

Procedura per la movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di liquidi criogenici

PR movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di liquidi criogenici

REV 00

07/12/2022

Pag. 2 di 18

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data revisione	Descrizione delle modifiche
0	07/12/2022	Prima emissione

Il RSPP

Chiara Sarati

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. SCOPO	5
3. CAMPO DI APPLICAZIONE	5
4. DEFINIZIONI, COMPITI E RESPONSABILITA'	6
5. LIQUIDI CRIOGENICI: DEFINIZIONI E CARATTERISTICHE	7
5.1 L' etichetta.....	9
5.2 La scheda dati di sicurezza del prodotto	10
6. MODALITA' DI STOCCAGGIO, RIEMPIMENTO/TRAVASO E MOVIMENTAZIONE DI SERBATOI E DEWARS PER LIQUIDI CRIOGENICI	11
6.1 I contenitori per liquidi criogenici	11
6.2 Requisiti dei locali per lo stoccaggio dei contenitori criogenici mobili	12
6.3 Indicazioni per il riempimento/travaso	13
6.4 Indicazioni per la movimentazione	15
6.5 Disposizioni di sicurezza generali	15
7. GESTIONE DELLE EMERGENZE.....	17
8. NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	18

II RSPP

Chiara Sarati

I. PREMESSA

Le indicazioni riportate in questa procedura si riferiscono alle operazioni di movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di recipienti contenenti gas criogenici liquefatti sotto pressione.

Nei laboratori, abitualmente, è **vietato** l'utilizzo di bombole di gas compresso, liquefatto e disciolto sotto pressione, salvo particolari esigenze determinate dalle attività di ricerca. In quest'ultimo caso è consentito tenere delle bombole di piccole dimensioni, solo per il tempo strettamente necessario, a condizione che:

- si tratti di gas non infiammabile/non comburente e non tossico, stabile chimicamente (inerte);
- i recipienti siano correttamente ancorati alla parete in prossimità della zona di lavoro;
- al termine della giornata lavorativa, salvo particolari esigenze, da valutare di volta in volta, le bombole siano ricollocate nel deposito esterno

Un primo criterio di ammissibilità delle bombole nell'interno dei laboratori è il **volume** delle stesse. Un secondo criterio è quello dei **ricambi d'aria** necessari per evitare il crearsi di atmosfere pericolose in caso di perdite.

Entrambi i criteri devono essere valutati in funzione del massimo incidente possibile e quindi della massima quantità di gas disperdibile nell'ambiente di lavoro nell'unità di tempo.

(fonte dati *Manuale rischio chimico, edito da INAIL nel 2015*)

Inoltre il DM 26.08.1992 *Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica* prevede che:

- nei locali non appositamente **all'uopo destinati**, non possono essere depositati e/o utilizzati recipienti contenenti gas compressi o liquefatti; le sostanze che possono comunque emettere vapori o gas infiammabili, possono essere tenuti in **quantità strettamente necessarie** per l'attività didattica e di ricerca in corso (punto 12.6)
- gli spazi per le esercitazioni ed i locali per depositi annessi devono essere ubicati ai piani fuori terra o al 1° interrato, fatta eccezione per i locali ove vengono utilizzati gas combustibili con densità superiore a 0,8 che devono essere ubicati ai **piani fuori terra** senza comunicazioni con i piani interrati. Inoltre gli spazi per le esercitazioni dove vengono manipolate sostanze esplosive e/o infiammabili devono essere provvisti di aperture di **aerazione, permanente**, ricavate su pareti attestate all'esterno di superficie pari ad 1/20 della superficie in pianta del locale. Qualora vengano manipolati gas aventi densità superiore a 0,8 delle predette aperture di aerazione, almeno 1/3 della superficie complessiva deve essere costituito da aperture, protette con grigliatura metallica, situate nella parte inferiore della parete attestata all'esterno e poste a filo pavimento. Le apparecchiature di laboratorio alimentate a combustibile gassoso devono avere

II RSPP

Chiara Sarati

ciascun bruciatore dotato di dispositivo automatico di sicurezza totale che intercetti il flusso dei gas in mancanza di fiamma (punto 6.1)

- Al termine dell'attività didattica o di ricerca, l'alimentazione centralizzata di apparecchiature o utensili con combustibili liquidi o gassosi deve essere interrotta azionando le saracinesche di intercettazione del combustibile, la cui ubicazione deve essere indicata mediante cartelli segnaletici facilmente visibili (punto 12.7).

