne può essere ammessa la presenza", solo se si rispettano o possono essere soddisfatte le seguenti condizioni:
 - per periodi di tempo limitati a quella della reale utenza e comunque al termine della giornata lavorativa, salvo particolari esigenze, da valutare di volta in volta, le bombole siano ricollocate nel deposito esterno;
 - siano contenute in bombole di piccole dimensioni (10 litri massimo – D.M. 8 marzo 1985) e nel caso di gas pericolosi possano essere collocate sotto impianti di aspirazione dedicata (es. cappe chimiche);
 - i recipienti siano correttamente ancorati alla parete (struttura fissa) in prossimità della zona di lavoro;
 - sia garantita la costante presenza dell'operatore.

Per **utilizzare le bombole in sicurezza** è necessario che siano osservate numerose precauzioni elencate qui di seguito.

1. Un recipiente di gas deve essere messo in uso solo se il suo contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:
 - colorazione dell'ogiva, secondo il colore codificato dalla normativa di legge
 - nome commerciale del gas punzonato sull'ogiva a tutte lettere o abbreviato, quando esso sia molto lungo
 - scritte indelebili, etichette autoadesive, decalcomanie poste sul corpo del recipiente, oppure cartellini di identificazione attaccati alla valvola o al cappellotto di protezione
 - raccordo di uscita della valvola, in accordo alle normative di legge.
2. Seguire le indicazioni riportate nelle schede di sicurezza della sostanza che la ditta fornitrice deve rilasciare all'atto del primo acquisto; le schede di sicurezza devono essere disponibili presso il laboratorio, divulgate e studiate da parte degli utenti, in quanto forniscono indicazioni preziose in caso in caso di emergenza e sul corretto utilizzo del gas.
3. Indossare idonei dispositivi di protezione individuale in funzione del rischio specifico associato a ciascun gas e al suo stato fisico.
4. Assicurarsi, prima di utilizzare bombole poco usate o di proprietà, dell'eventuale scadenza di collaudo controllando la punzonatura sull'ogiva.
5. Prima di utilizzare una bombola è necessario assicurarla alla parete o ad un qualsiasi supporto solido, mediante catenelle o con altri arresti efficaci.

È vietato usare le bombole orizzontali o capovolte, infatti, nel caso di gas liquefatti o adsorbiti la parte liquida potrebbe venire in contatto con la parte interna della valvola e determinare fuoriuscite di grossa entità.
- Una volta assicurata la bombola si può togliere il cappellotto di protezione della valvola.
6. Le bombole non devono mai essere collocate dove potrebbero diventare parte di un circuito elettrico. Quando una bombola viene usata in collegamento con una saldatrice elettrica non deve essere messa a terra. Questa precauzione impedisce alla bombola di essere incendiata dall'arco elettrico.
7. Le bombole non devono essere mai depositate in luoghi umidi o in prossimità di aree dove vengono utilizzati agenti chimici corrosivi.



