

	POLITECNICO DI TORINO	T	GUIDA- BOMBOLE
	GUIDA ALL'USO DELLE BOMBOLE PER GAS COMPRESSI, DISCIOLTI O LIQUEFATTI		vers. n° 3 del 27/11/2011
	<i>Servizio Prevenzione e Protezione</i>		

Politecnico di Torino

Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia



Guida all'uso delle bombole per gas compressi, disciolti o liquefatti

di Luigi Manna

Documento per uso interno

Versione 3 del 27-11-2011

Sommario

1 Scopo	2
2 Recipienti in pressione	2
2.1 Collaudo e Revisione.....	3
2.2 Punzonatura, etichettatura e colore	3
2.2.1 Punzonatura.....	4
2.2.2 Etichettatura.....	4
2.2.3 Codice colore delle ogive	6
3 Riduttori di pressione	6
4 Pericoli dovuti alle bombole.....	7
5 Depositi e armadi per bombole	8
6 Movimentazione delle bombole.....	9
7 Collocazione delle bombole	10
8 Precauzioni nell'impiego	10
8.1 Limiti sulla temperatura della bombola.....	11
8.2 Verifica del contenuto	11
8.3 Collegamento del riduttore di pressione.....	11
8.4 Apertura della valvola e controllo dell'erogazione	12
8.5 Bombole esaurite.....	12

1 Scopo

La presente guida fornisce delle indicazioni di carattere generale su come operare con delle bombole di gas sotto pressione. Essa è indirizzata a tutto il personale che opera nei laboratori del dipartimento (studenti, assegnisti, dottorandi, tecnici e docenti).

2 Recipienti in pressione

Una prima distinzione esistente tra i recipienti in pressione si basa sullo stato fisico del fluido contenuto; infatti, il gas può, per effetto dell'alta pressione, essere liquefatto (es. anidride carbonica) oppure disciolto in un solvente (es. acetilene in acetone); si parla, pertanto, di recipienti in pressione contenenti “gas compressi” se la temperatura critica del gas contenuto è inferiore a -10°C , “gas liquefatti” se la temperatura critica del fluido è maggiore o uguale a -10°C e “gas disciolti” se il gas è solubilizzato in un solvente. E' bene notare che i gas liquefatti vanno distinti dai “gas liquefatti refrigerati”, cioè quelli liquidi a temperature criogeniche (es. azoto liquido), i quali richiedono recipienti particolari.

La normativa vigente classifica i recipienti contenenti gas compressi, liquefatti o disciolti sulla base della loro capacità, espressa in litri, e su come sono stati costruiti, cioè se il recipiente è costituito da un solo pezzo oppure se presenta delle saldature. Si intende, infatti, per bombola un recipiente trasportabile destinato a contenere fluidi in pressione costruito in acciaio (o in lega leggera) e costituito da un solo pezzo avente una capacità compresa tra i 5 e 150 litri, mentre in presenza di saldature, si utilizza il termine “bidone”. Se la capacità del recipiente è compresa tra 3 e 5 litri, si adotta il termine “piccola bombola”, che diventa “piccolo bidone” in presenza di saldature. Quando la capacità è inferiore a 3 litri si usa il termine “bomboletta” oppure, nel caso in cui il recipiente abbia delle saldature, “bottiglia”.

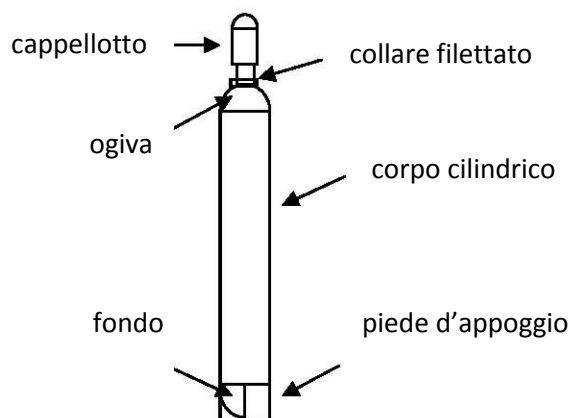
Nella presente guida, si utilizzerà il termine “bombola” in senso generale includendo tutti i recipienti contenenti gas compressi, liquefatti o disciolti di capacità compresa tra 3 e 150 litri indipendentemente dalla presenza o meno di saldature: sono pertanto escluse solo le bombolette e le bottiglie.

