



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

16

BEST PRACTICES

Rev.1.0 - 2026

OGGETTO: UTILIZZO IN SICUREZZA
DELL'AZOTO LIQUIDO

**Prevenzione
e
Protezione**



L'UTILIZZO IN SICUREZZA DELL'AZOTO LIQUIDO

RISCHI CONNESSI CON L'UTILZZO DELL'AZOTO LIQUIDO

L'azoto liquido è una sostanza inerte, inodore ed incolore, mantenuto alla temperatura di $-199\text{ }^{\circ}\text{C}$.

I principali rischi derivanti dall'uso dell'azoto liquido sono:

1. FORMAZIONE DI ATMOSFERE SOTTO OSSIGENATE

Un'atmosfera è sotto ossigenata quando il tenore di ossigeno nell'aria scende sotto la soglia limite del 17% provocando **ASFISSIA**.



Essa si può formare nei seguenti casi:

- manipolazione diretta dell'azoto liquido;
- scarico di fluido dalle valvole di sicurezza dai recipienti chiusi in pressione per improvvise sovra pressioni;
- continua evaporazione del liquido dai recipienti non in pressione (cosiddetti a "cielo aperto");
- ebollizione del liquido con emissione di notevoli quantità di vapori:
 - quando materiali a temperatura ambiente sono immessi nel liquido;
 - durante il travaso;
- attività in cui c'è la possibilità che un materiale fragile venga a contatto con l'azoto liquido causandosi così uno shock termico con il collasso del materiale;
- sversamenti accidentali di azoto liquido sul pavimento o su altre superfici.

2. CONTATTO ACCIDENTALE CON IL LIQUIDO O CON I VAPORI FREDDI

Il contatto con l'azoto liquido provoca delle ustioni dette “**ustioni criogeniche**”. L'entità del danno aumenta al diminuire della temperatura e con il prolungarsi della durata del contatto.



Il contatto accidentale può avvenire per:

- schizzi sul viso o sulla pelle di liquido con conseguenti ustioni da freddo e lesioni oculari;
- contatto accidentale delle mani o altre parti del corpo con tubazioni fredde non isolate (la cute può aderire a causa del congelamento dell'umidità con conseguente lacerazione se si tenta di staccarla);
- infiltrazione dell'azoto liquido all'interno delle calzature;
- inalazione: una breve esposizione può causare sensazioni di malessere, mentre una prolungata inalazione di vapori di gas freddi può portare a serie conseguenze sui polmoni.

MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE

EVITARE L'ACCUMULO E LA CONCENTRAZIONE DI VAPORI

- Assicurarsi che:
 - **il locale in cui si opera sia ben aerato** e che sia garantito un buon ricambio d'aria mediante la ventilazione naturale, non solo con l'apertura di finestre e porte, ma anche con delle aperture fisse protette da griglie per assicurare il numero necessario dei ricambi di aria all'ora (non sempre è sufficiente aprire le finestre);

- sia presente un **sistema di ventilazione meccanica** da posizionare a livello del pavimento per eliminare eventuali vapori di azoto liquido se la ventilazione naturale non è sufficiente;
- il locale, ove necessario, sia dotato di un **rilevatore della concentrazione di ossigeno** (ossimetro);
- il locale adibito al deposito dell'azoto liquido non sia del tipo confinato, in sotterranei o seminterrati; è preferibile un locale all'aperto.

INDOSSARE IDONEI DPI

- **Visiera** protettiva per la protezione del viso e degli occhi durante la manipolazione.



- **Guanti di protezione dal freddo di una taglia superiore** per poterli sfilare facilmente in caso di emergenza (ad esempio infiltrazione di azoto liquido nel guanto).



Grembiuli da criogenia



In aggiunta, per evitare il contatto diretto con l'azoto liquido è opportuno:

- indossare sempre **scarpe chiuse** evitando di lavorare con calzature aperte;
- che i **pantaloni siano sempre portati all'esterno** rispetto a scarpe o stivali per proteggersi da eventuali sversamenti di azoto liquido nelle calzature e che essi siano privi di risvolto.

EVITARE IL CONTATTO

- **Maneggiare i contenitori con estrema cautela.**
- Immergere nell'azoto liquido un oggetto o un recipiente molto **lentamente** per evitare l'ebollizione tumultuosa o schizzi di azoto liquido a causa delle enormi differenze di temperatura.
- Utilizzare **pinze o tenaglie dalla presa sicura** per immergere oppure per tirare fuori un oggetto dall'azoto liquido; la pinza deve essere lunga e in plastica o in legno.
- Tenere presente che molti materiali che a temperatura ambiente sono plastici e resistenti, alle basse temperature diventano duri e fragili.