- 8.** Le bombole non devono mai essere riscaldate a temperatura superiore ai 50°C. È assolutamente vietato portare una fiamma a diretto contatto con il recipiente.
- 9.** Le bombole non devono essere raffreddate artificialmente a temperature molto basse. Molti tipi di acciaio perdono duttilità e diventano più fragili a bassa temperatura.
- 10.** L'utilizzatore non deve cancellare o rendere illeggibili le scritte, né asportare le etichette, le decalcomanie, i cartellini applicati sui recipienti dal fornitore per l'identificazione del gas contenuto.
- 11.** L'utilizzatore non deve cambiare, modificare, manomettere,appare,appare i dispositivi di sicurezza eventualmente presenti né, in caso di perdite di gas, eseguire riparazioni sui recipienti pieni e sulle valvole. Nel caso di valvole difettose o grippate, isolare il recipiente e contattare immediatamente i preposti della sicurezza.
- 12.** Utilizzare sempre i riduttori di pressione. Prima di collegarli controllare che il raccordo sia in buone condizioni e sia esente da sporcizia, olio, ecc. Non si deve mai provare se c'è pressione aprendo la bombola direttamente: se è vuota si inquina, se è piena può provocare danni.
- 13.** Non devono essere montati riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un particolare gas o gruppo di gas su bombole contenenti gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili.
- 14.** Le valvole delle bombole devono essere sempre tenute chiuse, tranne quando il recipiente è in utilizzo. L'apertura delle valvole dei recipienti a pressione deve avvenire gradualmente e lentamente. Non usare mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere valvole munite di volantino.
Per le valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione, contattare il fornitore per istruzioni.
- 15.** Prima e dopo l'uso si verifichi che il flusso sia regolato al minimo.
L'erogazione di grossi flussi di gas potrebbe provocare un brusco calo della temperatura del recipiente compromettendo la resistenza del materiale.
- 16.** Chiudere sempre le valvole dopo l'erogazione del gas (a lavori completati).
- 17.** Non effettuare mai travasi da una bombola ad un'altra.
- 18.** La tenuta del circuito deve essere controllata con acqua saponata mai con una fiamma.
- 19.** La lubrificazione delle valvole non è necessaria. È assolutamente vietato usare olio, grasso od altri lubrificanti combustibili sulle valvole dei recipienti contenenti ossigeno e altri gas ossidanti.
- 20.** Prima di restituire un recipiente vuoto, l'utilizzatore deve assicurarsi che la valvola sia ben chiusa.
- 21.** È buona norma non scaricare completamente una bombola, ma lasciare una pressione residua all'interno di essa, in modo da evitare che, cambiamenti della temperatura ambiente, provochino un ingresso d'aria all'apertura della bombola priva di riduttore in fase di ricarica.
- 22.** Tutte le bombole devono essere provviste dell'apposito cappellotto di protezione delle valvole, che deve rimanere sempre avvitato tranne quando la bombola è in uso, o di altra idonea protezione, ad esempio maniglione o cappellotto fisso.
Le bombole di gas tossici devono essere spostate non solo con il cappellotto proteggil valvola ma anche con il tappo di sicurezza.
Nessuna bombola deve essere spostata se ha il riduttore di pressione inserito.
- 23.** Le bombole devono essere maneggiate con cautela evitando gli urti violenti tra di loro o altre superfici, cadute od altre sollecitazioni meccaniche che possano comprometterne l'integrità e la resistenza. Non fare mai rotolare i recipienti al suolo.
- 24.** Le bombole non devono essere sollevate dal cappellotto, né trascinate, né fatte rotolare o scivolare sul pavimento.
- 25.** Per la movimentazione interna delle bombole devono essere utilizzati gli appositi carrelli provvisti di sistemi di fissaggio.



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

27. Le bombole non devono essere maneggiate con le mani o con guanti unti d'olio o di grasso: questa norma è particolarmente importante quando si movimentano bombole di gas ossidanti.

28. Non utilizzare le bombole per usi impropri o diversi dagli usi per cui sono state costruite.

29. Le bombole di gas fra loro incompatibili devono essere in tutti i casi tenute ben separate tra di loro.

30. È vietato riempire bombole non di proprietà; non si devono riempire comunque bombole proprie con gas diversi da quelli per cui sono state costruite e collaudate; ogni gas liquefatto è caratterizzato da un grado di riempimento che è il massimo peso di gas caricabile per litro di capacità del recipiente.

31. Indipendentemente dal gas contenuto, le bombole devono essere collocate distanti da fonti di calore. Se il contenuto presenta caratteristiche d'inflammabilità è necessario che si verifichi anche l'assenza di inneschi.

32. Se è indispensabile introdurre nei laboratori bombole di gas comunque pericolosi, si deve provvedere che siano poste sotto una cappa dedicata munita di efficace sistema di aspirazione o negli appositi armadi aspirati. In tutti i casi l'efficienza dell'aspirazione va assolutamente garantita. Il sistema in aspirazione dev'essere provvisto di dispositivi che controllino il funzionamento del ventilatore e/o pressostati differenziali che provvedano sia a segnalare la condizione anomala che ad intercettare il flusso di gas (tipicamente per mezzo di una valvola pneumatica).

33. I riduttori di pressione devono essere di tipo adatto al gas contenuto nella bombola: non si devono collegare fra loro vari "pezzi" provenienti da riduttori di tipi diversi, pur se fra loro meccanicamente compatibili.

34. Prima di aprire la valvola della bombola è necessario accertarsi che i riduttori siano regolati per la minima pressione di erogazione.

35. La valvola della bombola deve essere aperta lentamente per evitare bruschi colpi di pressione al riduttore.

36. Dopo l'uso, è importante che la valvola della bombola venga chiusa e il riduttore venga regolato sulla minima pressione di erogazione: una perdita anche molto lieve verso l'apparecchiatura di utenza, se non rilevata in tempo, può essere molto grave. La chiusura della bombola è necessaria anche per evitare la situazione opposta: nel caso la bombola sia semivuota, la sua chiusura garantisce contro la possibilità che possa entrarvi aria o umidità.