Una bombola è normalmente costituita da:

- un'ogiva (parte superiore rastremata);
- una valvola posta sopra l'ogiva;
- un collare filettato (sull'ogiva);
- un cappellotto di protezione avvitabile sul collare filettato;
- un corpo cilindrico;
- un fondo;
- un piede d'appoggio o zoccolo (che circonda il fondo).

La valvola della bombola è il componente più delicato e vulnerabile agli urti; di norma questa valvola è a volantino per evitare una sua rapida apertura. Quando la bombola non è in uso e, in particolare, durante la sua movimentazione, la valvola è protetta da urti o ribaltamenti dalla presenza di un cappellotto avvitato sul collare filettato. In alcuni casi, per gas particolarmente

pericolosi, il cappello è fisso, ma di norma è rimovibile. Se il cappello è del tipo fisso, non si deve mai assolutamente tentare di rimuoverlo con la forza; nel caso in cui sia rimovibile, questo deve sempre rimanere avvitato al collare filettato quando il recipiente non è in uso, cioè non collegato alla linea di distribuzione del gas. Il cappello ha delle aperture, fori di aerazione, che hanno lo scopo di consentire una via di sfogo del flusso gassoso in caso di fughe di gas provenienti dalla valvola. Lo zoccolo, o piede d'appoggio, consente di mantenere la bombola stabile in posizione verticale; inoltre, sollevandone il fondo bombato da terra lo protegge da urti, sfregamenti e, in presenza di umidità, da fenomeni di corrosione.



2.1 Collaudo e Revisione

Le bombole, prima del loro impiego, sono sottoposte ad un collaudo; successivamente sono periodicamente revisionate. La durata della revisione dipende dalla pericolosità del gas contenuto; generalmente è di dieci anni ma, ad esempio, nel caso dell'idrogeno e del monossido di carbonio la durata è di cinque anni. Il certificato di revisione della bombola è conservato dal proprietario (ditta fornitrice), l'utilizzatore non è tenuto ad averlo nemmeno in copia; tuttavia, la data dell'ultima revisione e quella di scadenza sono, comunque, disponibili all'utilizzatore in quanto riportate tramite punzonatura sull'ogiva della bombola. E' bene tenere presente che, nonostante la revisione sia carico del proprietario, l'utente ha il dovere di consegnare alla ditta fornitrice le bombole con revisione in scadenza; egli è infatti legalmente responsabile delle conseguenze che possono derivare dall'uso e dallo stoccaggio di bombole prive di revisione valida.

2.2 Punzonatura, etichettatura e colore

Informazioni sulla bombola e sul suo contenuto sono riportate sull'ogiva mediante l'applicazione di una marchiatura permanente (punzonatura), l'apposizione di un'etichetta e una sua colorazione dipendente dal tipo di gas contenuto.

2.2.1 Punzonatura

La normativa vigente prevede che una serie di dati siano indicati tramite punzonatura impressa sull'ogiva della bombola. In questo contesto, le norme con il termine punzonatura intendono una qualsiasi marchiatura permanente applicata alle bombole mediante stampaggio con metallo duro, incisione, fusione o altri metodi simili. I dati obbligatori, che cambiano a seconda che il fluido sia compresso, liquefatto o disciolto, sono tutti applicati su un solo lato dell'ogiva, detto lato anteriore; altri dati aggiuntivi possono essere riportati sul lato posteriore dell'ogiva. I dati più importanti sono il nome commerciale, il timbro dell'ente di collaudo con la data di collaudo (mese/anno) e gli eventuali ulteriori timbri dell'ente di collaudo con le corrispondenti date di revisione.

2.2.2 Etichettatura

Una bombola è provvista di un'etichetta in cui figurano: il nome, l'indirizzo e il numero di telefono del fornitore; degli identificatori del prodotto (nome commerciale, numero ONU, numero CAS etc.); dei pittogrammi di pericolo; delle avvertenze (una delle seguenti parole a seconda della gravità del pericolo: attenzione, pericolo); indicazioni di pericolo (frasi standard che descrivono la natura del pericolo); dei consigli di prudenza (frasi standard che descrivono le misure raccomandate di prevenzione, reazione e conservazione); un'eventuale sezione per informazioni supplementari.

