



FEDERCHIMICA

ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali



PERICOLI RELATIVI AI GAS INERTI E ALLA CARENZA DI OSSIGENO

Traduzione e adattamento del Documento EIGA
Doc ICG 44/09/E

Revisione del Doc ICG 44/00

ASSOGASTECNICI

Associazione Nazionale Imprese gas tecnici, speciali e medicinali

20149 **Milano**, Via Giovanni da Procida 11

Tel. +39 02 34565.242

Fax +39 02 34565.458

E-mail: agt@federchimica.it

<http://assogastecnici.federchimica.it>

EIGA

European Industrial Gases Association

Avenue Des Arts 3-5 • B- 1210 Bruxelles

Tel +32 22177098 • Fax: +32 22198514

E-mail info@eiga.org

Internet :<http://www.eiga.org>



FEDERCHIMICA

ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali



PERICOLI RELATIVI AI GAS INERTI E ALLA CARENZA DI OSSIGENO

CLAUSOLA DI GARANZIA DA EVENTUALI RESPONSABILITA'

Tutte le pubblicazioni tecniche di EIGA e ASSOGASTECNICI, in particolare Linee Guida, Procedure di sicurezza e qualsiasi altra informazione tecnica contenuta in esse, sono ottenute da fonti considerate affidabili e sono basate su esperienza ed informazioni tecniche messe normalmente a disposizione dalle aziende associate e da altri, alla data della loro pubblicazione.

Esse devono essere considerate semplici raccomandazioni, prive di valore giuridico e non vincolanti né per gli associati né per i terzi. La loro applicazione deve intendersi assolutamente volontaria.

EIGA e ASSOGASTECNICI non hanno alcuna possibilità di controllo sull'efficacia, sulla corretta interpretazione, l'uso proprio o improprio delle informazioni e dei suggerimenti contenuti nelle loro pubblicazioni da parte di qualsiasi soggetto o ente (incluse le aziende associate) e declinano ogni responsabilità in merito.

Le pubblicazioni di EIGA e ASSOGASTECNICI sono soggette a revisione periodica e spetta agli utilizzatori verificare l'aggiornamento delle edizioni in loro possesso.

INDICE

1.	Introduzione	3
2.	Scopo e applicabilità	3
3.	Definizioni.....	3
4.	Notizie generali sui gas inerti e la carenza di ossigeno	4
4.1.	L'ossigeno è essenziale per la vita	4
4.2.	I gas inerti agiscono senza preavviso	5
4.3.	I gas inerti agiscono rapidamente	5
4.4.	L'ambiguità del termine "gas inerti"	6
4.5.	Vigilanza rispetto ai gas inerti e alla carenza di ossigeno.....	6
5.	Situazioni tipiche relative ai pericoli derivanti dai gas inerti e/o dalla carenza di ossigeno.....	6
5.1.	Spazi ristretti o chiusi o confinati	6
5.2.	L'uso di liquidi criogenici inerti	6
5.3.	Zone in prossimità di punti di ventilazione o di raccolta di gas inerti	7
5.4.	Uso di gas inerti invece dell'aria	8
5.5.	Pericoli relativi ad inalazione e uso improprio di gas inerti	8
6.	Attenuazione del pericolo e misure preventive	9
6.1.	Informazioni, formazione	9
6.2.	Modalità corrette di montaggio e utilizzo	9
6.3.	Segnalazione e protezione delle zone potenzialmente pericolose	9
6.4.	Ventilazione e monitoraggio atmosferico per i gas inerti e la carenza di ossigeno.....	10
6.4.1.	Ventilazione / monitoraggio dei locali in cui il personale entra o lavora abitualmente	10
6.4.2.	Ventilazione / monitoraggio prima di accedere a spazi confinati o strutture chiuse	11
6.4.3.	Ventilazione / monitoraggio per l'accesso ad altri spazi in cui possono essere presenti gas inerti.....	12
6.4.4.	Note sugli interventi di bonifica	12
6.5.	Controllo del tenore di ossigeno	13
6.6.	Il permesso di lavoro.....	13
6.7.	Procedura di Lock-out Tag-out	13
6.8.	Protezione del personale	14
7.	Accesso a spazi confinati.....	14
8.	Recupero e pronto soccorso	15
8.1.	Regole di base	15
8.2.	Elementi del piano di soccorso	15
8.3.	Attrezzature	16
8.4.	Formazioni in materia di soccorso	17
8.5.	Primo soccorso	17
9.	Conclusioni.....	17

10. Bibliografia	18
Appendice A: Riepilogo per il personale	19
Appendice B1: Considerazioni sul recupero da locali normalmente accessibili.....	23
Appendice B2: Considerazioni sul recupero da spazi confinati	25
Appendice B3: Considerazioni sul recupero da fosse o scavi	27
Appendice C: Incidenti causati da carenza di ossigeno.....	29
Appendice D: Segnale di pericolo gas inerti	34

Pericoli relativi ai gas inerti e alla carenza di ossigeno

1. Introduzione

EIGA e Assogastecnici provano viva preoccupazione per il perdurare di incidenti, sia presso aziende produttrici di gas industriali, sia presso gli utilizzatori, la cui causa diretta è la carenza di ossigeno, con conseguente asfissia. Evidentemente, le informazioni sui pericoli dei gas inerti messe a disposizione degli utilizzatori, che si trovano maggiormente esposti ai rischi in questione, non sono sufficienti. Questo documento contiene le informazioni fondamentali per prevenire il rischio di asfissia conseguente alla presenza di gas inerti.

2. Scopo e applicabilità

Il presente documento è uno strumento di formazione destinato ai supervisori, ai manager di linea, agli operatori e agli utilizzatori di tutti gli impianti dove si producono, si conservano o si usano i gas inerti o dove potrebbe comunque verificarsi la mancanza di ossigeno.

Il documento si compone di 4 parti:

Il documento principale è destinato ai manager di linea e ai supervisori e contiene le informazioni di base sull'argomento, la descrizione dei casi tipici di mancanza di ossigeno e le misure di intervento consigliate da porre in atto in caso di incidente.

L'Appendice A è una sintesi semplificata del documento principale, da stampare in forma di opuscolo da distribuire agli operatori e agli utilizzatori finali.

L'Appendice B illustra i criteri di soccorso in caso di incidenti in locali normalmente accessibili, spazi ristretti, fosse e scavi.

L'Appendice C elenca alcune incidenti realmente accaduti in anni recenti, da usare come esempi per sottolineare i rischi potenzialmente mortali dei gas inerti.