37. Non devono mai essere utilizzate bombole i cui organi di tenuta non siano perfettamente efficienti. In particolare, non devono essere mai utilizzati attrezzi con lunghi bracci di leva per forzare valvole o raccordi. In caso questi restino bloccati è necessario affidarsi ad uno specialista. La rottura della valvola di una bombola può essere pericolosissima, sia per il rischio dovuto alla dispersione nell'ambiente del contenuto, sia per la possibilità che la stessa si trasformi in un proiettile dall'effetto devastante per la violenta fuoriuscita del gas.

38. Quando si usano gas tossici o infiammabili, è opportuno che immediatamente a valle del riduttore collegato alla bombola sia installato un sistema per la limitazione del flusso. Per la stessa ragione può essere buona norma installare, sulla linea di alimentazione, una valvola di massimo flusso, così che per aumenti improvvisi di portata s'interrompa automaticamente il flusso di gas.

39. È opportuno che sulle linee di utenza siano installati indicatori di portata.



40. A valle dei riduttori, per evitare miscelazioni di gas fra loro incompatibili, vanno installate valvole di non ritorno che devono essere di tipo idoneo per i gas che si utilizzano.

41. Le bombole vanno di norma scollegate dal circuito di erogazione quando la pressione residua è ancora almeno di 2 bar. È comunque necessario controllare che la pressione delle bombole sia sempre superiore alla pressione dell'apparecchiatura cui sono collegate, per non avere pericolosi ritorni di gas.

42. Per nessun motivo si deve "provare" se ci sia un gas in una bombola aprendo direttamente la valvola all'atmosfera senza avere collegato un riduttore di pressione: in caso la bombola sia vuota c'è rischio di inquinarla con aria e umidità, se piena l'uscita violenta del gas, anche se la bombola è ben ancorata, può provocare danni. In particolare, l'idrogeno può incendiarsi con estrema facilità.

4.1 Controllo e prevenzione delle perdite

Il più diffuso problema legato all'utilizzazione del gas è l'eliminazione delle perdite. Non è possibile tollerare perdite pur minime di gas tossici o comunque pericolosi.

1. Le bombole, le linee di alimentazione, i raccordi e tutte le parti in pressione delle apparecchiature devono essere controllati regolarmente e le verifiche devono essere tanto più frequenti quanto più elevata è la pressione di esercizio e quanto più sono pericolose le sostanze in uso.

2. Il mezzo più semplice e generalmente utilizzabile per individuare perdite, è sicuramente l'utilizzazione di qualche soluzione saponosa che dia una schiuma persistente.

Sono reperibili in commercio rivelatori di fughe estremamente sensibili, da utilizzarsi nel caso di gas molto puri o particolarmente reattivi con la soluzione saponosa, in grado di segnalare anche leggerissime trafilature. Il loro limite è dato dalla possibilità di rivelare solamente gas specifici, ovviamente diversi dai componenti dell'aria.

3. Nel caso di gas aggressivi, tossici o fortemente ossidanti, è indispensabile che la prova preliminare di tenuta dell'intero sistema venga effettuata con gas inerti puri.

4. Se dovessero verificarsi perdite sulle bombole, non devono essere tentate riparazioni di fortuna: la soluzione più sicura è il ricorso al fornitore. Esistono in commercio cabine dotate di sistemi automatici di abbattimento, utili particolarmente quando si usano gas estremamente tossici.

5. È indispensabile che nel piano di emergenza sia previsto un piano di evacuazione specifico per i locali interessati all'utilizzazione di gas in pressione.

6. Per ridurre al minimo il rischio di perdite è necessario:

- che le tubazioni siano della minor lunghezza possibile
- che sia ridotto al minimo il numero dei raccordi sulle linee. La condizione ideale, che deve obbligatoriamente essere adottata per taluni gas particolarmente pericolosi, è l'utilizzazione di tubazioni continue
- che i collegamenti siano eseguiti a regola d'arte.

4.2 Riduzione della pressione

Per portare la pressione della bombola ai valori necessari per l'utenza si ricorre ai riduttori di pressione, apparecchi semplici ed affidabili. È tuttavia opportuna qualche considerazione relativamente alla sicurezza legata al loro impiego.

1. Per ottenere una migliore stabilità della pressione di utilizzo, spesso è conveniente installare due riduttori in serie sulla stessa linea o un riduttore a doppio stadio.