MANIPOLAZIONE DELL'AZOTO LIQUIDO

PRIMA DI COMINCIARE L'ATTIVITA' è necessario:

- **leggere attentamente la scheda di sicurezza dell'azoto liquido** con particolare riferimento alla voce 7 "Manipolazione e stoccaggio";
- **indossare i necessari DPI** sopra elencati verificandone preventivamente l'integrità e/o lo stato di efficienza;
- verificare l'**ubicazione dei presidi di emergenza** e la conoscenza delle procedure da attuare in caso di fuoriuscita e di contaminazione accidentale con l'azoto liquido;

- accertarsi che la ventilazione nel locale dove sono stoccati i contenitori (pieni e vuoti) sia appropriata;
- accertarsi che **il contenitore sia adatto allo scopo**, ovvero che sia:
 - progettato appositamente per contenere gas criogenici liquefatti;
 - costruito con materiali adatti a sopportare le sollecitazioni dovute alle variazioni di temperatura;
- controllare che il **contenitore dell'azoto liquido sia perfettamente integro**; lo stesso dicasi per lo stato di efficienza delle attrezzature e degli utensili necessari alla sua manipolazione;
- per i contenitori portatili e di piccole dimensioni, dotati di uno speciale tappo distributore a pressione con sfiatatoio, **controllare lo sfiato ad intervalli regolari** per verificare che non ci siano ostruzioni dovute all'umidità atmosferica ghiacciata;
- controllare l'**integrità** (assenza di crepe o di altri segni di cedimento strutturali) di tutti gli oggetti che si utilizzeranno e che verranno a contatto con l'azoto liquido;
- accertarsi che il tappo o il coperchio del contenitore siano di tipo omologato, ovvero forniti e adatti per il contenitore in questione;
- controllare sul manometro che la pressione non sia superiore al 60% della pressione massima su cui è tarata la valvola di sicurezza;
- **accertarsi che il contenitore da riempire con l'azoto liquido sia vuoto** e non contenga altre sostanze per prevenire problemi di incompatibilità tra agenti chimici;
- quando si effettua un rabbocco **controllare preventivamente quale liquido criogenico è contenuto nel contenitore**. In caso di dubbio non effettuare il rabbocco perché in presenza di un altro liquido criogenico il mescolamento causerebbe l'evaporazione di quello con la temperatura di ebollizione più bassa;
- controllare che siano sempre pulite le superfici sulle quali l'aria condensa, specialmente nelle vicinanze di sfiati e valvole su cui può esserci olio o qualche lubrificante: l'aria condensata è ricca di ossigeno con conseguente aumento del rischio incendio;
- accertarsi sempre che la superficie del contenitore dell'azoto liquido sia sempre pulita: l'aria condensata ricca di ossigeno in prossimità dei

bordi del recipiente può essere intrappolata nello stesso quando viene chiuso con conseguente rischio di scoppio alla successiva apertura.

DURANTE L'ATTIVITA': TRASPORTO

Per effettuare il trasporto dei contenitori di azoto liquido è necessario:

- essere sempre in due persone;
- in aggiunta ai DPI (camice o grembiule da criogenia, guanti da criogenia e visiera) indossare scarpe antinfortunistiche;
- caricare ogni contenitore su un idoneo carrello e fissarli saldamente ogni contenitore con le apposite catene o cinghie di trattenuta;
- trasportare l'azoto liquido nel minor tempo possibile facendo però attenzione a non urtare i contenitori o che i contenitori si urtino tra di loro (un urto potrebbe infatti causare una evaporazione con aumento del flusso del gas attraverso i dispositivi di sfogo);
- **in ogni caso mai lasciare il carrello incustodito (ad esempio in corridoio) oppure in un locale privo di ventilazione;**
- nel caso in cui vi sia la necessità di **trasportare i contenitori di azoto liquido da un piano all'altro** utilizzare un montacarichi (preferibilmente) o un ascensore (in assenza del montacarichi):
 - caricare il carrello nel montacarichi o nell'ascensore;
 - bloccare le ruote del carrello assicurandosi che il carico sia ben stabile e non a rischio ribaltamento;
 - una volta caricato il montacarichi (o l'ascensore), recarsi al piano dove bisogna portare i contenitori di azoto liquido e chiamare il montacarichi (o l'ascensore); **in ogni caso NON ENTRARE nel montacarichi (o nell'ascensore).**

DURANTE L'ATTIVITA': TRAVASO E IMPIEGO

Per il travaso dell'azoto liquido è necessario:

- *in primis* **non toccare MAI con le mani** (o con parti del corpo non protette) tubazioni o recipienti non isolati contenenti azoto liquido

perché la pelle si può incollare saldamente alla superficie fredda con conseguente lacerazione della pelle nel tentativo istintivo di staccarla;