L'Appendice D presenta un esempio di un segnale o cartello di pericolo da affiggere per sottolineare i pericoli relativi ai gas inerti e alle atmosfere asfissianti.

3. Definizioni

Asfissia: gli effetti sul corpo umano conseguenti alla carenza di ossigeno, che di solito provocano la perdita di conoscenza e/o la morte. Viene anche detta soffocamento o **anossia**.

Asfissiante: qualsiasi sostanza che riduce la quantità di ossigeno disponibile, per semplice diluizione o per reazione.

Gas inerte: un gas non tossico che non supporta la respirazione umana e che non reagisce o reagisce in misura minima con altre sostanze. I gas inerti più comuni sono l'azoto e i gas rari, come l'elio, l'argon, il neon, lo xeno e il krypton.

Gas infiammabile: un gas il cui maggior pericolo è l'infiammabilità. Si noti che tutti i gas infiammabili sono anche asfissianti.

Utilizzatore: ai fini del presente documento, questo termine indica qualsiasi persona, ditta o altra organizzazione che fa uso dei prodotti venduti dai produttori di gas industriali. Gli utilizzatori possono essere, ma non necessariamente, clienti.

4. Notizie generali sui gas inerti e la carenza di ossigeno

Malgrado la grande quantità di informazioni disponibili, sotto forma di opuscoli, film e sussidi audiovisivi, continuano a verificarsi incidenti gravi che portano all'asfissia, causati dall'uso improprio di gas inerti o dalla carenza di ossigeno. E' quindi assolutamente essenziale richiamare l'attenzione sui pericoli posti dai gas inerti e dalla carenza di ossigeno. Gli incidenti dovuti ad atmosfere prive di ossigeno di norma sono molto gravi e spesso fatali.

La maggior parte delle informazioni riportate in questo documento valgono anche per l'anidride carbonica che, sebbene non sia un gas inerte, causa anch'essa il depauperamento dell'ossigeno. Tuttavia, i pericoli specifici e gli effetti fisiologici dell'anidride carbonica sono più complessi. Nel presente documento non vengono trattati tali aspetti. (Per maggiori ragguagli sui pericoli ulteriori derivanti dall'anidride carbonica, vedere il documento IGC Doc 67/08 "Le bombole di CO₂ presso le sedi degli utilizzatori").

4.1. L'ossigeno è essenziale per la vita

L'ossigeno è l'unico gas che sostiene la vita. La normale concentrazione dell'ossigeno nell'aria che respiriamo 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. La persona colpita non avverte tali effetti.

Se la concentrazione di ossigeno nell'aria diminuisce, o se aumenta la concentrazione di qualsiasi altro gas, si arriva rapidamente ad una situazione che presenta un rischio significativo di asfissia. Per questo motivo, qualsiasi riduzione del tenore di ossigeno al di sotto del 21% deve essere gestita con la massima attenzione:

Asfissia – Effetti della concentrazione di O₂ (dalla Campagna contro l'asfissia NL/77)

O ₂ (Vol %)	Effetti e sintomi
18-21	Non ci sono sintomi riconoscibili da parte della persona colpita. Si deve effettuare una valutazione dei rischi per individuare le cause e determinare se sia o meno sicuro continuare a lavorare.
11-18	Riduzione delle prestazioni fisiche e intellettuali senza che la persona colpita se ne renda conto .
8-11	Possibilità di svenire entro pochi minuti, senza preavviso. Rischio di morte se il tenore di ossigeno è minore dell'11% .
6-8	Lo svenimento si verifica in breve tempo. La rianimazione è possibile se effettuata immediatamente.
0-6	Svenimento quasi immediato. Danni cerebrali , anche se la vittima viene soccorsa.

AVVERTENZA: La situazione si fa pericolosa non appena il tenore di ossigeno inalato si riduce a meno del 18 %. In mancanza totale di ossigeno, l'inalazione di soli 1 o 2 respiri di azoto o altro gas inerte causa l'immediata perdita di conoscenza e può causare la morte.

4.2. I gas inerti agiscono senza preavviso

E' assolutamente essenziale capire che con i gas inerti, quali azoto, argon, elio, ecc., l'asfissia è un fenomeno insidioso: non ci sono segni premonitori!

- I gas inerti sono inodori, incolori e insapori. Non sono rilevabili e quindi possono essere molto più pericolosi dei gas tossici, quali il cloro, l'ammoniaca o l'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. La mancanza di ossigeno può causare vertigini, mal di testa o difficoltà di parola, ma la vittima non è in grado di riconoscere tali sintomi come l'inizio dell'asfissia. L'asfissia porta rapidamente alla perdita di conoscenza – in caso di tenore di ossigeno molto basso, ciò può avvenire nel giro di pochi secondi.

4.3. I gas inerti agiscono rapidamente

In qualsiasi incidente che influisca sulla quantità di ossigeno che arriva al cervello, la rapidità del trattamento di emergenza è critica. Un adeguato trattamento medico (rianimazione), purché somministrato tempestivamente, può impedire il verificarsi di danni cerebrali irreversibili o anche la morte.

Inoltre, e la cosa spesso non è ben compresa, la procedura di soccorso di emergenza per salvare la vittima deve essere organizzata con la massima cura in anticipo, per evitare un ulteriore incidente le cui vittime saranno i componenti della squadra di soccorso. Purtroppo non sono rari i casi in cui chi interviene resta ucciso a sua volta.

4.4. L'ambiguità del termine "gas inerti"

Ognuno, e in modo particolare i clienti, dovrebbe rendersi conto di quanto sia ambiguo il termine "gas inerti" (talvolta chiamati "gas di sicurezza", quando li si usa per prevenire un incendio o un'esplosione), un termine in virtù del quale si tende a considerare il "gas inerte" come un gas inoffensivo!

4.5. Vigilanza rispetto ai gas inerti e alla carenza di ossigeno

In vista dei pericoli di cui si è detto, è essenziale fornire a tutti quelli che maneggiano o utilizzano i gas inerti (il personale dell'azienda produttrice del gas e i clienti) tutte le informazioni e la formazione necessarie in materia di sicurezza, ovvero i mezzi di prevenzione e le procedure da rispettare per evitare gli incidenti, nonché le procedure di soccorso programmato da mettere in atto in caso di incidente.