L'introduzione di liquidi criogenici negli ambienti di lavoro deve essere autorizzata dal Servizio di Protezione e Prevenzione,

2. SCOPO

Lo scopo della seguente procedura è quello di definire ed uniformare i comportamenti degli operatori al fine di garantire lo stoccaggio, il deposito e la manipolazione in sicurezza dei gas criogenici liquefatti ovvero ridurre al minimo i rischi principali (contatto di parti del corpo con la sostanza criogena, riduzione della quantità di ossigeno nell'aria ambiente) e collaterali (esposizione ad agenti fisici), derivanti dall'utilizzo.

Non esistono regole valide a livello universale ma una serie di regolamenti, requisiti e buone pratiche che possono essere di aiuto nel guidare una serie di scelte volte a prevenire possibili danni alle persone, agli edifici e all'ambiente.

3. CAMPO DI APPLICAZIONE

La procedura si applica alle attività di movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di recipienti contenenti gas criogenici liquefatti sotto pressione ed è destinata a tutti soggetti utilizzatori di bombole di gas criogenici liquefatti.

Il RSPP

Chiara Sarati

4. DEFINIZIONI, COMPITI E RESPONSABILITA'

Responsabile delle Attività di Didattica e ricerca in Laboratorio – RADL: e il soggetto che, individualmente o come coordinatore di gruppo, svolge attività didattiche o di ricerca in laboratorio (Art. 2, comma 5 DM 363/1998)

Preposto alla sicurezza: persona che, in ragione delle competenze professionali e nei limiti di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende alla attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa (Art. 2, comma 1, lettera e) – D.Lgs. 81/2008)

Lavoratore: persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione, ...omissis... Al lavoratore così definito è equiparato:...omissis... il soggetto beneficiario delle iniziative di tirocini formativi e di orientamento ...omissis...al fine di realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro o di agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro; l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale nei quali si faccia uso di laboratori, attrezzature di lavoro in genere, agenti chimici, fisici e biologici, ivi comprese le apparecchiature fornite di videoterminali, limitatamente ai periodi in cui l'allievo sia effettivamente applicato alla strumentazioni o ai laboratori in questione (Art. 2, comma 1, lettera a) del D.Lgs. 81/2008)

Soggetto	Compiti e responsabilità
Responsabile delle Attività di Didattica e ricerca in Laboratorio - RADL	<ol style="list-style-type: none"> 1. cura l'attuazione di quanto indicato nella presente procedura per quanto concerne le proprie attività didattiche, di ricerca e di servizio 2. verifica che all'interno del gruppo di ricerca di cui è responsabile vengano, con sistematicità e continuità, adottate tutte le misure di sicurezza previste nella presente procedura 3. individua il personale di laboratorio, strutturato o non strutturato, autorizzato alla movimentazione, trasporto, posizionamento in laboratorio ed utilizzo di liquidi criogenici e ne garantisce altresì adeguata informazione, formazione specifica e addestramento 4. garantisce la presenza delle schede di sicurezza aggiornate dei prodotti in uso

