

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliero - Universitaria di Bologna

Polclinico S. Orsola-Malpighi



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCHEDA TECNICA N° 16

AZOTO LIQUIDO

SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE AZIENDALE
VIA ALBERTONI, 15 - 40138 BOLOGNA

E-mail: spp@aosp.bo.it

AZOTO LIQUIDO

I – DESCRIZIONE DELL'ATTREZZATURA E DEL GAS

L'azoto costituisce circa il 78% dell'aria che respiriamo, è inodore incolore, insapore, inerte e a pressione atmosferica e temperatura ambiente si trova allo stato gassoso.

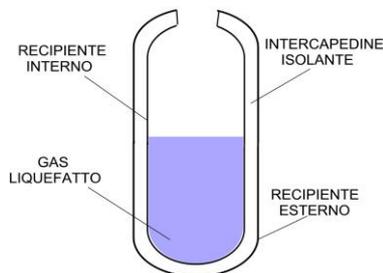
La caratteristica comune a tutti i gas è la mancanza di un volume e di una forma definiti, i gas tendono infatti ad occupare tutto lo spazio disponibile del recipiente.

Al fine di poter trasportare e conservare un gas in contenitori con volumi molto ridotti, si procede alla loro compressione e introduzione in recipienti resistenti alla pressione (bombole).

Un metodo più efficiente per la riduzione del volume dei gas è la loro liquefazione ottenuta per compressione a bassa temperatura, infatti i gas liquefatti refrigerati hanno il vantaggio di poter essere conservati a pressioni molto basse (anche a pressione atmosferica). La conservazione e il trasporto avviene mediante recipienti con alta capacità di isolamento termico denominati vasi dewar.



VASO DEWAR



Un vaso dewar è un doppio recipiente dotato di una intercapedine dalla quale viene estratta l'aria fino ad ottenere il vuoto.

Questo accorgimento consente di ridurre al minimo lo scambio di calore fra il contenitore interno e l'ambiente esterno, e quindi di conservare i gas liquefatti a pressioni assimilabili a quella atmosferica.

I contenitori di gas liquefatti possono essere:

- **di tipo aperto** (operano a pressione atmosferica) dai quali si libera in ambiente azoto gassoso per evaporazione;
- **di tipo chiuso** (in lieve sovrappressione) dotati di un dispositivo di sicurezza che consente lo scarico del gas nel caso la pressione divenga eccessiva per via della continua evaporazione della fase liquida.



In ambiente sanitario l'azoto liquido è prevalentemente impiegato come fonte di bassissime temperature per il congelamento e la conservazione di materiale biologico.

II – PRINCIPALI RISCHI

I lavoratori che svolgono attività in cui si impiega azoto liquido sono esposti a due possibili tipologie di rischi: ustione da freddo per contatto oppure per asfissia a causa di una fuoriuscita di azoto.

Il contatto con il gas conservato in forma liquida a temperature molto basse (-190 °C circa) provoca ustioni da freddo simili alle normali ustioni. Nel caso in cui il contatto sia prolungato, le conseguenze possono essere lesioni molto gravi da congelamento dei tessuti anche a livello profondo.

Le atmosfere sottossigenate possono formarsi in caso di fuoriuscita accidentale di azoto liquido (si liberano 700 litri di azoto gassoso per ogni litro di azoto liquido). L'aumento di azoto gassoso in ambiente, riduce la percentuale di ossigeno presente esponendo l'uomo al rischio di asfissia.



III – RIFERIMENTI NORMATIVI

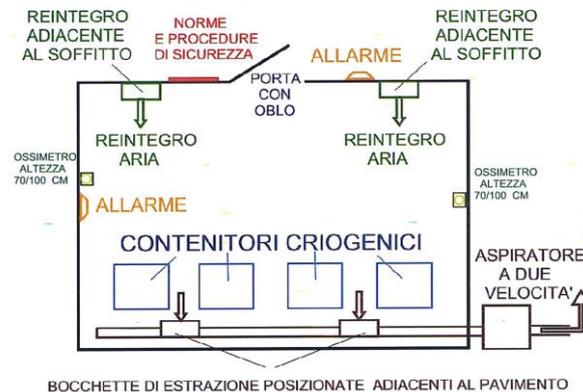
L'allegato IV del D.lgs 81/08 indica le misure di sicurezza da adottare nei luoghi di lavoro in presenza di agenti nocivi. Le linee guida della Assogastecnici (gruppo gas medicinali) della Federchimica e quelle approvate dal Centro Nazionale Trapianti, descrivono i requisiti strutturali e impiantistici che un locale deve possedere per essere utilizzato come sala criobiologica.