5. Situazioni tipiche relative ai pericoli derivanti dai gas inerti e/o dalla carenza di ossigeno

5.1. Spazi ristretti o chiusi o confinati

Gli spazi ristretti o confinati e le strutture chiuse rappresentano situazioni particolarmente pericolose, in cui un gas inerte **normalmente presente** (all'interno di un recipiente di processo) potrebbe essersi **accumulato** (da perdite o sfiati) e/o perché lo spazio non è stato **adeguatamente ventilato o bonificato**, e/o perché il ricambio dell'aria è insufficiente o la **ventilazione è carente**.

Esempi di questo tipo di ambienti:

- Ambienti chiusi: serbatoi, recipienti, l'interno dei "cold box" delle apparecchiature di liquefazione, le celle di refrigerazione, i magazzini con atmosfera inibitrice del fuoco, ecc.
- Strutture chiuse: armadi di analizzatori o strumenti, piccoli locali deposito, ambienti chiusi temporanei/coperti da tenda, o ambienti dove si usano gas di saldatura protettivi, ecc.

Le precauzioni da prendere per garantire l'accesso sicuro del personale variano in ognuno dei casi suddetti, come spiegato nell'Appendice B.

5.2. L'uso di liquidi criogenici inerti

Si deve notare che l'uso di liquidi criogenici inerti, come l'azoto o l'elio, comporta due pericoli principali:

- I fluidi sono molto freddi (-196°C per l'azoto e -269°C per l'elio) e venendo a contatto con la pelle possono causare gravi ustioni da freddo.
- Una volta vaporizzati, entrambi i prodotti generano un grande volume di gas inerte freddo (ad esempio, 1 litro di azoto liquido sviluppa 680 litri di prodotto gassoso) che sostituirà l'aria ambiente, provocando carenza di ossigeno, e che tenderà ad accumularsi sul fondo.

Nei processi in cui si fa uso di liquidi criogenici e avviene la vaporizzazione, si deve aver cura di evitare le situazioni in cui il personale è esposto al rischio di carenza di ossigeno. Tale rischio si può verificare in locali in cui le persone entrano o lavorano abitualmente.

Esempi di tali locali:

- I locali interni di edifici in cui le bombole e/o i vasi dewar per liquidi criogenici sono riempiti e/o immagazzinati,
- Laboratori,
- Ascensori (sollevatori) usati per il trasporto di vasi dewar,
- I locali che ospitano surgelatori ad azoto liquido per alimenti (tunnel, armadi),
- Locali in cui si fa uso di scanner per imaging a risonanza magnetica (MRI) o altre apparecchiature raffreddate con elio liquido
- Locali in cui si fa uso di sbavatrici criogeniche.

Note: Per via delle temperature estremamente basse dell'elio liquido si può presentare un pericolo secondario ove il prodotto scorra in tubi rigidi o flessibili. In tale caso è possibile che componenti dell'aria formino, all'esterno del tubo, depositi di gas liquefatto contenenti livelli di ossigeno arricchito [Cfr. Rif. 7].

5.3. Zone in prossimità di punti di ventilazione o di raccolta di gas inerti

Il rischio di asfissia si può presentare, anche all'esterno, in prossimità di:

- Fughe di gas
- Sfiati
- Scarichi di valvole di sicurezza o dischi di rottura
- Aperture di macchine che usano l'azoto liquido per la surgelazione
- Flange cieche
- Chiusini/punti di accesso a recipienti o contenitori bonificati (ad esempio, "cold box" di impianti di frazionamento aria –ASU–, armadi elettrici).

Tutti i gas freddi o i gas più pesanti dell'aria viaggiano o "fluiscono" – spesso non visti – e si accumulano, anche all'esterno, nelle zone basse, come ad esempio:

- Fognature o condotte sotterranee
- Fosse
- Fosse di macchinari
- Piani interrati

- Pozzi di ascensori, montacarichi

Analogamente, e altrettanto pericolosamente, i gas più leggeri dell'aria (es. l'elio) salgono verso l'alto e si accumulano in zone alte non ventilate, come ad esempio:

- Nei controsoffitti
- Sotto i tetti

5.4. Uso di gas inerti invece dell'aria

Uso programmato

In molti luoghi di lavoro sono presenti reti di distribuzione per i gas inerti compressi, utilizzate per applicazioni di processo, per ragioni di sicurezza o per il funzionamento di strumentazioni. Alcuni esempi: inertizzazione/purga dei reattori; impiego dell'azoto come mezzo per l'azionamento di dispositivi pneumatici (es., martelli pneumatici) o come fluido per gli strumenti.

Inoltre, l'azoto è usato sovente come mezzo di riserva o come fluido sostitutivo per le apparecchiature pneumatiche. Quando l'azoto è impiegato come mezzo di riserva in caso di guasto di un compressore per aria strumenti, è abbastanza comune trovare un'erogazione di azoto collegata a quella di aria tramite valvole di intercettazione. E' importante comprendere che la maggior parte degli strumenti azionati pneumaticamente sono dotati di sfiati continui e che l'azoto in uscita dagli sfiati può accumularsi nei quadri o negli armadi elettrici, se mal ventilati, o nei locali degli impianti. Questa evenienza può causare gravi pericoli di asfissia. Quando si usa l'azoto come sostituto temporaneo dell'aria compressa, lo si deve fare in condizioni molto controllate, ad esempio con un permesso di lavoro, e tutti gli interessati devono essere informati.

Uso improprio

Nei siti dotati di sistemi di distribuzione di aria respirabile c'è sempre il rischio che il personale, se non sufficientemente addestrato o senza una conoscenza adeguata degli impianti, possa collegare il respiratore ad una tubazione nella quale circola azoto, con esiti fatali. Tali impianti devono sempre essere segnalati in modo chiaro e l'impianto dell'aria respirabile deve preferibilmente avere un tipo di connessione specifica, che non sia utilizzato in nessuna altra parte del sito.

5.5. Pericoli relativi ad inalazione e uso improprio di gas inerti

Il settore ha ricevuto segnalazioni e rapporti di allerta riguardanti programmi televisivi che hanno proposto agli spettatori un uso improprio di gas come l'elio ed altri gas rari inerti. In particolare, viene sovente proposta, con scopo di divertimento o comicità, l'inalazione di elio per poter ottenere una voce particolarmente acuta e ridicola, la cosiddetta "voce di Paperino". Si ribadisce in questa sede che l'inalazione di elio può provocare la perdita di conoscenza, bloccare il respiro o anche causare la morte improvvisa [Cfr. Rif. 6 per ulteriori informazioni].