II RSPP

Chiara Sarati

Preposto alla sicurezza (in fase di individuazione alla data del presente documento)	I. ha l'obbligo di sovrintendere e vigilare sull'osservanza della procedura da parte dei singoli lavoratori
Lavoratore	I. ha l'obbligo di osservare le istruzioni impartite dalla presente procedura, di utilizzare correttamente le attrezzature di lavoro, nonché i dispositivi di sicurezza e i dispositivi di protezione individuale messi a disposizione
Servizio Prevenzione e Protezione (SPP)	I. verifica la corretta applicazione della procedura anche attraverso sopralluoghi mirati

N.B. Le operazioni di ritiro e riempimento dei recipienti vuoti e consegna dei recipienti pieni sono esclusivamente eseguite da Operatore Economico esterno, titolare di apposito contratto di appalto

5. LIQUIDI CRIOGENICI: DEFINIZIONI E CARATTERISTICHE

Un **liquido criogenico** è un liquido caratterizzato da un punto di ebollizione inferiore ai $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

I liquidi criogenici più comunemente utilizzati in ambito di ricerca sperimentale sono l'**azoto**, l'**elio** e l'**argon**, tutti inerti dal punto di vista reattivo. Vengono prodotti per raffreddamento e/o compressione, portando il gas (la comune aria nel caso della produzione dell'azoto liquido) a pressioni e temperature che possano indurre il cambiamento di fase e quindi raccolti e conservati in appositi serbatoi termicamente isolati.

Le temperature estremamente basse coinvolte e l'elevata velocità con cui tali gas possono passare dallo stato liquido a quello gassoso rendono necessarie alcune precauzioni di sicurezza.

Elemento	T eb ($^{\circ}\text{C}$, 1 atm)	Densità del liquido (g/L)	Espansione (liquid to gas)	Tipo di gas
N2	-196	808	710	inerte
He	-269	125	780	inerte
Ar	-186	1402	860	inerte

II RSPP

Chiara Sarati

La normale concentrazione dell'ossigeno nell'aria è pari al 21% circa. Le capacità di concentrarsi, pensare, prendere decisioni sono intaccate quando la concentrazione di ossigeno scende anche di poco al di sotto di tale valore.

Si riportano di seguito gli effetti ed i sintomi di atmosfere sotto-ossigenate:

Vol. di O ₂ (%)	Effetti e sintomi
18-21%	Sintomi non evidenti
11-18%	Riduzione delle capacità fisiche ed intellettuali senza che il soggetto ne sia consapevole
8-11%	Possibilità di svenimento in pochi minuti senza preavviso. Rischio di morte
6-8%	Svenimento dopo poco tempo. Rianimazione possibile se effettuata immediatamente
0-6%	Svenimento pressoché immediato. Danni cerebrali, anche in caso di rianimazione

I gas inerti sono inodori, incolori e insapori. Non sono rilevabili e quindi possono essere molto più pericolosi dei gas tossici (quali cloro, l'ammoniaca, acido solfidrico) che, grazie al loro odore, possono essere rilevati anche a basse concentrazioni.

L'asfissia da gas inerti avviene senza sintomi fisiologici premonitori che potrebbero allertare la vittima. Pertanto, è assolutamente essenziale ricordare che con i gas inerti l'asfissia è un fenomeno insidioso.


E' quindi necessario **prevedere** lo **stoccaggio** dei **contenitori** di liquidi criogenici esclusivamente in locali **ben areati** e dotati di dispositivo di misurazione della concentrazione percentuale di **ossigeno**, o **all'aperto**.

Inoltre, è importante ricordare che un eventuale **contatto** a livello dermico con un liquido criogenico può provocare **ustioni da freddo**. Tali infortuni possono essere dovuti a: spruzzi sul viso o altre parti del corpo durante le operazioni di travaso o riempimento di un contenitore a temperatura ambiente, contatto accidentale delle mani o altre parti del corpo con tubazioni, strumenti, recipienti o altro materiale freddo non isolato, penetrazione del liquido all'interno delle calzature.