2. Qualora i riduttori non siano dotati di valvola di sicurezza (es.: quelli per i gas fortemente tossici) questa dev'essere prevista sulla linea di utilizzo; lo scarico della valvola dev'essere convogliato ad un apposito sistema di abbattimento.



3. Se posto all'interno di un laboratorio, anche il riduttore, come la bombola, deve essere collocato sotto aspirazione.
4. Il raccordo di collegamento alla bombola, se danneggiato, deve essere sostituito soltanto con altro del tipo prescritto per lo stesso gas. Deve essere assolutamente vietato utilizzare lo stesso gruppo di riduzione su bombole di gas diversi, sostituendone il raccordo di attacco o utilizzando raccordi di adattamento. La possibile miscelazione di gas fra loro incompatibili o l'inidoneità del gruppo di riduzione per una sostanza diversa da quella per cui è costruito, sono fattori estremamente pericolosi.
5. Per la tenuta dei raccordi non utilizzare nastature di PTFE (ad esempio teflon, fluan, algoflon, etc.) o altro materiale in sostituzione delle guarnizioni previste
6. Osservare l'assoluta pulizia (rigorosa assenza di oli o grassi) nel maneggio delle bombole di ossigeno.

5 - Deposito e stoccaggio delle bombole

5.1 - Aspetti costruttivi

I depositi possono essere ricondotti alle seguenti due tipologie:

- Deposito per scorte di magazzino.
- Deposito (presenza) di singole bombole in uso (o di pronto ricambio).

5.2 - Depositi per scorte di magazzino

Generalità

1. I depositi di bombole di gas combustibili con capacità complessiva $\geq 0,75 \text{ m}^3$ (gas compressi) o $\geq 75 \text{ kg}$ (gas liquefatti o disciolti) sono assoggettati ai controlli di Prevenzione incendi (attività 3 a/b Allegato I del D.P.R. 01 agosto 2011 n. 151).
2. Custodia e conservazione dei gas tossici in magazzini e depositi (come definiti nel R.D. 9 gennaio 1927, n. 147), modalità di utilizzo e di trasporto degli stessi, sono soggetti al Regolamento speciale contenuto nel citato decreto.
3. Per vie di uscita, porte, portoni, pavimenti e zone di pericolo, si applica quanto disposto dal D.Lgs. 81/08.

5.3 - Depositi di gas infiammabili più leggeri dell'aria

Normativa di riferimento e criteri generali

Le indicazioni circa i depositi di gas infiammabili, con densità relativa all'aria fino a 0,8, si trovano nella legislazione riguardante il gas naturale (D.M. 24 novembre 1984, Parte seconda, Sezione II).

I box devono essere dotati di dispositivi per il sostegno delle bombole, in modo da evitare possibili cadute: catenelle fissate alle pareti, telai a rastrelliera o a corrimano, che creano corridoi e ai quali si possono accostare e affrancare con catene le bombole a gruppi, ecc.

Impianti elettrici

È opportuno evitare, per quanto possibile, la presenza di dispositivi elettrici all'interno dei depositi. Tuttavia, anche in relazione alle dimensioni del locale, si rende talora necessario realizzare un impianto di illuminazione e di illuminazione di emergenza, per consentire in qualsiasi situazione l'uscita in sicurezza del personale.

In presenza di gas infiammabili, gli impianti devono essere conformi alle Norme GEI 64-2, sostituite dalle Norme GEI EN 60079-10 (31-30). In presenza di gas inerti, è sufficiente il rispetto delle Norme GEI 64-8.



Impianti di messa a terra

Sono parte integrante degli impianti elettrici di cui al punto precedente e rispondono a specifiche norme CEI.

Protezione da scariche atmosferiche

In sede di progetto deve essere valutata la necessità di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche secondo la Norma CEI 81-1 (che verrà sostituita dalla CEI EN 62305-2).

Protezione da atmosfere esplosive

I luoghi in cui sono presenti, in deposito o in uso, bombole di gas infiammabili e relative linee di distribuzione, compreso il punto di utilizzo, possono dare luogo alla formazione di miscele esplosive con l'aria, a seguito di fuoriuscite di gas. Tali luoghi sono soggetti a prescrizioni (classificazione delle aree, valutazione dei rischi, adozione di misure e prescrizioni di sicurezza, segnaletica se necessaria, ecc.).

Sistemi antincendio

I sistemi da predisporre sono indicati nel D.M. 24 novembre 1984.

Nel caso di bombole singole, è opportuno predisporre estintori portatili o carrellati.