6. Attenuazione del pericolo e misure preventive

6.1. Informazioni, formazione

Tutti gli addetti al trasporto o all'uso di gas inerti devono essere informati in merito a:

- Le misure di sicurezza che dovrebbero essere adottate quando si usano i gas.
- Il pericolo rappresentato dall'immissione di gas inerti nei locali di lavoro e dalla potenzialmente conseguente carenza di ossigeno.
- Le procedure da seguire in caso di incidente.

Le informazioni e i programmi di formazione devono essere riesaminati periodicamente e in modo sistematico, onde garantire che siano sempre aggiornati e adatti per i pericoli in questione.

6.2. Modalità corrette di montaggio e utilizzo

Le apparecchiature per la produzione, la distribuzione o l'utilizzo dei gas inerti devono essere installate, mantenute e usate in conformità con:

- Tutte le norme pertinenti
- Le raccomandazioni del fornitore
- Le norme e i codici di condotta del settore dei gas industriali

Non appena montate, le apparecchiature devono essere sottoposte a collaudo e si deve verificare l'assenza di perdite secondo opportune procedure.

Le tubazioni per gas inerti che entrano in un edificio devono essere dotate di una valvola di intercettazione di facile accesso dall'esterno dell'edificio. E' preferibile usare valvole ad azionamento remoto, mediante pulsanti o altri dispositivi di monitoraggio di sicurezza.

Le tubature per gas inerti non più utilizzate devono essere fisicamente scollegate dall'impianto di alimentazione.

Alla fine di ciascun periodo di lavoro, tutti le valvole che isolano il gas inerte devono essere chiuse perfettamente, in modo da evitare il rischio di perdite tra un periodo di lavoro e l'altro.

6.3. Segnalazione e protezione delle zone potenzialmente pericolose

Si devono adottare misure opportune per segnalare le zone potenzialmente pericolose, o per limitare l'accesso alle medesime, ad esempio mediante:

- Apposizione di cartelli di avvertimento per informare sul rischio reale o potenziale di asfissia (Vedere l'esempio nell'Appendice D). Il cartello di avvertimento deve essere abbinato a misure atte ad impedire l'accesso di persone non autorizzate.
- Barriere provvisorie o permanenti, come ad esempio un lucchetto sui passi d'uomo di accesso ai recipienti, o barriere attorno a scavi temporanei.

- Comunicazioni al personale del sito onde garantire che conoscano e dimostrino di aver compreso il pericolo.

6.4. Ventilazione e monitoraggio atmosferico per i gas inerti e la carenza di ossigeno

Di norma, le situazioni in cui si deve valutare la necessità di ventilazione o di monitoraggio dell'aria, onde evitare il rischio di asfissia da gas inerti o da carenza di ossigeno, sono le seguenti tre.

6.4.1. Ventilazione / monitoraggio dei locali in cui il personale entra o lavora abitualmente

Esempi:

- Locali contenenti **tubazioni di gas inerti** che possono presentare perdite, come ad esempio alloggiamenti di compressori, locali di controllo (con pannelli di controllo /analizzatori).
- Locali in cui si usano o custodiscono **liquidi criogenici inerti** (Vedi sopra il punto 5.2).

Per ogni caso specifico si devono determinare le dimensioni dell'edificio/della stanza, la capacità di ventilazione, le pressioni di funzionamento degli impianti, ecc. Nella progettazione degli impianti di ventilazione si possono applicare le seguenti linee guida:

- La ventilazione deve essere continua fintantoché sussiste il pericolo. A tal fine si può asservire l'impianto di ventilazione all'alimentazione elettrica della lavorazione.
- La progettazione dell'impianto di ventilazione deve garantire un flusso d'aria adeguato attorno alle normali zone di lavoro.
- Le buone pratiche di progettazione indicano una capacità di ventilazione minima di 6-10 ricambi d'aria all'ora.
- Uso di dispositivi indicanti il buon funzionamento degli impianti, come ad esempio:
 - Indicatori luminosi,
 - Stelle filanti sull'uscita dei ventilatori,
 - Flussostati nei canali di aspirazione (il monitoraggio non dovrebbe basarsi unicamente su comandi secondari tipo l'indicatore di attivazione sul motore del ventilatore).
- Le tubature di aspirazione devono essere chiaramente segnalate e convogliate ad una zona sicura, ben ventilata all'esterno dell'edificio, ad una distanza sufficiente dalle prese di aria pulita.
- Si deve prestare attenzione al monitoraggio dell'aria nei luoghi di lavoro, ad es. usando un analizzatore di ossigeno personale o un analizzatore per la zona di lavoro, la cui posizione deve essere scelta in base alla valutazione delle condizioni della zona, come indicato al punto 5.3.
- Le persone che lavorano o accedono alla zona devono conoscere gli interventi da attuare in caso di allarmi provenienti dai sistemi di monitoraggio dell'atmosfera o di guasto della ventilazione.

6.4.2. Ventilazione / monitoraggio prima di accedere a spazi confinati o strutture chiuse

Come indicato sopra, al punto 5.1, tali spazi sono costituiti da strutture chiuse o recipienti:

- cui non si accede di routine, e
- si sa che hanno contenuto gas inerti, o
- possono contenere gas inerti o un basso tenore di ossigeno
- qualsiasi recipiente di cui non si sa, e per il quale non si sia verificato se contenga o meno aria respirabile.

In tali casi, valgono le seguenti linee guida per preparare un'atmosfera sicura prima di entrare:

- Le fonti di gas inerte devono essere isolate dallo spazio/dalla struttura tramite barriere fisiche positive o scollegando le tubazioni. Non fidarsi mai di una valvola chiusa.
- Il recipiente o la struttura devono essere lavati adeguatamente con aria (ovvero, asportare il gas inerte e sostituirlo con aria).
 - E' necessario assicurare almeno 3 ricambi d'aria completi nella struttura interessata.
 - Il lavaggio deve continuare fino a che l'analisi non confermi che la qualità dell'aria nel recipiente è sicura ai fini dell'accesso del personale. Se sussiste qualsiasi dubbio che l'azione di lavaggio abbia avuto esito positivo, l'analisi dovrà essere fatta all'interno del recipiente, prendendo campioni in vari punti con una sonda, o, se ciò non fosse possibile, ad opera di una persona competente fornita di autorespiratore.
 - Il sistema di lavaggio deve assicurare la turbolenza per far sì che abbia luogo la miscelazione dell'aria con il gas inerte (onde evitare la permanenza di "sacche" di gas inerte denso o leggero, o "l'incanalamento" del gas a causa di un'azione di lavaggio inadeguata).
 - La rimozione di gas argon o azoto freddo da recipienti grandi o fosse profonde può risultare difficile a causa della densità dei questi gas, relativamente alta rispetto a quella dell'aria. In tali casi, il gas deve essere rimosso procedendo dal fondo dello spazio.
 - La ventilazione non deve mai essere attuata con ossigeno puro, usare unicamente aria.
- Un altro metodo di rimozione dei gas inerti consiste nel riempire il recipiente con acqua e immettere l'aria dopo aver fatto defluire l'acqua.
- Il tenore di ossigeno all'interno dello spazio deve essere monitorato continuamente o ad intervalli regolari.
- Si deve anche considerare la possibilità di usare sistemi individuali di monitoraggio dell'ossigeno.