L'utilizzo **deve** essere fatto in ambienti aerati. Nel caso di sversamento accidentale o di "perdita" dai contenitori, la prima cosa a cui si deve porre attenzione è evitare il contatto con il liquido e con il

II RSPP

Chiara Sarati

	DIREZIONE GENERALE SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE Viale dell'Innovazione, 10-Edificio U9 20126 Milano	POPLAB015
PR movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di liquidi criogenici	REV 00	07/12/2022 Pag. 9 di 18

vapore che fuoriesce, e si deve quindi provvedere ad isolare la zona interessata dalla fuoriuscita, finché la perdita non è sotto controllo.

Per quanto riguarda il rischio d'incendio, i gas inerti non presentano particolari problemi in quanto non infiammabili e non comburenti. Perciò, non è necessario adottare particolari precauzioni dal punto di vista delle misure antincendio.

In linea generale, è necessario prestare particolare attenzione in tutte quelle situazioni in cui sia possibile il verificarsi di un'evaporazione massiva del criogeno, per esempio:

- quando vengono introdotti nel liquido criogenico materiali a temperatura ambiente;
- durante le operazioni di travaso;
- in caso di spandimenti accidentali (in questo caso tenere conto del congelamento delle superfici interessate).

5.1 L' etichetta

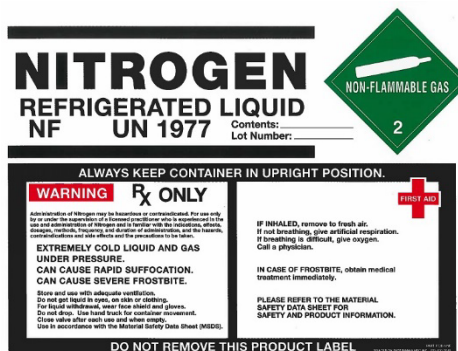
Le etichette poste sui serbatoi pressurizzati sono una fonte di informazione sulla pericolosità dei liquidi criogenici contenuti; esse hanno lo scopo di evidenziare gli eventuali rischi a cui si è esposti durante l'uso e indicare le precauzioni da prendere per il corretto utilizzo, conservazione e smaltimento.

L'etichetta deve contenere le seguenti informazioni:

- nome, indirizzo e numero di telefono del fornitore;
- quantità nominale della sostanza o miscela contenuta nel collo messo a disposizione;
- identificatori di prodotto (nome e numeri);
- eventuali pittogrammi di pericolo;
- avvertenze, se ve ne sono;
- indicazioni di pericolo, se ve ne sono;
- eventuali consigli di prudenza;
- informazioni supplementari, se necessarie.

Esempio di etichetta conforme alla normativa in vigore:

II RSPP
Chiara Sarati



NB: per maggiori dettagli circa le etichette, consultare la POPLAB016-Procedura per lo stoccaggio sicuro di sostanze pericolose (D.Lgs. 81/08, titolo IX, capo I e II).

5.2 La scheda dati di sicurezza del prodotto

Le Schede Dati di Sicurezza (MSDS – Material Safety Data Sheet) rappresentano il documento tecnico più significativo ai fini informativi sulle sostanze chimiche e loro miscele, in quanto contengono le informazioni necessarie sulle proprietà fisico-chimiche, tossicologiche e di pericolo per l'ambiente necessarie per una corretta e sicura manipolazione delle sostanze e miscele.

Esse consentono:

- ✓ al datore di lavoro di determinare se sul luogo di lavoro vengono manipolate sostanze chimiche pericolose e di valutare quindi ogni rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dal loro uso;
- ✓ agli utilizzatori di adottare le misure necessarie in materia di tutela della salute, dell'ambiente e della sicurezza sul luogo di lavoro.

Per i fornitori di una sostanza o di una miscela vige l'obbligo di trasmissione della scheda di sicurezza (in formato cartaceo o elettronico) in lingua italiana, così come l'obbligo di aggiornamento della stessa in caso si venga a conoscenza di nuove informazioni che possono incidere sulle misure di gestione dei rischi o di nuove informazioni sui pericoli.