IV – REQUISITI STRUTTURALI E GESTIONALI

Di seguito si riporta un elenco dei requisiti strutturali e gestionali per la conservazione dell'azoto liquido:

- la porta di ingresso del locale deve essere a tenuta, sempre apribile dall'interno con apertura a semplice spinta dall'interno nel verso dell'esodo;
- l'intera superficie del locale deve essere visibile e controllabile dall'esterno attraverso una superficie trasparente;
- le dimensioni del locale devono, al netto dei volumi occupati dai recipienti, garantire agli operatori spazi sufficienti per lo svolgimento delle attività in condizioni di sicurezza;
- nel locale deve essere predisposto un sistema di rilevazione della percentuale di ossigeno che preveda almeno due sensori (ossimetri). Tale numero andrà incrementato in ragione della superficie della sala criobiologica. Gli ossimetri devono essere posizionati ad un'altezza fra 0,70 e 100 cm da terra ed essere collegati ad un allarme acustico e luminoso posto all'interno della criobanca con ripetizione all'esterno in un locale presidiato;
- il valore di concentrazione di ossigeno rilevato nel locale, deve essere visibile sia dall'interno che dall'esterno;
- gli allarmi generati dagli ossimetri e, dove presenti, dai watchdog (allarme di verifica dello stato di vigilanza degli operari presenti nel locale), devono essere sempre ripetuti anche presso il centro emergenza

- il locale deve disporre di un impianto di ventilazione forzata a due velocità, la prima velocità (10 ricambi/h) funzionante in continuo e la seconda velocità (25 ricambi/h) deve entrare in funzione automaticamente se la concentrazione di O₂ scende sotto al 19%. Le bocchette di estrazione dell'impianto devono essere posizionate in prossimità del pavimento, quelle di reintegro in posizione diametralmente opposta;



- l'impianto di aspirazione e l'ossimetro devono essere serviti da gruppo di continuità che ne garantisca il funzionamento anche in caso di mancanza di alimentazione elettrica. Qualora tale soluzione non risulti possibile sarà necessario dotare il locale di un allarme (alimentato da una batteria tampone) che segnali il mancato funzionamento dell'impianto e il conseguente divieto di accesso al locale. L'accesso al locale sarà nuovamente consentito quando la percentuale di ossigeno del 21% sarà stata ripristinata;
- i comandi di accensione delle luci e di attivazione manuale della ventilazione meccanica devono essere azionabili anche dall'esterno dei locali con presenza di azoto liquido
- il pavimento e le pareti (fino a 180 cm da terra) devono essere dotate di rivestimenti lisci lavabili e impermeabili e in grado di resistere al contatto con liquidi criogenici (no linoleum no materiali plastici);
- l'accesso al locale deve essere monitorato, registrato e limitato esclusivamente al personale autorizzato. Tutto il personale che accede al locale deve essere stato formato sui rischi presenti nella sala criobiologica. La limitazione di accesso può avvenire tramite chiave o con un sistema di apertura comandato da badge, questa seconda modalità rende più certa la limitazione di accesso e soddisfa automaticamente l'esigenza di monitorare e registrare gli accessi;
- l'accesso di estranei (ad esempio nel caso del personale che effettua le pulizie) può avvenire solamente in presenza del personale autorizzato;
- all'ingresso al locale deve essere esposta la segnaletica di sicurezza, le limitazioni di accesso, l'obbligo dell'utilizzo dei DPI, un estratto delle norme e delle procedure di sicurezza (esempio: procedura di sicurezza SIC 01 - Azoto liquido);
- all'esterno del locale devono essere presenti (se richiesti dall'ente autorizzativo) autorespiratori preferibilmente a due vie (per l'utilizzo dei quali è prevista una formazione specifica e controlli periodici) ed in ogni caso 2/3 bomboline monouso di ossigeno.

Si precisa che quanto sopra riportato è solamente un elenco indicativo e non esaustivo. Nella progettazione e realizzazione delle banche criobiologiche devono comunque essere rispettate le specifiche norme tecniche applicabili.

V – Locali con presenza di quantitativi limitati di azoto liquido

Nella valutazione dei rischi degli ambienti con atmosfere sottossigenate, si è ritenuto di considerare irrilevante quello determinato dalla presenza di recipienti con capacità inferiore a 5 litri. Questi quantitativi possono essere detenuti e utilizzati in locali che abbiano i requisiti di ambiente di lavoro con permanenza continuativa di persone.

Quantitativi superiori a 5 litri e inferiori a 100 litri possono essere detenuti in locali, all'interno dei quali sia svolta unicamente attività di crioconservazione e gestione dell'azoto liquido, aventi le seguenti caratteristiche:

- superficie sufficiente per lo svolgimento dell'attività in sicurezza;
- ventilazione meccanica che garantisca un minimo di 6 ricambi/ora in continuo;
- presenza di due ossimetri collegati ad un allarme acustico/visivo con visualizzazione della concentrazione di ossigeno e ripetizione dell'allarme anche all'esterno del locale;
- porta di accesso con apertura a spinta dall'interno del locale, dotata di superficie vetrata che consenta la visione interna;
- pareti facilmente pulibili e pavimentazione resistente alle basse temperature (non materiali plastici);
- affissione di segnaletica che richiami i rischi relativi all' utilizzo dell'azoto liquido;
- indicazione del divieto di accesso al personale non autorizzato.