Ove non sia possibile creare e confermare un'atmosfera sicura, il lavoro deve essere affidato unicamente a personale competente, che deve essere dotato di respiratore a pressione positiva.

6.4.3. Ventilazione / monitoraggio per l'accesso ad altri spazi in cui possono essere presenti gas inerti

Si tratta di spazi confinati che presentano le seguenti caratteristiche:

- Vani di entrata e uscita di dimensioni ridotte
- Ventilazione naturale sfavorevole

Vari esempi sono riportati nelle sezioni 5.1 e 5.3, tra i quali;

- Opere sotterranee
- Fosse/pozzi di profondità superiore ad 1 m
- Locali di dimensioni ridotte, in cui si custodiscono i gas ma non è prevista la presenza continuativa di lavoratori.

Nella maggior parte dei casi suddetti, la presenza di gas inerti non viene avvertita al momento dell'accesso. Comunque, in tutti i casi, la precauzione essenziale è sempre la medesima: prima di entrare in qualsiasi locale, struttura chiusa, fossa, pozzo, ecc. prendere campioni dell'atmosfera interna per verificare il tenore di ossigeno. Ove opportuno, usare un dispositivo di monitoraggio fisso.

Il pericolo maggiore è costituito dal fatto che un basso tenore di ossigeno nell'aria non viene normalmente preso in considerazione.

6.4.4. Note sugli interventi di bonifica

Le indicazioni sul ricambio dell'aria, di cui al precedente punto 6.4.2, sono valide se il gas inerte interessato è l'azoto, in quanto la densità di questo gas è molto simile a quella dell'aria e dell'ossigeno.

Se il gas da bonificare ha una densità molto diversa da quella dell'aria, come ad esempio nel caso di elio, argon o anidride carbonica, ecc., l'aria di ventilazione potrebbe non miscelarsi in modo efficace e l'intervento potrebbe risultare inadeguato.

Per i gas inerti di questo tipo, il volume di gas da spostare (i ricambi d'aria) deve essere almeno 10 volte il volume interessato. Il metodo consigliato per la rimozione di gas molto densi (come ad esempio l'argon o il vapore di azoto freddo) consiste nell'aspirare il gas dalla zona bassa dell'area interessata.

In presenza di gas tossici o infiammabili, è indispensabile effettuare un'ulteriore analisi dei gas presenti nello spazio confinato prima di consentire l'entrata del personale. Per ovvie ragioni, in questo caso misurare il tenore di ossigeno non è sufficiente. Si deve anche misurare il tenore di tutti gli altri gas tossici o infiammabili che erano presenti.

Nel caso specifico dei gas infiammabili, si deve usare in primo luogo l'azoto puro, onde prevenire il rischio di esplosioni, quindi svolgere un'ulteriore bonifica con aria.

6.5. Controllo del tenore di ossigeno

Storicamente, si è sempre attribuita notevole importanza all'esigenza di verificare se l'aria è respirabile. In passato si usavano mezzi semplici, come ad esempio una candela accesa o un canarino (N.B. oggi la normativa sulla tutela della salute animale non lo consentirebbe nemmeno). Attualmente, sono disponibili vari tipi di analizzatori di ossigeno, spesso affidabili e di facile impiego. La scelta del tipo di apparecchio dipende dalla natura del lavoro svolto nel luogo da monitorare (presenza di polvere, temperatura e umidità, rilevatori multipli, dispositivi portatili, ecc.).

- Gli analizzatori di ossigeno sono dispositivi critici e richiedono interventi adeguati di manutenzione e taratura per garantirne l'affidabilità. E' anche importante verificare che i rilevatori fissi e portatili siano ben posizionati, in modo che il campione di atmosfera misurato sia rappresentativo.
- Un modo semplice di appurare se un analizzatore di ossigeno funziona bene consiste nel misurare il tenore di ossigeno dell'aria esterna (21%). L'effettuazione di questo controllo di funzionalità dovrebbe costituire un prerequisito per la concessione del permesso di lavoro.
- Tutti gli analizzatori di ossigeno dovrebbero essere dotati di un dispositivo di allarme che segnali eventuali difetti (esempio, batteria quasi scarica).
- La concentrazione di ossigeno minima per l'accesso sicuro in uno spazio sottoposto a misurazione o verifica per il rischio di carenza di ossigeno è il 19.5%. Vi sono attività, svolte in presenza di concentrazioni di ossigeno inferiori al 19.5%, per le quali l'accesso è consentito a condizione che si prendano ulteriori precauzioni in conformità con una corretta valutazione del rischio e le norme nazionali (ad esempio, limitazione del rischio di incendio). [Cfr. Rif. 4]

6.6. Il permesso di lavoro

Per alcuni tipi di lavoro, le istruzioni di sicurezza e una speciale procedura operativa devono essere redatte sotto forma di permesso di lavoro; ciò vale in particolare per l'accesso a qualsiasi tipo di spazio confinato [Cfr. Rif. 8]. Tale procedura è necessaria durante i lavori eseguiti da sub-fornitori nei "cold box" degli impianti di frazionamento dell'aria, o quando è richiesto l'accesso a serbatoi.

La procedura del permesso di lavoro deve riportare le informazioni dettagliate da comunicare al personale interessato prima dell'inizio del lavoro. Le informazioni devono contenere i termini contrattuali, unitamente alle valutazioni dei rischi, alle procedure e alla formazione per i lavoratori del sito. Deve essere fornita evidenza delle informazioni trasmesse.

6.7. Procedura di Lock-out Tag-out

Onde garantire che tutte le fonti di gas inerti siano state correttamente isolate, si richiede l'attuazione di un procedura formale, rigorosa, di "lock-out" (isolamento del sistema) e "tag-out" (etichettatura delle aree messe in sicurezza), prima dell'accesso a spazi confinati in condizioni di sicurezza.