NB: per maggiori dettagli circa le Schede di sicurezza, consultare la POPLAB016-Procedura per lo stoccaggio sicuro di sostanze pericolose (D.Lgs. 81/08, titolo IX, capo I e II).

II RSPP

Chiara Sarati

6. MODALITA' DI STOCCAGGIO, RIEMPIMENTO/TRAVASO E MOVIMENTAZIONE DI SERBATOI E DEWARS PER LIQUIDI CRIOGENICI

6.1 I contenitori per liquidi criogenici

I liquidi criogenici vengono trasportati e depositato in contenitori criogenici mobili. Questi possono essere di due tipi

- ✓ Dewars: contenitori a pareti isolanti non pressurizzati. Possono essere aperti o dotati di tappo con tubo di sfianto o altro dispositivo che permetta lo scarico del vapore ed eviti il formarsi di pressioni troppo elevate. Vengono impiegati per stoccare quantità ridotte di liquido criogenico (pochi litri).

I dewars per contenente materiale biologico (contenitori criobiologici) devono essere univocamente identificabili, riconducibili al Dipartimento di Ateneo di afferenza e devono indicare il contenuto.

- ✓ Cilindri pressurizzati: contenitori sigillati a pareti isolanti, utili per lo stoccaggio di liquidi criogenici fino ad una pressione di ca. 25 bar. Sono costruiti per uso esclusivo di stoccaggio, trasporto e spillamento di azoto liquido. I contenitori criogenici mobili pressurizzati sono attrezzature a pressione trasportabili secondo la Direttiva Europea TPED e non devono essere utilizzati come serbatoi fissi



Cilindro pressurizzato



dewars (a riempimento e rabbocco manuale)



Schema strutturale di un contenitore Dewar.

- A Design del coperchio per facilitare la manutenzione
- B Collo del recipiente resistente che riduce le perdite di azoto
- C Sistema di ritenzione chimica del vuoto che fornisce una prestazione superiore per tutta la vita del prodotto
- D Contenitore in alluminio a basso peso e ad elevata resistenza
- E Intercapedine isolante che garantisce la massima prestazione termica

6.2 Requisiti dei locali per lo stoccaggio dei contenitori criogenici mobili

I contenitori criogenici mobili devono essere stoccati in un luogo ventilato. È consigliato lo stoccaggio in ambiente aperto.

Qualora ciò non fosse possibile, i locali destinati allo stoccaggio dei contenitori criogenici mobili devono essere scelti tenendo conto dei seguenti criteri:

- **Dimensioni:** ciascun locale **deve** essere in grado di avere al suo interno i contenitori criogenici destinati al servizio. Si sconsiglia di stoccare azoto liquido in locali con volume inferiore a 20 m³ ed altezza inferiore a 2,70 m. Deve essere mantenuta una distanza minima tra i contenitori di azoto e le pareti del locale non inferiore a 30 cm, e una distanza minima tra i criocontenitori stessi non inferiore a 20 cm.

Le pareti del locale devono essere facilmente pulibili e la pavimentazione deve essere resistente alle basse temperature (no linoleum).

- **Ubicazione:** si consiglia di scegliere locali posti a livello stradale privi di barriere architettoniche: i locali interrati presentano un rischio più elevato per quanto concerne i fenomeni di anossia. Si sconsigliano locali a piani sopraelevati, per evitare la movimentazione di contenitori di azoto

II RSPP

Chiara Sarati

liquido con ascensori o montacarichi.

- Monitoraggio ambientale: I locali di stoccaggio dei contenitori **devono** essere provvisti di aperture fisse (protette da griglie) verso l'esterno per assicurare i necessari ricambi d'aria. Laddove la ventilazione naturale non risulti sufficiente, i locali **devono** essere provvisti di idonei mezzi di ventilazione meccanica e di un adeguato numero di sensori di ossigeno, anche in considerazione del grado di ventilazione del locale, e di relativi allarmi interni ed esterni.
- Segnaletica di sicurezza: i locali di stoccaggio **devono** essere dotati di adeguata segnaletica di prescrizione, di avvertimento e di divieto, come previsto dalla normativa vigente; la segnaletica deve essere posta in posizione ben visibile.