Poiché la bombola svolge il duplice ruolo di imballaggio per il trasporto (soggetto alle norme per il trasporto di merci pericolose) e di recipiente per l'uso (soggetto alle norme per l'uso di prodotti pericolosi), la sua etichettatura si differenzia da quella che comunemente si riscontra nei contenitori di prodotti chimici presenti in laboratorio. In particolare, per quanto riguarda i pittogrammi, quelli previsti per il trasporto sono integrati con quelli richiesti dalla normativa riguardante l'uso.

Le norme riguardanti l'imballaggio per il trasporto di gas sotto pressione richiedono la segnalazione di eventuali pericoli mediante i seguenti pittogrammi:



N° 2.2



N° 2.1



N° 2.3



N° 5.1



N° 8



Ambiente

N° 2.2: Gas non infiammabile e non tossico

N°2.1: Gas infiammabile

N°2.3: Gas tossico

N°5.1: Materiale comburente, completa l'etichetta 2.2 o 2.3 per i gas comburenti

N° 8: Materiale corrosivo, completa l'etichetta 2.3 per i gas tossici e/o corrosivi

Ambiente: Materiale pericoloso per l'ambiente acquatico

La presenza di pericoli non contemplati dalle norme per il trasporto di merci pericolose, ma previsti dal regolamento UE1272/2008 (regolamento CLP) richiede l'aggiunta, quando necessario, dei seguenti pittogrammi:



GHS04



GHS08



GHS07

GHS04: Gas sotto pressione, in assenza dell'etichetta 2.2

GHS08: Gas pericoloso per la salute : sensibilizzazione delle vie respiratorie, mutagenicità o cancerogenicità o tossicità per la riproduzione o tossicità specifica per certi organi bersaglio

GHS07: Gas a tossicità acuta di categoria 4 o fonte di irritazioni cutanee, oculari, o sensibilizzazione cutanea o tossico per certi organi bersaglio o irritante per le vie respiratorie o a effetto narcotico

Esempio di etichetta

Società xxx - Via xxx – tel. xxx

UN 1049 IDROGENO COMPRESSO

PERICOLO

Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.

Gas altamente infiammabile.

PREVENZIONE

Tenere lontano da fonti di calore/scintille/fiamme libere/superfici riscaldate. – Non fumare.



N° CE: 215-605-7

REAZIONE

In caso d'incendio dovuto a perdita di gas, non estinguere a

meno che non sia possibile bloccare la perdita senza pericolo.

Eliminare ogni fonte d'accensione se non c'è pericolo.

CONSERVAZIONE

Conservare in luogo ben ventilato.

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Chiudere la valvola dopo l'uso.

2.2.3 Codice colore delle ogive

L'ogiva di una bombola è dipinta con uno o due colori (strisce orizzontali) che indicano i pericoli principali associabili al gas contenuto. Esistono tuttavia delle eccezioni riguardanti i gas e le miscele gassose di uso più comune, per le quali è stata definita una particolare colorazione. La codifica dei colori riguarda solo l'ogiva delle bombole; il corpo della bombola può, in generale, essere dipinto di un qualsiasi colore purché questo non comporti il pericolo di erranee interpretazioni.

La codificazione attualmente in vigore è riportata nella tabella seguente.

Tabella 2.1 – Codice colore delle ogive

Tipo di gas	Colore dell'ogiva	Codice RAL
Tossico e/o corrosivo	Giallo	RAL 1018
Inflammabile	Rosso	RAL 3000
Ossidante	Blu chiaro	RAL 5012
Inerte	Verde brillante	RAL 6018
Gas specifici:		
Acetilene	Marrone rossiccio	RAL 3009
Ossigeno	Bianco	RAL 9010
Protossido d'azoto	Blu	RAL 5010
Gas inerti per uso medicale:		
Argon	Verde scuro	RAL 6001
Azoto	Nero	RAL 9005
Anidride carbonica	Grigio	RAL 7037
Elio	Marrone	RAL 8008
Miscele per uso medicale e respiratorio		
Aria o aria sintetica	Bianco e nero	
Elio/ossigeno	Bianco e Marrone	
Ossigeno/anidride carbonica	Bianco e grigio	
Ossigeno/protossido d'azoto	Bianco e blu	

3 Riduttori di pressione

Un riduttore di pressione è un dispositivo che serve a ridurre la pressione di un gas e a regolare la sua erogazione. Esso è uno strumento di precisione e come tale deve essere trattato; è necessario proteggerlo da urti accidentali e dal contatto con la polvere, olio ed altre impurità; non è mai da utilizzare in caso di malfunzionamento.