6.8. Protezione del personale

Il tipo di lavoro da eseguire, il layout del sito e la valutazione dei possibili scenari di soccorso sono i fattori che possono determinare l'esigenza di ulteriori misure protettive. Tali provvedimenti aggiuntivi saranno rappresentati da misure organizzative e/o dispositivi di sicurezza, come ad esempio:

- Dispositivi di monitoraggio dell'ossigeno, fissi o personali
- Un'imbracatura che permetta di recuperare la persona facilmente e rapidamente in caso di emergenza. Preferibilmente, l'imbracatura sarà collegata ad un paranco per facilitare le operazioni di salvataggio (In pratica, una persona sola troverebbe molto difficile sollevare un'altra persona in assenza di un sussidio meccanico di qualche tipo).
- Un sistema di allarme attivabile in caso di emergenza.
- L'uso di un autorespiratore (non maschere a cartuccia che non servono in caso di carenza di ossigeno).
- Durante l'esecuzione di lavori in spazi confinati, una persona dovrebbe stare di guardia all'esterno dello spazio/recipiente su cui si interviene.
- Disponibilità di un autorespiratore di riserva.
- Uso di altri dispositivi di protezione individuale, come ad esempio scarpe di sicurezza, elmetto, occhiali e guanti di sicurezza, a seconda dei pericoli del sito e dei lavori svolti.

7. Accesso a spazi confinati

Se fattibile, il datore di lavoro è tenuto a garantire che i lavori in spazi confinati con atmosfera potenzialmente pericolosa siano eseguiti **senza dover entrare** negli spazi stessi. Soltanto nel caso in cui non ci siano alternative possibili, si potrà chiedere al personale di entrare negli spazi confinati.

Qualsiasi accesso ad uno spazio confinato o struttura chiusa con atmosfera potenzialmente pericolosa deve essere controllato con la massima attenzione, usando:

- Dichiarazione scritta sul metodo di lavoro da seguire all'interno dello spazio interessato.
- Valutazione del rischio documentata sull'esecuzione dei lavori nello spazio specifico.
- Procedure formali, rigorose, di "lock-out" e "tag-out" (c.f.r. punto 6.7).
- Valutazione degli scenari potenziali che potrebbero richiedere interventi di salvataggio.
- Piano di emergenza (soccorso) da attuare in qualsiasi possibile scenario di incidente relativo all'accesso in struttura chiusa o recipiente.
- Disponibilità di personale e attrezzature secondo quanto previsto dal piano di emergenza.
- Personale addestrato e competente nei vari ruoli: accesso, guardia esterna, squadra di emergenza (se richiesta) e supervisore/estensore del permesso.
- Emissione di permesso di lavoro debitamente sottoscritto prima di autorizzare l'ingresso.

Il presente documento non vuole essere una procedura dettagliata sull'accesso a spazi confinati, ma pone l'accento su considerazioni che sono rilevanti qualora sussista un pericolo reale o potenziale dovuto a presenza di gas inerti o a scarso tenore di ossigeno.

8. Recupero e pronto soccorso

La formazione/sensibilizzazione sui pericoli relativi ai gas inerti e all'atmosfera con basso o nullo tenore di ossigeno è di importanza vitale sia per gli addetti che potrebbero dover accedere ad uno spazio confinato, sia per chi potrebbe scoprire una persona colpita dalla carenza di ossigeno all'interno di tali spazi, allo scopo di impedire le conseguenze mortali di tentativi maldestri di soccorso.

La formazione in materia di interventi di soccorso è di importanza fondamentale, dato che un soccorso rapido ma improvvisato, attuato senza seguire una procedura formale, spesso si dimostra inefficace o addirittura catastrofico; in altre parole, chi tenta di prestare soccorso senza sapere come si deve procedere, può diventare la seconda o anche la terza vittima. Questo è uno dei casi più comuni di incidenti fatali multipli per asfissia.

8.1. Regole di base

Se una persona subisce un collasso improvviso e non dà più segni di vita mentre lavora in un recipiente, uno spazio parzialmente chiuso, uno scavo, una fossa o un locale di dimensioni ridotte, ecc., si DEVE presumere che la persona sia stata colpita da carenza di ossigeno a causa della presenza di un gas inerte (che, come detto in precedenza, è inodore, incolore e insapore):

AVVERTENZA: lo scopritore deve presumere che la sua stessa vita sia in pericolo se entra nello stesso spazio!

Il rischio che il soccorritore diventi la seconda vittima deve essere evitato ad ogni costo. Idealmente, il soccorritore dovrebbe dare l'allarme e chiedere assistenza per effettuare un soccorso programmato.

I soccorritori possono tentare di salvare una possibile vittima di asfissia unicamente se dispongono delle attrezzature necessarie, sono stati addestrati in merito, dispongono dell'assistenza e del supporto necessari.

8.2. Elementi del piano di soccorso

La metodologia dell'intervento di soccorso dipende dall'accesso ad un dato luogo. Se attuabile, è preferibile un intervento senza ingresso nello luogo interessato. L'Appendice B riporta i criteri che devono guidare i piani di soccorso in tre diverse situazioni:

- Soccorso in locali normalmente accessibili
- Soccorso in spazi confinati
- Soccorso in fosse, pozzi o scavi

In ognuna delle situazioni suddette il piano di soccorso deve contenere elementi sui seguenti aspetti:

- Come diramare l'allarme
- Definizione di possibili scenari di intervento (non solo rispetto agli effetti della carenza di ossigeno)
- Qualsiasi scenario relativo a luoghi di lavoro adiacenti che potrebbe richiedere un'uscita immediata dalla zona (ad esempio, evacuazione del sito in caso di incendio in un'altra zona)
- Una persona di guardia, preparata per mantenere il contatto visivo e verbale con chi entra nello spazio confinato e fare sì che egli possa uscire dallo spazio confinato qualora si sospettino o si osservino i sintomi di carenza di ossigeno.
- L'assistenza da fornire dall'esterno del luogo interessato per aiutare la persona che si trova all'interno a venirci fuori senza la necessità che altri debbano entrare.
- Ricontrollo/conferma della composizione dell'atmosfera prima del salvataggio.
- Personale e attrezzature necessarie per recuperare vittime in stato di incoscienza.
- Somministrazione di cure mediche/interventi di primo soccorso (per esempio, rianimazione e/o somministrazione di ossigeno) all'interno dello spazio confinato, se necessario.
- Ingresso senza rischi da parte di personale di soccorso e/o personale sanitario, se necessario.
- Come mettere lo spazio in sicurezza e prevenire ulteriori danni alla persone dopo il salvataggio.