A titolo non esaustivo si elencano le principali indicazioni da apporre:

- vietato l'accesso alle persone non autorizzate
- obbligo di utilizzo dei DPI
- abbandonare il locale in caso di allarme di sotto-ossigenazione
- vietato l'ingresso con allarme in corso;
- pericolo di ustioni da freddo.

Nota: In caso di utilizzo di un serbatoio criogenico fisso, non è possibile prevederne l'installazione in interno.

6.3 Indicazioni per il riempimento/travaso

Chiunque lavori con liquidi criogenici dovrà essere adeguatamente formato, informato e addestrato in merito alle corrette modalità di travaso. Gli utilizzatori devono conoscere le caratteristiche tecniche dei serbatoi di stoccaggio e la funzione delle valvole e degli interruttori. Ricordare che non tutti i materiali resistono a contatto con liquidi criogenici, pertanto, adoperare materiali omologati.

Prima di procedere al riempimento di un contenitore, accertarsi che questo non contenga liquidi (acqua di condensa o altro) o sporcizia. Controllare l'integrità dei contenitori e degli oggetti che verranno a contatto con il criogeno (assenza di crepe, perforazioni o di altri segni di cedimento strutturali).

Il riempimento di un recipiente a temperatura ambiente o l'immersione di un oggetto a temperatura ambiente nel liquido criogenico deve essere effettuato lentamente per ridurre le conseguenze dell'eventuale ebollizione, evitando così spruzzi di liquido. Inoltre, in questo modo si riducono notevolmente le sollecitazioni termiche indotte sul materiale dal brusco abbassamento di temperatura.

II RSPP

Chiara Sarati

Durante le operazioni di trasferimento di liquidi criogenici:

- lavorare all'esterno o in locale ben ventilato, possibilmente in due persone
- indossare occhiali a mascherina e visiera protettiva (Standard EN 166 - Protezione personale degli occhi) – A -
- indossare guanti criogenici larghi in modo da poterli sfilare facilmente (Standard EN 511 - Guanti di protezione contro il freddo) – B -
- indossare un grembiule impermeabile e resistente alle basse temperature, lungo fino ai piedi – C -
- indossare copriscarpe e/o scarpe di sicurezza antinfortunistiche – D -



Travaso tra dewars a pressione atmosferica

Effettuare il sollevamento del dewar ed il travaso del liquido criogenico in due persone.

Durante le operazioni di travaso bisogna controllare il livello raggiunto sul contenitore, evitando ogni contatto diretto con la sostanza criogena.

Il prelievo di piccole quantità di liquido criogenico direttamente dal Dewar deve essere eseguito con mezzi appropriati e resistenti alle basse temperature (per es.: in metallo). E' possibile utilizzare un imbuto per travasare il liquido in un contenitore di piccole dimensioni.

Travaso da serbatoio a dewar a pressione atmosferica

Effettuare il sollevamento del dewar ed il travaso del liquido criogenico in due persone.

Posizionare il dewar in prossimità della zona di travaso in modo da potervi adagiare agevolmente il terminale del tubo flessibile del dispenser sul fondo. Aprire lentamente la valvola di prelievo del

serbatoio. In prossimità del raggiungimento del livello voluto chiudere la valvola sulla fase liquida a metà corsa. Al livello voluto chiudere completamente la valvola sulla fase liquida del serbatoio.