Un tipico riduttore per bombole è composto da un raccordo di entrata, da un corpo centrale e da una raccordo di uscita. Il raccordo d'entrata è collegabile direttamente alla valvola della bombola (il tipo di raccordo dipende dal tipo di gas). Il corpo centrale ha connessi due manometri, uno indica la pressione nella bombola e l'altro quella a valle del riduttore, e un volantino che consente di regolare la pressione di uscita e di conseguenza l'erogazione del gas. Il raccordo di uscita è infine collegato ad una valvola a spillo e quindi a una tubazione per la distribuzione del gas.

4 Pericoli dovuti alle bombole

La principale causa di pericolo che accomuna tutte le bombole è l'elevata energia di compressione del gas contenuto che se liberata a causa di urti, cadute, o al cedimento del materiale del contenitore può provocare danni a cose o persone. Le bombole sono pertanto costruite in modo da essere molto robuste; come conseguenza si ha però che il loro peso è spesso elevato, per cui anche se il contenitore resiste all'urto, sussiste comunque il pericolo che un operatore investito da una bombola possa riportare dei danni rilevanti. Ulteriori fonti di pericolo sono dovute alle proprietà intrinseche del gas contenuto; infatti, in caso di rilascio accidentale, il gas può generare atmosfere infiammabili, esplosive, tossiche o asfissianti.

Urti e cadute devono essere assolutamente evitati. Le bombole devono essere sempre ancorate stabilmente sia durante il trasporto (eseguito su appositi carrelli dotati di catena), sia nei depositi d'uso o di stoccaggio; poiché il punto più vulnerabile di una bombola è la sua valvola, questa deve essere sempre protetta da un cappellotto avvitato al collare filettato dell'ogiva quando non è connessa a una linea di distribuzione del gas. Durante la movimentazione di una bombola, gli operatori devono indossare guanti e scarpe antinfortunistiche; i guanti forniscono una buona presa sulle bombole e impediscono di lasciare tracce di grasso (si intende quello naturalmente presente sulla pelle) che diventano particolarmente pericolose nel caso di gas ossidanti; le scarpe antinfortunistiche riducono la possibilità degli operatori di scivolare e proteggono le punte dei piedi da un eventuale schiacciamento che, nel caso di bombole pesanti, può avere conseguenze permanenti.

Oltre a urti o cadute, possibili danni alle bombole possono essere provocati dalla corrosione e dalla esposizione ad alte o basse temperature. Per evitare fenomeni corrosivi, è bene collocare le bombole in luoghi ventilati e non umidi. Riguardo all'effetto della temperatura, una bombola è di norma progettata per operare a una temperatura massima di 50°C e, nel caso in cui sia costituita di acciaio, a una temperatura minima di -20°C (temperature più basse richiedono l'impiego di apposite leghe). Si ha quindi che temperature elevate possono causare problemi di tenuta (connessione valvola ogiva) e, in casi estremi, il cedimento del recipiente. Gli incendi, in particolare, possono provocare per surriscaldamento l'esplosione di una bombola; questo evento è particolarmente temuto da parte

dei vigili del fuoco. Le bombole possono essere protette dal surriscaldamento dovuto ad un incendio collocandole in appositi armadi coibentati. In generale, le bombole devono essere protette dall'irraggiamento solare e da altre fonti di calore quali radiatori (termosifoni), forni etc. Riguardo alle basse temperature, queste provocano un infragilimento del recipiente che ne facilita la rottura. In particolare, nel caso di gas liquefatti, è bene tenere presente che se una bombola alimenta una linea di distribuzione con portate molto alte si possono raggiungere basse temperature per effetto del raffreddamento indotto dall'evaporazione del fluido.

Il pericolo dovuto a fughe accidentali di gas rende preferibile collocare le bombole in luoghi ventilati (depositi esterni o armadi ventilati); l'impiego di sistemi di rivelazione di gas dotati di un allarme segnala le situazioni di emergenza.