8.3. Attrezzature

Affinché l'interventi di soccorso abbia successo, saranno necessarie alcune delle attrezzature indicate nel seguito (le esigenze effettive devono essere valutate nell'ambito del piano di soccorso e messe a disposizione e rese facilmente utilizzabili, durante i lavori negli spazi confinati):

- Dispositivi di allarme sonoro portatili, come ad esempio, una tromba, un fischietto, un claxon ecc. per avvisare le persone delle zone circostanti sulla necessità di prestare assistenza.
- Disponibilità di telefoni o radio sul luogo di lavoro per poter diramare l'allarme in caso di problemi.
- Una cintura o imbracatura di sicurezza, agganciata ad una fune.
- Dispositivi meccanici, quali pulegge o paranchi, per recuperare la vittima.
- Possibilmente, una fonte di aria o di ossigeno, per la ventilazione dello spazio confinato, come ad esempio:
 - Un tubo dell'aria compressa collegato alla rete di aria compressa del sito,
 - Un dispositivo di ventilazione.
- Dispositivi aggiuntivi di monitoraggio ossigeno per la squadra di soccorso per ricontrollare le condizioni all'interno dello spazio confinato.
- Erogatori di aria a pressione positiva. Possono essere costituiti da sistemi di erogazione aria posti all'esterno o di autorespiratori (SCBA).

AVVERTENZA: *Le maschere a cartuccia per i gas tossici non sono adatte in quanto non rimpiazzano l'ossigeno mancante.*

- Kit di rianimazione con rifornimento di ossigeno per la vittima. Di norma, il kit si compone di una piccola bombola di ossigeno, un regolatore di pressione, un sacchetto gonfiabile e una maschera che copre il naso e la bocca della vittima.
- Una barella per portare la persona colpita fuori dallo spazio confinato e dal luogo di lavoro ed eventualmente fino all'ambulanza.

Si deve notare che qualsiasi attrezzatura ritenuta necessaria per il recupero di emergenza da spazi confinati deve essere definita in base ad una valutazione completa del rischio ed al piano di emergenza che ne consegue. Se l'attrezzatura non fosse disponibile, l'intervento di soccorso non dovrebbe essere attuato.

8.4. Formazioni in materia di soccorso

I piani di emergenza che considerano la possibilità di effettuare operazioni di soccorso dovrebbero prevedere un programma annuale di formazione con **esercitazioni pratiche**. Inoltre, è buona pratica considerare lo svolgimento di un'esercitazione di soccorso prima di cominciare i lavori in spazi confinati.

8.5. Primo soccorso

In presenza di un potenziale pericolo derivante da gas inerti/carenza di ossigeno, è opportuno prevedere la disponibilità di personale qualificato ad applicare misure di primo soccorso e/o eseguire interventi di **rianimazione** in caso di incidenti. La forma di trattamento più semplice per una persona colpita dagli effetti della carenza di ossigeno consiste nel trasportare la vittima **all'aria aperta** – purché il trasporto possa essere eseguito in condizioni di sicurezza!

Nella maggior parte dei paesi si richiede una formazione specifica per gli addetti al primo soccorso, affinché siano qualificati a **somministrare ossigeno** alle persone colpite da anossia o altri disordini.

9. Conclusioni

Due sono le considerazioni essenziali da tener presenti riguardo agli incidenti da carenza di ossigeno provocati dalla presenza di gas inerti:

- Gli incidenti da carenza di ossigeno provocati dalla presenza di gas inerti si verificano inaspettatamente e le reazioni del personale possono essere sbagliate. Per evitare questo pericolo, tutte le persone che potrebbero dover lavorare con i gas inerti, o potrebbero essere esposti a tali gas, devono ricevere formazione/sensibilizzazione continua sui pericoli presentati da tali gas.
- Gli incidenti causati da un'atmosfera asfissiante sono sempre gravi, se non fatali. E' assolutamente necessario condurre sessioni regolari e periodiche di formazione/sensibilizzazione per tutto il personale, nonché esercitazioni pratiche di soccorso.

10. Bibliografia

- [1] Documento CGA SB-2 2007 Oxygen-Deficient Atmospheres
- [2] EIGA Asfissiation campaign documents 2003 – including Dangers of Asfissiation leaflet (SL 01/03); Oxygen Deficiency training presentation (PR 01/03, tradotta in italiano da Assogastecnici) and Newsletter 77/03
- [3] Oxygen deficiency hazards. Video EIGA, 1997 o video Assogastecnici “L’assassino subdolo”
- [4] EIGA Position Paper PP-14: Definitions of Oxygen Enrichment/Deficiency Safety Criteria – Agosto 2006.
- [5] US Chemical Safety and Hazard Investigation Board website Video Room www.csb.gov
- [6] EIGA position Paper PP-24: Abuse of Gases
- [7] IGC Doc 004 Fire Hazards of Oxygen and Oxygen Enriched Atmospheres
- [8] IGC Doc 040 Work Permit Systems

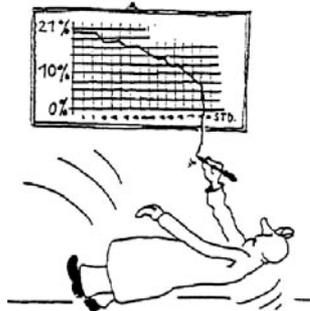
Appendice A: Riepilogo per il personale

1. Perché abbiamo bisogno dell'ossigeno?

**L'OSSIGENO È INDISPENSABILE PER LA VITA
NON POSSIAMO VIVERE SENZA SUFFICIENTE OSSIGENO**

Quando si cambia la composizione naturale dell'aria, l'organismo umano può subire delle conseguenze negative o essere anche gravemente danneggiato.

Se si aggiungono o si miscelano con l'aria respirabile gas diversi dall'ossigeno, si verifica una riduzione (diluizione) della concentrazione di ossigeno e si verifica una carenza di ossigeno.



Se la carenza di ossigeno si verifica a causa della presenza di gas inerti (ad esempio, azoto, elio, argon, ecc.) si ha un calo dell'efficienza fisica mentale dell'interessato senza che questi se ne renda conto; quando il tenore di ossigeno scende all'11% (invece del normale 21%) la persona sviene senza alcun sintomo premonitore.

Al di sotto dell'11% si ha un rischio molto alto di morte per asfissia, che sopravviene nel giro di pochi minuti, a meno che non si intervenga immediatamente con la rianimazione!

Vedere in merito anche la Newsletter EIGA (*EIGA Safety Newsletter NL/77 Campaign against Asphyxiation o la presentazione EIGA/Assogastecnici intitolata "Mancanza di ossigeno"*).