5.4 - Depositi per gas infiammabili più pesanti dell'aria

Le indicazioni su depositi di bombole di gas di questo tipo si trovano nella Circolare del Ministero dell'Interno n. 74 del 20 settembre 1956, riguardante i recipienti portatili di GPL. Le prescrizioni contenute in questo documento sono estendibili ad altri gas (il GPL ha una densità che varia in funzione della composizione; approssimativamente la densità relativa all'aria può presentare valori minimi intorno a 1,5).

5.5 - Depositi per gas infiammabili aventi densità prossima a quella dell'aria

Per gas con queste caratteristiche, è opportuno rispettare sia la normativa predisposta per quelli con densità relativa all'aria fino a 0,8, che quella predisposta per i GPL.

5.6 - Depositi per gas ossidanti (comburenti)

I box per gas ossidanti (ossigeno, aria, protossido di azoto, ecc.) devono essere separati da

quelli di altre tipologie di gas (infiammabili, tossici).

Al loro interno non devono trovarsi sostanze combustibili, né prodotti quali ad esempio polveri metalliche (alluminio, magnesio, ecc.).

5.7 - Depositi per gas inerti

In linea di principio, le bombole di gas inerti (azoto, elio, argon, anidride carbonica, ecc.) potrebbero essere immagazzinate sia con quelle di gas infiammabili sia con quelle dei gas ossidanti.

Tuttavia, qualora le quantità previste in un magazzino siano considerevoli e tenuto conto

- dell'opportunità di realizzare box di dimensioni contenute,
 - della necessità di separare più possibile le diverse fonti di rischio,
- si raccomanda l'adozione di box separati anche per bombole di gas inerti.



Depositi per gas tossici

“Gas tossici” ai sensi del Regolamento contenuto nel R.D. 9 gennaio 1927, n. 147 Detenzione, utilizzo, manipolazione (patentino) e trasporto delle sostanze che rientrano nel “Regolamento dei gas tossici” sono soggetti ad autorizzazioni specifiche. Tale Regolamento riguarda sostanze tra cui: acido cianidrico, acido fluoridrico, ammoniaca, anidride solforosa, bromuro di metile, cloro, cloruro di cianogeno, cloruro di metile, fosgene, idrogeno fosforato, ossido di etilene, trifluoruro di boro (in condizioni normali sono allo stato gassoso e sono disponibili in bombole, eventualmente come gas liquefatti).

Devono essere tenuti registri di carico e scarico sempre aggiornati.

Le prescrizioni a cui far riferimento sono le seguenti:

1. I box per gas tossici devono essere compartimentati rispetto a quelli di altre tipologie di gas.
2. Box per gas tossici incompatibili per reattività devono essere compartimentati tra loro.
3. Gas tossici chimicamente non incompatibili possono essere depositati nello stesso box. Contrariamente agli altri gas compressi, i box devono essere realizzati in modo da assicurare il contenimento totale di eventuali fuoriuscite accidentali di prodotti allo stato gassoso o, eventualmente, liquido. Pertanto, contrariamente al caso delle altre tipologie di gas compressi, liquefatti o disciolti, i box devono essere a tenuta.
4. I box devono essere attrezzati in modo tale da consentire manovre dall'esterno per annegare le bombole in liquidi adatti a neutralizzare eventuali perdite.
5. Le porte dei box devono essere chiuse a chiave e la chiave deve essere custodita da un responsabile. Deve essere tenuto un registro di carico e scarico.
6. I box devono essere dotati di sistemi di aerazione forzata per assicurare un adeguato ricambio e la completa bonifica dell'atmosfera prima dell'accesso del personale. Sistemi di abbattimento devono essere predisposti prima dello scarico in atmosfera dell'aria aspirata.
7. È raccomandato l'uso di rivelatori degli specifici gas.
8. Devono essere predisposte procedure che prevedano eventuali sistemi di blocco temporizzati, verifiche strumentali dell'avvenuta completa bonifica del box, dispositivi di protezione individuale da usare in caso di necessità.
8. Nel caso i gas siano anche infiammabili, gli eventuali impianti elettrici devono essere conformi alle norme CEI per tali luoghi.
9. All'esterno di ogni box devono essere affissi cartelli indicanti tipo di gas contenuto, quantità massima autorizzata, nonché la segnaletica regolamentare indicante tipo di pericolo, divieti ed obblighi. Devono essere disponibili anche le norme di sicurezza per l'esercizio del deposito e le procedure da seguire in caso di emergenza.