6.4 Indicazioni per la movimentazione

Nel caso in cui sia necessario predisporre la movimentazione all'interno della struttura di contenitori criogenici, **deve** essere sempre posta attenzione ai rilasci involontari ed alle emissioni sistematiche di vapori freddi dagli apparecchi, che provocano l'accumulo progressivo di gas nell'ambiente diluendo il tenore di ossigeno dell'aria. I dewar sono recipienti che possono avere capacità di diversi litri, pertanto **è necessario** selezionare opportunamente i percorsi ed utilizzare appositi ausili per il trasporto all'interno delle strutture, dal punto di consegna al laboratorio. Il percorso **deve** essere privo di ostacoli, non deve prevedere attraversamento di aree didattiche o sensibili per presenza di pubblico, non deve presentare dislivelli altimetrici. Il percorso **deve** essere noto e seguito univocamente da tutti gli operatori abilitati. Deve essere per quanto possibile evitato il trasporto su piani verticalmente sovrapposti. Il contenitore da trasporto **deve** essere provvisto di sistema di presa sicura e di apposito coperchio. Nella movimentazione utilizzare le apposite maniglie o i carrelli a mano, non tentare di sollevare il recipiente da soli ma eventualmente farsi aiutare da un secondo operatore.

Se lo spostamento viene effettuato in **ascensori o montacarichi**, **è necessario** che i contenitori, in modo particolare per quelli di notevole capacità, siano movimentati **in assenza di personale**, in quanto in caso di versamento a seguito di rottura del contenitore o altri eventi, l'ambiente ristretto dell'ascensore si può saturare rapidamente del liquido trasportato creando grave pericolo per il personale.

6.5 Disposizioni di sicurezza generali

L'uso dei liquidi criogenici richiede l'adozione di alcune norme comportamentali:

- l'accesso ai locali dove vengono utilizzati liquidi criogenici, **deve** essere limitato al personale autorizzato
- l'operatore **deve** sempre indossare i dispositivi di protezione individuale (guanti criogenici, visiera, calzature protettive, camice)
- **evitare** di riempire i contenitori oltre il livello di sicurezza: l'eccesso di liquido aumenta il tasso di evaporazione ed il pericolo di trabocchi durante il trasporto;
- in caso di perdite con formazione di nubi di vapore, l'operatore **deve** allontanarsi (azoto, argon e elio, in quantità eccessiva, riducono la concentrazione di ossigeno nell'aria e possono determinare asfissia);

II RSPP

Chiara Sarati

- per lo stoccaggio di liquidi criogenici **utilizzare solo** contenitori omologati e progettati secondo gli standard di sicurezza. E' **vietato** l'utilizzo di thermos ad uso domestico
- è **buona norma** ispezionare frequentemente i dispositivi di sfianto e scarico dei contenitori per accertarsi che non siano bloccati dal ghiaccio che può formarsi per effetto della condensazione dell'umidità atmosferica
- **mantenere** pulite le superfici su cui l'aria si condensa (l'aria condensata è arricchita di ossigeno) soprattutto in prossimità delle valvole e degli sfianti. Un'elevata concentrazione di ossigeno può accrescere il rischio di incendio
- **non** lubrificare valvole o riduttori con oli e grassi, in quanto si accentua il rischio di fuoriuscite di gas dal contenitore. Inoltre, la temperatura molto bassa del criogeno può provocare la condensazione dell'ossigeno presente nell'aria sulle valvole e sugli sfianti: se queste superfici sono rivestite di olio o altro lubrificante vi è potenziale rischio di incendio;
- **usare** solo tappi e coperchi omologati forniti con il contenitore
- spostare i contenitori evitando urti che potrebbero provocare un'improvvisa evaporazione dando luogo ad un aumento del flusso di gas attraverso la valvola di sfianto
- per il trasferimento dei contenitori pieni non carrellati **utilizzare** mezzi appropriati (carrelli con bordi rialzati, cestelli)
- **non utilizzare** tubi per misurare il livello di azoto liquido (effetto camino)
- **tenere** il contenitore aperto il minor tempo possibile per evitare il pericolo di condensazione e formazione di gas;
- **non toccare** con le mani (o con parti del corpo non protette) tubazioni o recipienti non isolati contenenti liquidi criogenici: la cute potrebbe "incollarsi" alla superficie metallica estremamente fredda e potrebbe lacerarsi quando si tenta di separarla dal metallo
- **non** rovesciare azoto liquido inutilizzato negli scarichi o sul pavimento
- **utilizzare** esclusivamente acqua calda per sbloccare valvole congelate
- **tenersi** sempre ad una distanza di sicurezza dall'azoto che bolle o schizza e dal gas da esso emanato
- **eseguire** sempre lentamente le operazioni di riempimento di un recipiente o di immersione nel liquido di oggetti non raffreddati così da minimizzare ebollizione e schizzi
- **usare** sempre delle tenaglie o delle pinze dalla presa sicura per immergere o estrarre oggetti dal fluido criogenico, mai le mani
- **ricordare** sempre che oggetti normalmente morbidi e pieghevoli a temperatura ambiente