5 Depositi e armadi per bombole

La collocazione ideale per una bombola è in un deposito esterno asciutto, ben ventilato e fresco (protetto dalle radiazioni solari o altre fonti di calore). Per alcuni tipi di bombole, questa è la sola collocazione ammessa: le bombole di gas tossici e quelle di gas esplosivi (acetilene) non devono essere assolutamente presenti in laboratori o altri luoghi chiusi. Le altre bombole possono essere collocate sia in depositi all'aperto sia in laboratori; tuttavia, quelle collocabili all'interno dei laboratori devono comunque rispettare una serie di restrizioni; in particolare, le bombole di aria e gas inerti devono essere ancorate ad una parete o ad un altro supporto stabile; quelle di gas infiammabili, comburenti e nocivi devono essere poste in armadi per bombole tipo G90 conformi alla norma europea EN 14470-2. Gas infiammabili, comburenti, tossici e nocivi richiedono che nel laboratorio sia presente un sistema di rilevazione dotato di specifici sensori, nel caso di gas inerti sono richiesti sensori di ossigeno in caso di pericolo di sotto-ossigenazione.

Il **Responsabile del Laboratorio** in accordo con i **Responsabili delle Attività Didattiche e di Ricerca** che usufruiscono dei gas, stabilisce la quantità e il tipo di bombole che sono ammesse nel laboratorio e nei depositi esterni. I gas ammessi devono essere segnalati sia agli ingressi dei laboratori, sia a quelli dei depositi.

In generale, devono essere rispettati i seguenti criteri:

- In tutti i laboratori, armadi e depositi, le bombole devono essere sempre **stabilmente ancorate in posizione verticale e protette dall'irraggiamento solare o da altre fonti di calore**.
- Le bombole non devono mai essere collocate in ambienti (laboratori, armadi, depositi) che le esporrebbero ad **un'umidità eccessiva o ad agenti chimici corrosivi**. La ruggine danneggia il mantello del recipiente e provoca il blocco del cappellotto.
- Bombole contenenti **gas tra loro incompatibili** devono essere sempre collocate in armadi distinti o in depositi differenti o, nel caso di un medesimo deposito, in compartimenti separati in modo da evitare reazioni pericolose quali esplosioni o incendi (ad esempio, vanno separati ossigeno-idrogeno, ossigeno-ammoniaca, cloro-idrogeno). In particolare, i gas infiammabili (idrogeno, metano, etc.) vanno quindi tenuti separati dai gas comburenti (ossigeno, protossido, etc.) e ancora, l'ammoniaca va separata da gas acidi (cloruro d'idrogeno, etc.).
- Le bombole contenenti **gas esplosivi**, ad esempio quelle di acetilene, non possono essere collocate nei laboratori, esse devono essere necessariamente collocate in appositi depositi

esterni. Il laboratorio servito deve avere un sistema di rivelazione di fuga del gas dotato di allarme ottico-acustico e intercettazione automatica del flusso in caso di emergenza. L'intercettazione deve essere esterna all'edificio.