VI – Criteri gestionali

Dal punto di vista gestionale, per entrambe le tipologie di deposito (criobanche e depositi con recipienti aventi capacità totale inferiore ai 100 litri), dovranno essere adottate le seguenti regole:

- l'ingresso al locale deve essere consentito solamente al personale formato sui rischi specifici connessi all'utilizzo dell'azoto liquido e al rischio di atmosfere sottossigenate;
- il personale autorizzato potrà accedere solamente dopo avere informato un secondo operatore che dovrà rimanere nelle immediate vicinanze;
- prevedere un sistema di controllo degli accessi che impedisca l'ingresso ai non autorizzati, il sistema dovrà prevedere che la porta rimanga costantemente chiusa, che sia apribile solamente dal personale addetto e che rimanga traccia degli accessi avvenuti;
- devono essere predisposte delle procedure per la gestione dell'azoto liquido sia nel corso della normale attività sia in caso di emergenza e per l'accesso ai locali di crioconservazione
- deve essere garantita e documentata la formazione continua del personale addetto
- tutti gli accessi di personale estraneo (esempio il personale di pulizia) dovranno avvenire con la supervisione del personale formato;
- non è consentito il deposito di recipienti di azoto liquido, anche vuoti, in locali sprovvisti dei requisiti sopra elencati.

VII – Movimentazione, riempimento, utilizzo

Al fine di ridurre al minimo il rischio di contatto con il liquido criogenico, le operazioni di riempimento dei recipienti dovrebbero essere fatte con sistemi automatici.

Nel caso in cui si debba procedere a riempimenti manuali da contenitori criogenici pressurizzati o da linee criogeniche le operazioni devono essere effettuate in locali aventi le caratteristiche sopra elencate.

Sono assolutamente vietati travasi manuali da recipiente a recipiente.

Le manovre di immersione e di estrazione del materiale biologico dai contenitori criobiologici devono essere eseguite da operatori esperti, formati sui rischi specifici e protetti dai previsti DPI e con l'uso delle apposite pinze.

Le operazioni di trasporto e di movimentazione dei contenitori di gas liquefatti refrigerati devono essere svolte impiegando appositi carrelli che garantiscano stabilità al carico trasportato al fine di evitare cadute e sversamenti.

Il trasporto dei contenitori di azoto liquido non deve essere eseguito utilizzando i tunnel.

Lo spostamento dei contenitori non deve avvenire tramite l'utilizzo di ascensori (e/o montacarichi).

Se è impossibile portarli in maniera differente, e più sicura rispetto all'uso dell'ascensore, è indispensabile:

- mettere il recipiente sempre il più vicino possibile alla porta dell'ascensore
- trasportare i recipienti in ascensore senza presenza di persone a bordo della cabina (solamente il recipiente); in caso di fuoriuscite accidentali di azoto, infatti, le ridotte dimensioni della cabina, porterebbero ad una rapida formazione di atmosfere sottossigenate;
- che un addetto si posizioni all'esterno dell'ascensore al piano di partenza e un altro attenda a quello di arrivo;
- dopo il trasporto, attuare 5' di "fermo ascensore" a porte aperte per areare precauzionalmente la cabina;

In caso di problemi di rilascio accidentale di azoto liquido durante il trasporto in ascensore, è necessario:

- bloccare l'impianto;
- aprire le finestre a tutti i piani dove transita l'ascensore;
- chiamare la squadra di emergenza che è dotato di ossimetro portatile e di autorespiratori (come da SIC17 – “procedura emergenze in presenza di atmosfere sottossigenate”);
- allertare i piani sottostanti e poi quelli superiori, ed ad aprire le finestre (quelli inferiori per eventuale stratificazione e quelli superiori per eventuale saturazione per volatilità;
- riattivare l'impianto e l'accessibilità ai locali eventualmente coinvolti, solo a bonifica effettuata e dopo aver verificato il ripristino delle condizioni di sicurezza (es.: uso ossimetro);

In occasione del rifornimento di azoto liquido, le operazioni di consegna e di ritiro dei recipienti devono svolgersi in modalità diretta fra operatori.

In nessuna circostanza è ammesso lasciare recipienti, vuoti o pieni, al di fuori di ambienti idonei e incustoditi.

VIII – I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Per quanto riguarda il rischio di contatto con l'azoto liquido e la conseguente possibilità di ustioni durante la manipolazione, è necessario che il lavoratore indossi i seguenti DPI:

- occhiali a visiera o schermo facciale;
- paragrembo a protezione dagli schizzi al corpo;
- calzari a protezione dei piedi e del polpaccio quando non sono indossate calzature completamente chiuse;
- guanti composti da materiali isolanti dal freddo, idrorepellenti e facilmente sfilabili in caso di penetrazione di azoto liquido.



A cura di: Bruno Diano
Roberto Taruffi
Alberto Bertozzi