Altri gas tossici

Gas con caratteristiche di tossicità, individuate attraverso la classificazione in conformità con la direttiva CEE 67/548 (e successivi adeguamenti), deducibili anche dalla consultazione delle schede di sicurezza aggiornate (D.M. 7 settembre 2002), devono essere separati da quelli combustibili e da quelli ossidanti.



5.9 - Deposito di singole bombole in uso (o di pronto ricambio)

Si tratta di luoghi in cui sono posizionate le bombole in corso d'utilizzo. Di frequente è presente sul posto anche una bombola di riserva, pronta per sostituirla una esaurita.

1. Si raccomanda che anche le bombole in uso siano collocate, opportunamente raggruppate, in box esterni, possibilmente isolati e preferibilmente in cemento armato.
2. Quando un laboratorio utilizza bombole singole, nella stessa zona non vi siano altri utenti e non si tratta di gas pericolosi, le bombole stesse possono essere accostate ad una parete esterna dell'edificio, purché vengano protette da urti e intemperie mediante piccoli box in materiale leggero non combustibile e tale da consentire una buona circolazione d'aria (a tenuta invece per i gas tossici).
3. Le bombole devono essere fissate a idonei sistemi di ancoraggio mediante staffe, catenelle, bracciali, in modo da evitare cadute o spostamenti accidentali.
4. Come criterio generale, a meno di situazioni particolarmente critiche che dovranno essere opportunamente valutate in accordo con gli Enti di controllo, estintori portatili o carrellati devono essere posizionati in prossimità; è opportuno che i box con più bombole vengano protetti da un idrante.
5. Particolari precauzioni vanno prese per il posizionamento delle bombole di gas tossici in uso.
6. Le bombole in uso non devono mai essere svuotate completamente, lasciando una lieve pressione residua tale da evitare che, per effetto di diverse temperature ambientali, si abbia un ingresso di aria al momento dell'apertura della bombola priva di riduttore (ad es. per la ricarica da parte del fornitore).
7. L'utilizzatore è tenuto a verificare e registrare la data di scadenza del collaudo delle bombole, in modo da restituirle in tempo utile alla ditta proprietaria per un nuovo collaudo. Questo problema si pone soprattutto nei casi in cui il consumo di tutto il gas contenuto abbia luogo in un ampio arco temporale.
8. Per alcun tipo di gas, il riempimento delle bombole non deve mai essere effettuato dall'utilizzatore, ma solo dalla ditta proprietaria delle bombole stesse.

Raccomandazioni

In generale, i depositi di recipienti di gas compressi o liquefatti non necessitano di riscaldamento, in quanto il personale non deve stazionare in detti locali, se non per il tempo strettamente necessario alle attività di movimentazione e di controllo.

Se per qualche motivo fosse indispensabile riscaldare il locale, bisogna far sì che i recipienti

non vengano a trovarsi nelle vicinanze di fonti di calore (radiatori, tubi alettati con vapore, o

altro), oppure devono essere frapposte idonee schermature contro eccessivi irraggiamenti diretti e possibili getti di fluido caldo in caso di perdite. Poiché la temperatura esterna della bombola non deve superare i 50°C, occorre mettere in atto tutti gli accorgimenti per impedire che nell'ambiente si possa raggiungere questa temperatura limite.

Le bombole non devono essere riscaldate. Se, per qualche motivo, dovesse rendersi necessaria questa operazione, bisogna assolutamente evitare qualsiasi contatto con una fiamma o col vapore diretto. Dovendo usare un bagnomaria, occorre predisporre sistemi di controllo della temperatura dell'acqua e di blocco dell'alimentazione elettrica, tali da assicurare che in nessun caso possano essere superati i 50° C. Si possono anche usare mantelli, o dispositivi analoghi, riscaldati elettricamente, che per caratteristiche costruttive non possano superare la temperatura suddetta.



Si deve evitare di raffreddare le bombole a temperature molto basse, in quanto si corre il rischio di infragilimento della struttura di acciaio.

Nei depositi, i recipienti vuoti devono essere tenuti separati da quelli pieni; appropriati cartelli, con l'indicazione "recipiente vuoto", devono essere affissi nella zona di pertinenza.

6 - Conservazione di bombole all'interno del laboratorio

Il mantenimento all'interno dei luoghi di lavoro di una bombola contenente qualsiasi tipo di gas, sia esso compresso, liquefatto o disciolto, è vietato, considerando il rischio potenziale che ciò comporta.