- Le bombole contenenti **gas infiammabili** possono essere collocate in un deposito esterno o in un laboratorio; in questo ultimo caso devono essere collocate all'interno di un armadio per bombole ventilato con 10 ricambi/ora. L'interno dell'armadio e il sistema di aspirazione deve soddisfare la normativa per le atmosfere esplosive (ATEX). Nel laboratorio deve essere presente un sistema di rivelazione del gas con allarme ottico-acustico e intercettazione automatica del flusso in caso di emergenza. La valvola di intercettazione deve essere posta all'interno dell'armadio oppure esternamente all'edificio nel caso in cui si usi un deposito collocato all'aperto.
- Le bombole contenenti **gas comburenti** possono essere collocate in un deposito esterno o in un laboratorio; in questo ultimo caso devono essere collocate all'interno di un armadio per bombole ventilato con 10 ricambi/ora. Nel laboratorio deve essere presente un sistema di rivelazione del gas con allarme ottico-acustico e intercettazione automatica del flusso in caso di emergenza. La valvola di intercettazione deve essere posta all'interno dell'armadio oppure esternamente all'edificio nel caso in cui si usi un deposito collocato all'aperto.
- Le bombole contenenti **gas tossici**, ad esempio quelle di monossido di carbonio, non possono essere collocate nei laboratori; esse devono essere necessariamente collocate in appositi depositi esterni. Il laboratorio servito deve avere un sistema di rivelazione di fuga del gas dotato di allarme ottico-acustico e intercettazione automatica del flusso in caso di emergenza. L'intercettazione deve essere esterna all'edificio.
- Le bombole contenenti **gas nocivi** possono essere collocate in un deposito esterno o in un laboratorio; in questo ultimo caso devono essere collocate all'interno di un armadio per bombole ventilato con 120 ricambi/ora. Nel laboratorio deve essere presente un sistema di rivelazione del gas con allarme ottico-acustico. La valvola di intercettazione, che può essere manuale, deve essere posta all'interno dell'armadio oppure esternamente all'edificio nel caso in cui si usi un deposito collocato all'aperto.
- Le bombole contenenti **gas inerti** possono essere collocate in un deposito esterno oppure in un laboratorio ancorate a una parete o ad un altro supporto stabile. Se il gas è anidride carbonica, il laboratorio deve avere un sistema di rivelazione allarme ottico-acustico con sensori per questo specifico gas. Per gli altri gas inerti, è necessario un sistema di rivelazione dell'ossigeno dotato di allarme ottico-acustico solo nel caso in cui sussista il pericolo di asfissia. L'intercettazione di emergenza può essere manuale. Se il deposito è all'aperto, la valvola di intercettazione deve essere esterna all'edificio.
- Le bombole contenenti **aria** possono essere collocate in un deposito esterno oppure in un laboratorio ancorate a una parete o ad un altro supporto stabile.

6 Movimentazione delle bombole

Durante lo spostamento delle bombole, devono essere adottate le seguenti precauzioni:

- **Usare guanti.** L'operatore deve indossare dei guanti durante le operazioni di movimentazione. Le bombole **non devono essere maneggiate con le mani o con guanti untati d'olio o di grasso:**

questa norma è particolarmente importante quando si movimentano recipienti di **gas comburenti** (es. ossigeno o di protossido d'azoto).

- **Usare scarpe** antinfortunistiche per proteggersi i piedi..
- **Usare il carrello.** La movimentazione deve avvenire anche per brevi distanze esclusivamente tramite un idoneo carrello che consenta di disporre la bombola verticalmente, assicurandola saldamente, di solito per mezzo di una catena, per evitare cadute e rovesciamenti.
- **Avvitare sempre il cappellotto di protezione.** Il cappellotto ha lo scopo di proteggere la valvola di erogazione della bombola da urti meccanici pertanto è bene assicurarsi che le bombole siano munite di cappellotto prima di movimentarle.
- **Evitare urti e cadute.** Le bombole devono essere maneggiate con cautela evitando urti violenti, cadute o sollecitazioni meccaniche che possano comprometterne l'integrità e la resistenza.
- **Non sollevare le bombole dal cappellotto.** Le bombole non devono essere sollevate dal cappellotto, né trascinate, né fatte rotolare o scivolare sul pavimento.
- **Non lasciare le bombole** vicino a montacarichi, o in luoghi dove oggetti pesanti in movimento possano urtarle e provocarne la caduta.

7 Collocazione delle bombole

- **Collocare le bombole solo nei laboratori, armadi e depositi dove sono ammesse:** rispettare la segnaletica e le restrizioni sul numero e sul tipo di gas. In caso di dubbi, rivolgersi al **Responsabile del Laboratorio** o al **Responsabile delle Attività Didattiche e di Ricerca**.
- Le sole bombole ammesse nei laboratori sono quelle **in uso** (cioè collegate alla rete di distribuzione), e quelle di **pronta sostituzione** (bombole di riserva per una rapidamente disponibili per sostituire quelle in uso). Per ogni bombola in uso è consentita una sola bombola di riserva; **non sono ammesse altre bombole in deposito nei laboratori**.
- Le bombole devono essere sempre **assicurate mediante catena** o ad un altro solido sostegno. **Soltanto dopo averle assicurate è possibile togliere il cappellotto di protezione.**
- Le bombole devono sempre essere disposte **diritte (ogiva in alto) in posizione verticale**. E' vietato usare le bombole in posizione orizzontale o capovolte. Infatti, nel caso di gas liquefatti o adsorbiti (es. acetilene) la parte liquida potrebbe venire a contatto con la parte interna della valvola e determinare fuoriuscite di grossa entità.
- Le bombole vanno collocate in modo che siano **protette da un qualsiasi oggetto che possa provocarle tagli od altre abrasioni** sulla superficie del metallo.
- Le bombole devono essere collocate in modo da non poter mai diventare **parte di un circuito elettrico**.