II RSPP

Chiara Sarati

diventano estremamente duri e fragili alla temperatura di questi liquidi

- **evitare** di lavorare da soli durante le attività che comportino l'uso dell'azoto liquido

7. GESTIONE DELLE EMERGENZE

Per individuare situazioni di emergenza ed intervenire preventivamente al verificarsi del danno, risulta fondamentale saper riconoscere i segnali che precedono un cedimento nel sistema di contenimento. Questi possono essere: formazione di brina, scarso o anormale sfiato del contenitore, allarmi indicanti bassi livelli di ossigeno nell'area di lavoro e infine assenza dell'usuale rumore di sfiato.

Di seguito vengono riportate le misure di primo soccorso da attuare in caso del verificarsi di tali situazioni.

Atmosfera sottossigenata

Nel caso in cui dovesse manifestarsi atmosfera sottossigenata è necessario attuare quanto segue:

- Ventilare l'ambiente aprendo le finestre
- Abbandonare il laboratorio
- Avvertire il RADRL e riferire l'accaduto
- Attendere il tempo necessario prima di riprendere le attività
- In caso di malore per sottossigenazione, attivare le procedure previste di primo soccorso

Ustioni da freddo

Nel caso in cui dovesse verificarsi un'ustione da freddo è necessario attuare quanto segue.

- se la lesione è grave o estesa, oppure a carico degli occhi, attivare le procedure previste di primo soccorso
- in caso di contatto con la pelle (ustioni da congelamento): spruzzare con acqua tiepida per almeno 15 minuti e applicare una garza sterile
- in caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente con acqua tiepida per almeno 15 minuti

II RSPP

Chiara Sarati

8. NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

1. D,Lgs. 81/2008 “Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”
2. DM 363 del 05/08/1998 Regolamento recante norme per l'individuazione delle particolari esigenze delle Università e degli Istituti di istruzione universitaria ai fini delle norme contenute nel D.Lgs. 19 settembre 1994, n.626, e smi
3. DM 26.08.1992 Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica
4. UNI EN 1089-3 Bombole trasportabili per gas – codificazione del colore
5. Regolamento CE n. 1272/2008 II sulla classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio (CLP) delle sostanze e delle miscele pericolose
6. Direttiva europea 2010/35/UE del 16.06.2010 (definita anche T-PED) in materia di attrezzature a pressione trasportabili..
7. Linea Guida per la corretta progettazione e realizzazione degli impianti, dei sistemi di sicurezza e degli stoccaggi di azoto liquido a servizio dei dispositivi per crioterapia edite da Federchimica-Assogastecnici a maggio 2020
8. Linee Guida per la sala criobiologica di un Istituto dei Tessuti, anno 2014 (Approvate dal Centro Nazionale Trapianti)
9. Linee guida per la valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni, Centro Interagenziale “Igiene e Sicurezza del Lavoro”, anno 2017

II RSPP

Chiara Sarati