Questa regola generale deriva da considerazioni inerenti al contenuto delle bombole (può trattarsi di gas infiammabili e/o tossici) e le possibili conseguenze in caso di incendio, in particolare:

- una bombola, se trattata in modo non corretto durante il trasporto, può essere fonte di perdite e quindi, in un ambiente chiuso, può creare atmosfere pericolose;
- la temperatura delle bombole non deve superare 50 °C;
- una bombola contenente un "gas tossico" deve essere conservata in un apposito deposito (R.D. 9 gennaio 1927, n. 147);
- bombole contenenti acetilene ed etilene necessitano di impianti elettrici e di apparecchiature conformi alla normativa in materia per luoghi con pericolo di esplosione;
- l'erogazione di gas infiammabili deve poter essere intercettata dall'esterno del locale in caso di pericolo;
- un deposito di bombole con capacità superiore a 0,75 m³ di gas infiammabile o 75 kg di gas disciolto o liquefatto, deve essere posizionato a distanze di sicurezza dai luoghi di lavoro e necessita del certificato di prevenzione incendi.

È obbligo del datore di lavoro la valutazione del rischio generato dall'utilizzo di bombole, con l'obbligo di adozione di tutte le precauzioni necessarie ad evitare pericoli per gli operatori e per i beni propri dell'azienda e di rispetto dei requisiti di legge per quanto riguarda i depositi.

La valutazione dei rischi deve tenere conto sia di quelli dovuti alla pericolosità intrinseca del gas che di quelli generici derivanti dall'elevata energia potenziale connessa con l'elevato valore di pressione. Le raccomandazioni conseguenti devono tendere ad evitare:

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

Un primo criterio di ammissibilità della presenza di bombole nell'interno di un laboratorio è rappresentato dunque dal volume ovvero dalla massa contenuta nelle bombole stesse, in quanto maggiore è la pressione, a parità di volume, maggiore sarà il rischio. Un secondo criterio è quello dei ricambi d'aria necessari per evitare il crearsi di atmosfere pericolose, in caso di perdite non fisicamente percettibili e cioè non traumatiche.

Per entrambi i criteri, la valutazione deve essere fatta sulla base della massima quantità di gas disperdibile nell'ambiente di lavoro nell'unità di tempo.



6.1 - Raccomandazioni

- Le bombole contenenti acetilene debbono essere tenute sempre all'esterno dei laboratori;
- In sede di progettazione di nuovi laboratori, occorre prevedere opportune rastrelliere per bombole all'esterno degli stessi, dotate di protezione contro l'azione diretta di agenti atmosferici.

In funzione del tipo di attività svolta dal laboratorio, può essere opportuna l'installazione di:

- sensori con allarme e blocchi sulla condotta di alimentazione di prodotti infiammabili;
- flussometri sulle cappe in cui è conservata una bombola di gas tossico o infiammabile che, in caso di mancanza di aspirazione, intervengano su di una valvola di chiusura del flusso di gas, diano un allarme, o tolgano l'alimentazione elettrica.
- Nell'eventualità di utilizzo di armadi aspirati, questi devono essere conformi alla norma prEN 14470-2.

La quantità di bombole di gas presente in laboratorio deve essere ridotta al minimo con le precauzioni sopra previste e compatibilmente con la natura dei gas e la valutazione di rischio relativa all'ambiente lavorativo.

7 - Stoccaggio delle bombole

Lo stoccaggio dei gas compressi in bombole deve avvenire in luoghi aventi rigorosamente le seguenti caratteristiche:

- locale appositamente destinato allo scopo esclusivo di stoccaggio delle bombole e di nessun altro prodotto o materiale
- fresco, asciutto e ben aerato
- con esclusione del pericolo di incendio dall'esterno
- non sotterraneo
- chiaramente identificabile e protetto con idonea cartellonistica identificativa, di divieto identificato e segnalato con idonei cartelli (ad es. "Deposito bombole" - vietato l'accesso al personale non autorizzato) e monitoria, con segnaletica appropriata a specificare la natura del pericolo dei gas; in caso di stoccaggio di gas infiammabili deve essere prevista la cartellonistica di divieto di fumare, usare fiamme libere e produrre scintille
- nei locali di stoccaggio di bombole di gas infiammabili devono essere installati in maniera ben visibile e tenuti sempre efficienti i mezzi di estinzione appropriati.