8 Precauzioni nell'impiego

- Leggere attentamente la **scheda dei dati di sicurezza** del gas che si intende utilizzare.
- Conoscere le procedure operative e di emergenza predisposte dal **Responsabile del Laboratorio** in accordo con i **Responsabili delle Attività Didattiche e di Ricerca**.
- Dotarsi dei **Dispositivi di Protezione Individuale** richiesti come riportato nella scheda dei dati di sicurezza (es. rivelatori di gas individuali, maschere antigas, etc.).

- Verificare che l'impiego del gas sia consentito nel laboratorio in cui si intende operare; in particolare, **verificare la presenza dei sistemi rivelazione del gas richiesti**.
- Verificare la data di scadenza della bombola. Non usare mai **bombole con periodo di revisione scaduto**.
- **Usare le bombole esclusivamente per contenere il gas per il quale sono state costruite e collaudate**; non usare la bombola in modo in proprio (ad esempio, come rullo, incudine o sostegno) ed evitare di effettuare travasi da una bombola all'altra.
- **Non lubrificare mai le valvole delle bombole**, questa operazione non è necessaria può essere pericolosa. **È assolutamente vietato usare olio, grasso od altri lubrificanti combustibili** sulle valvole di bombole contenenti ossigeno e altri gas comburenti.

8.1 Limiti sulla temperatura della bombola

- **Le bombole non possono essere riscaldate a temperature superiori ai 50°C.**
- **Le bombole non devono essere raffreddate a temperature molto basse.** Molti tipi di acciaio perdono duttilità e infragiliscono a bassa temperatura. Il limite di temperatura per le bombole d'acciaio è di -20°C.
- Nel caso di elevati flussi da bombole con **gas liquefatti** considerare che si potrebbe avere un **brusco calo della temperatura della bombola** che può compromettere la resistenza del materiale.

8.2 Verifica del contenuto

Prima di aprire la valvola di erogazione, accertarsi del gas contenuto. Il gas è identificabile dall'etichetta della bombola e dal nome commerciale punzonato sull'ogiva. Informazioni sul tipo di gas sono fornite anche dalla colorazione dell'ogiva e dal tipo di raccordo della valvola a volantino della bombola. 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.

8.3 Collegamento del riduttore di pressione

- **Utilizzare sempre dei riduttori di pressione.** Mai verificare se c'è pressione aprendo direttamente la valvola di una bombola: se è vuota la si inquina, se è piena si possono provocare gravi danni.
- Accertarsi che i riduttori siano a norma e tarati per **sopportare una pressione maggiore del 20% rispetto alla pressione massima della bombola** (tale informazione è punzonata sull'ogiva).
- Prima di collegare un riduttore, **controllare che il raccordo sia in buone condizioni** e sia esente da sporcizia, olio etc.
- Non montare riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un particolare gas o gruppo di gas **su recipienti contenenti gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili**.
- Prima e dopo l'uso verificare che il **riduttore sia regolato per il minimo flusso**.
- Se è possibile un **riflusso di gas** all'interno della bombola (es. per flussi a bassa pressione) è necessario montare una **valvola antiritorno sulla linea**.

- **E' vietata qualsiasi azione meccanica o modifica ai riduttori.**
- **Non cambiare, modificare, manomettere, tappare i dispositivi di sicurezza eventualmente presenti** e in caso di perdite di gas non deve eseguire riparazioni sui recipienti pieni e sulle valvole.
- **Nessuna parte del riduttore o della valvola della bombola deve essere lubrificata.** I lubrificanti a contatto con gas comburenti quali l'ossigeno o il protossido d'azoto possono dar luogo a combustioni o esplosioni.