- sistemare il contenitore da riempire su una superficie stabile come, ad esempio, un bancone da laboratorio dotato di bordo anti sversamento;
- se il contenitore è di piccole dimensioni, ad esempio vaso *dewar*:
 - prendere un imbuto;
 - posizionarlo nel contenitore da riempire;
 - inclinare il contenitore ed **effettuare il travaso molto lentamente**: si ricorda che il contenitore da riempire si trova a temperatura ambiente, più calda rispetto ai -199°C dell'azoto liquido. Così facendo è possibile rallentare l'ebollizione del liquido e la formazione di schizzi, oltre a diminuire le sollecitazioni termiche sul contenitore causate dalle elevate differenze di temperatura alle quali avviene il raffreddamento;
 - **riempire il contenitore assicurandosi di non superare il livello di sicurezza**: infatti un eccesso di liquido causa un aumento dell'evaporazione e il pericolo che il liquido fuoriesca durante il trasporto;
 - **mantenersi sempre a debita distanza** dai vapori che si originano;
- nel caso in cui fosse pericoloso o disagiata inclinare il contenitore utilizzare un tubo per il travaso nella seguente maniera:
 - immergere il tubo molto lentamente per evitare l'ebollizione o schizzi di azoto liquido a causa delle enormi differenze di temperatura;
 - immergere il tubo a fondo fino a che la guarnizione oppure il tappo sul tubo formano una tenuta con l'imbocco del contenitore: la normale evaporazione causa una idonea pressione per estrarre il liquido;



- collegare il tubo alla connessione della valvola per lo spillamento del liquido;
- mettere il tubo nel contenitore da riempire;
- aprire la valvola: fintantoché la pressione nel contenitore dell'azoto liquido sarà superiore a quella del contenitore ricevente, l'azoto liquido uscirà attraverso la valvola;
- procedere con le modalità sopra descritte per il riempimento del contenitore;
- chiudere la valvola prima di scollegare il tubo per evitare sversamenti accidentali.

Si rammenta, infine, che **il contenitore deve essere riempito solamente con il liquido criogenico che è destinato a contenere**: introdurre ad esempio l'ossigeno liquido in un sistema di refrigerazione ad azoto liquido può causare l'accensione spontanea di eventuali materiali organici presenti.

ALLA FINE DELL'ATTIVITA'

- mettere il contenitore dell'azoto liquido in sicurezza chiudendolo secondo le specifiche previste dal costruttore;
- stoccare i contenitori in luogo idoneo.

MISURE IN CASO DI EMERGENZA

MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE

- **Aprire le finestre** per arieggiare il locale.
- Far **uscire rapidamente** dal locale tutte le persone presenti.
- **Non rientrare nel locale nell'immediato.**

MISURE DI PRIMO SOCCORSO IN CASO DI ASFISSIA

- Se durante l'utilizzo di azoto liquido l'operatore inizia a vacillare, si sente stordito oppure perde i sensi deve essere immediatamente portato fuori dal laboratorio in un luogo ventilato o all'aria aperta.

- **Sempre che sia possibile e che non vi siano pericoli per il soccorritore, è necessario entrare il più velocemente possibile nel locale, rimanendovi il tempo necessario a condurre fuori l'infortunato.** In caso di dubbio, è in ogni caso opportuno ventilare completamente il locale prima di accedervi.
- Se c'è un arresto della respirazione è necessario chiamare immediatamente il 112.

MISURE DI PRIMO SOCCORSO IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE O CON GLI OCCHI

Recarsi al pronto soccorso in caso di schizzi agli occhi oppure nel caso in cui l'ustione sia molto grave ed estesa e nel caso si verifichino sintomi di congelamento.

Negli altri casi:

- se è possibile, **sfilare rapidamente l'indumento contaminato** prima che aderisca alla pelle;
- **lavare delicatamente** (o immergere le parti ustionate) con abbondante acqua tiepida per almeno 15 minuti. La temperatura ideale per l'acqua è tra i 35 e i 45°C in quanto temperature superiori possono peggiorare l'ustione sul tessuto congelato;
- **non esporre le parti venute a contatto con l'azoto liquido a calore diretto** (ad es. scaldando con un *phon*): il disgelo del tessuto deve avvenire gradualmente (il tempo varia tra i 15 e i 60 minuti);
- non cercare di rompere le vescicole che si sono formate;
- proteggere le parti colpite con una garza sterile o con un indumento soffice, asciutto e pulito evitando di applicare creme e unguenti "fai da te";
- rimuovere indumenti che possano provocare il rallentamento della circolazione del sangue;
- **mantenere l'infortunato al caldo** e dargli da bere qualcosa di tiepido, evitando la somministrazione di bevande alcoliche;
- **se si dovesse manifestare un principio di congelamento o di shock coprire la vittima con una coperta.**