I principali criteri da rispettare nello stoccaggio delle bombole consistono in:

- le bombole piene e quelle vuote devono essere mantenute separate fra di loro
- sulle bombole vuote deve essere apposto un cartello o un'etichetta che ne denunci lo stato
- le bombole, sia piene che vuote, devono essere conservate con il rubinetto chiuso e col cappellotto di protezione inserito
- le bombole devono essere protette contro le cadute accidentali, fissate alla parete con catene o cinghie
- tutte le bombole devono essere mantenute in posizione verticale



Il deposito bombole gas compressi è la soluzione autorizzata e certificata dal Ministero degli Interni per lo stoccaggio esterno di bombole. Il certificato n. 3804/30/91 lo rende il prodotto ideale per contenere in modo sicuro e nel rispetto delle normative le bombole di gas e gpl in ambienti interni ed esterni delle aziende. Quando si contengono gas pericolosi è fondamentale rispettare gli standard di sicurezza che richiedono di posizionare le bombole in luoghi idonei che ne impediscano urti, cadute o accessi da parte di personale non addetto.

La struttura del deposito bombole è completa di sistema di messa a terra continua per singolo pezzo (gabbia di Faraday), di foratura per il fissaggio di moduli, tettuccio modulare in ondulina di cartone catramato fissato su base in acciaio verniciato, gronda in PVC e ante con rete antintrusione e chiusura di sicurezza.

Il deposito bombole gas è fornito montato, non necessita di licenza edilizia ed è realizzato in acciaio zincato e verniciato con resina poliuretaniche autoestinguenti a garanzia di robustezza e resistenza. Questi trattamenti rendono il prodotto ideale per uso esterno ed interno in tutti gli ambienti di lavoro in cui si stoccano bombole di gas pericolosi.

Per rispondere ad esigenze sempre diverse i depositi bombole gas a norma UNI EN ISO 9001:2015 sono disponibili in differenti dimensioni, con portate da 3 a 20 bombole. Infine, per una sicurezza ulteriore, su richiesta è possibile aggiungere il pannello di protezione per il contenimento della porta in caso di esplosione.

I recipienti, come le bombole, contenenti prodotti suscettibili di reagire fra di loro dando luogo alla formazione di gas o miscele esplosive o infiammabili devono essere immagazzinati e conservati in luoghi o locali sufficientemente distanziati e adeguatamente isolati gli uni dagli altri (ad es. le bombole contenenti gas infiammabili, quali acetilene, idrogeno, ecc., devono essere separate da quelle contenenti gas comburenti, quali ossigeno, protossido, aria medica, ecc.).

Devono anche essere esposti i pittogrammi e la segnaletica di sicurezza di pertinenza (D.lgs. 81/08 titolo V), non solo all'interno ed all'esterno del deposito, ma anche in corrispondenza delle vie e zone carrabili interessate dalla movimentazione/trasporto bombole (nuovo codice della strada).

È opportuno infine esporre (mediante un cartello) le procedure di sicurezza specifiche, richiamando in ogni caso l'attenzione sull'esplicito divieto (art. 16 D.M. 12/09/25) di lubrificare con oli o grassi (è ammessa solo una miscela di glicerina e grafite) le valvole dei

recipienti destinati a contenere ossigeno o altri gas ossidanti.

8 - La manutenzione degli impianti

La manutenzione sia programmata che preventiva è il principale strumento per mantenere in condizioni di sicurezza ed efficienza tutti gli impianti di gas tecnico.

La loro mancata manutenzione può essere causa di gravi incidenti.

Si riporta di seguito l'elenco di base dei controlli periodici (ogni 3 mesi per i gas tossici, ogni 6 mesi per i gas inerti) da eseguire sui singoli impianti:

- controllare l'apertura e la chiusura di tutte le valvole dell'impianto;
- controllare l'efficienza dei riduttori di pressione;
- controllare lo zero dei manometri e la loro efficienza;
- controllare la tenuta dell'impianto;
- controllare i tubi flessibili di collegamento (serpentine) tra le linee e le bombole;
- verificare gli eventuali sistemi di allarme e di sicurezza (es. elettro-valvole);
- calibrare i rilevatori di fuga.

È importante ricordarsi di evitare sempre l'ingresso di umidità all'interno degli impianti.



Consigli sulla manutenzione preventiva

- su tutti i tipi di impianti è consigliabile nonché di buona regola sostituire annualmente le serpentine di collegamento;
- su tutti gli impianti di gas tossici e/o corrosivi è consigliabile sostituire annualmente i principali componenti quali riduttori, valvole di intercettazione, valvole pneumatiche; è consigliabile altresì la completa revisione del quadro di decompressione.