8.4 Apertura della valvola e controllo dell'erogazione

- L'apertura della valvola di una bombola è consentita **solo dopo il suo ancoraggio** e in presenza di un **riduttore di pressione**.
- La **valvola della bombola deve essere aperta gradualmente e lentamente** rimanendo per quanto possibile a debita distanza da essa. L'apertura troppo rapida della valvola può causare un brusco aumento della temperatura all'interno del riduttore con il conseguente **danno alle parti interne** e, nel caso di ossidanti, **possibilità di innesco di incendio delle parti non metalliche**.
- **Non usare mai chiavi od altri attrezzi** per aprire o chiudere le valvole munite di volantino. Per le valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione, o qualora la valvola o il raccordo appaiano danneggiati contattare il fornitore per istruzioni. Forzare l'apertura può compromettere l'integrità della valvola e causare pericolose fughe di gas.
- Dopo l'apertura della valvola della bombola, **verificare che non ci siano perdite** in corrispondenza del raccordo di entrata, dai raccordi dei manometri e dalla valvola di sicurezza del riduttore. La tenuta del circuito deve essere controllata con dei rivelatori di fuga o semplicemente con dell'acqua saponata, mai con una fiamma.
- Se non si hanno perdite, aprire la valvola a spillo a valle del riduttore e regolare l'erogazione del gas ruotando il volantino del riduttore.
- Al termine dell'impiego, **chiudere la valvola della bombola e scaricare il gas contenuto nel riduttore** (la valvola della bombola deve rimanere aperta solo quando il gas è utilizzato), chiudere la valvola del riduttore di pressione e infine la valvola a spillo.

8.5 Bombole esaurite

- **Lasciare sempre una leggera sovrappressione** all'interno del recipiente in modo da evitare che cambiamenti della temperatura ambiente provochino un ingresso d'aria all'apertura della bombola priva di riduttore (es. nella fase di ricarica eseguita dal fornitore).
- Quando la **bombola è esaurita** è necessario assicurarsi, prima della sua restituzione, che **la valvola della bombola sia ben chiusa**, quindi bisogna avvitare l'eventuale tappo cieco sul bocchello della valvola e **rimettere il cappellotto di protezione**.
- Le bombole esaurite vanno contrassegnate scrivendo con del gesso la parola **“VUOTA”** sul corpo cilindrico.
- Le bombole vuote vanno sempre collocate chiaramente **separate dalle bombole piene**.
- Collocare in **depositi/compartimenti separati** le bombole vuote contenenti **gas incompatibili**.

Norme di comportamento nella gestione delle bombole

Movimentazione delle bombole

- Usare guanti e scarpe antinfortunistiche.
- Usare il carrello.
- Avvitare sempre il cappellotto di protezione.
- Evitare urti e cadute.
- Non sollevare le bombole dal cappellotto.
- Non lasciare mai le bombole incustodite.

Collocazione delle bombole nei laboratori

- Collocare le bombole solo nei laboratori, armadi e depositi dove sono ammesse rispettando la segnaletica e le restrizioni sul numero e sul tipo di gas.
- Assicurare le bombole mediante catena o ad un altro solido sostegno.
- Disporre le bombole dritte (ogiva in alto) in posizione verticale.
- Non collocare le bombole in luoghi dove potrebbero diventare parte di un circuito elettrico.

Precauzioni nell'impiego

- Non usare mai bombole con periodo di revisione scaduto.
- Accertarsi sempre del gas contenuto nella bombola prima del suo uso. Leggere la scheda di sicurezza del gas e dotarsi dei Dispositivi di Protezione Individuale richiesti.
- Collegare un riduttore di pressione a norma con un raccordo pulito e in buone condizioni. Se necessario montare una valvola anti-ritorno sulla linea.
- Nessuna parte del riduttore o della valvola della bombola deve essere lubrificata.
- La valvola della bombola deve essere aperta con gradualità e lentamente. Non usare mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere le valvole munite di volantino.
- Dopo l'apertura della valvola della bombola, verificare che non ci siano perdite.
- Regolare l'erogazione del gas ruotando il volantino del riduttore.
- Al termine dell'impiego, chiudere la valvola della bombola, scaricare il gas contenuto nel riduttore e chiudere, infine, la valvola del riduttore di pressione.

Bombole esaurite

- Considerare la bombola esaurita quando si ha una leggera sovrappressione all'interno del recipiente. Quando si è in queste condizioni, chiudere la valvola, rimuovere il riduttore di pressione, rimettere il cappellotto di protezione, scrivere VUOTA con del gesso sul corpo cilindrico e trasportare con un carrello la bombola nel deposito.
- Mantenere le bombole vuote separate da quelle piene.
- Collocare in depositi/compartimenti separati le bombole vuote contenenti gas tra loro incompatibili.