2. Cause della carenza di ossigeno

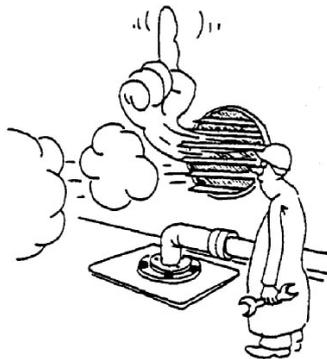
a) Quando un litro di gas liquido (per esempio di azoto, argon o elio) evapora, dal litro di liquido si sviluppano circa 600 - 850 litri di gas. In mancanza di adeguata ventilazione tale enorme volume di gas può provocare molto rapidamente una carenza di ossigeno.



b) In caso di fughe di gas diversi dall'ossigeno da tubature, bombole, recipienti, ecc., ci si deve sempre aspettare una carenza di ossigeno. Si devono effettuare controlli periodici per escludere la presenza di perdite.

Non si deve entrare in spazi con ventilazione limitata o insufficiente (ad esempio, serbatoi) senza aver fatto l'analisi dell'area e aver avuto conferma che il luogo è sicuro, e senza previa emissione del permesso di lavoro.

c) In caso di lavori da eseguirsi in prossimità delle aperture di ventilazione, tubi di sfiato o chiusini di accesso a recipienti, il personale deve essere preparato all'idea di incontrare un'atmosfera a basso o nullo tenore di ossigeno che fuoriesce dalle aperture.



d) Si avrà sempre una carenza di ossigeno quando si bonifica un impianto o un recipiente con azoto o un altro gas inerte.

3. Rilevamento di una carenza di ossigeno

I SENSI UMANI NON POSSONO RILEVARE LA CARENZA DI OSSIGENO

Gli strumenti di misurazione danno un allarme sonoro o visivo basato sulla concentrazione di ossigeno e possono indicare il tenore di ossigeno presente. Tali strumenti devono sempre essere collaudati in aria esterna prima dell'uso. Se è possibile la presenza di gas tossici o infiammabili, devono essere usati anche strumenti di misura specifici.



4. Dispositivi di respirazione

I dispositivi di respirazione devono essere impiegati nelle situazioni in cui ci si aspetta un insufficiente tenore di ossigeno e non vi si può ovviare per via di un'adeguata ventilazione.

Le maschere a cartuccia utili in presenza di gas tossici (come ad esempio, ammoniaca, cloro, ecc.) sono inutili a tale scopo.

Tipi consigliati di dispositivi di respirazione:

- Autorespiratori con bombola di aria compressa;
- Maschere integrali con respiratore collegato tramite flessibile ad una riserva di aria respirabile.

NOTE:

- Si deve tener presente che quando si indossano questi apparati, specialmente con bombole piene d'aria, può risultare difficile entrare nei passi d'uomo.
- Il collaudo periodico delle apparecchiature deve essere eseguito secondo la normativa nazionale in vigore.
- Gli utilizzatori devono essere addestrati e devono esercitarsi regolarmente nell'uso dell'apparecchiatura.

5. Spazi confinati, recipienti, ecc.

Qualsiasi recipiente o spazio confinato in cui si prevede che l'ossigeno sia insufficiente e che sia collegato ad una fonte di gas deve essere scollegato dalla fonte:

- eliminando un tratto del tubo o
- inserendo una flangia cieca prima e durante la fase di accesso.

Fare affidamento sulla tenuta delle valvole può risultare fatale.

Lo spazio confinato, o il recipiente, deve essere adeguatamente ventilato e il tenore di ossigeno deve essere misurato periodicamente prima e durante la fase di accesso.

Se l'atmosfera interna non è respirabile, deve essere incaricata del lavoro una persona qualificata, che deve utilizzare un dispositivo di respirazione.

L'autorizzazione ad entrare nello spazio deve essere concessa **unicamente dopo** l'emissione del **permesso di accesso** firmato da un **responsabile**.

Fintantoché una persona si trova all'interno di uno spazio confinato, o recipiente, ci deve essere una persona di guardia immediatamente all'esterno. Tale persona deve avere a disposizione un autorespiratore.

Per facilitare il recupero, la persona che si trova all'interno dello spazio confinato deve indossare un'imbracatura con fune. I doveri della persona di guardia devono essere definiti chiaramente. Può essere necessario usare un paranco per il recupero di una persona non autosufficiente.



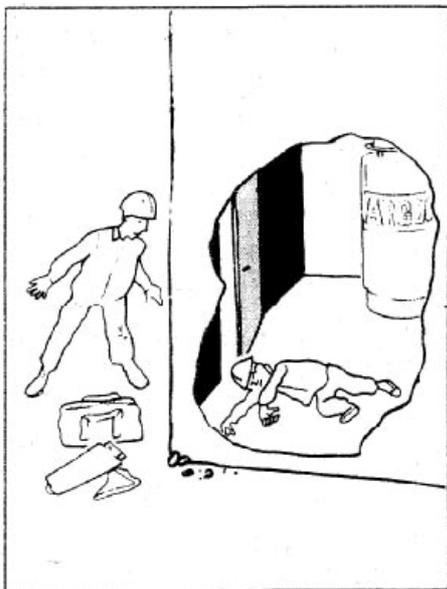
6. Misure di emergenza

Se la persona è svenuta a causa della carenza di ossigeno, il suo recupero può essere effettuato unicamente se il personale di soccorso dispone di respiratori che consentano loro di entrare nello spazio carente di ossigeno senza rischi.

Portare la vittima all'aria aperta e somministrare ossigeno senza indugio tramite un dispositivo di rianimazione automatico, se disponibile, o praticare la respirazione artificiale. Per le linee guida e le istruzioni sulla rianimazione ci si può rivolgere al Consiglio Europeo per la Rianimazione (sito web: www.erc.edu).

Continuare fino a che il paziente non si sia ripreso o fino a che non si riceve l'ordine di interrompere la rianimazione da parte di personale medico qualificato.

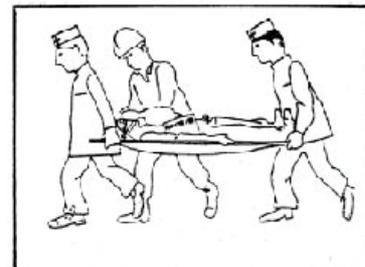
Appendice B1: Considerazioni sul recupero da locali normalmente accessibili



Scenario di soccorso programmato:

Se si devono effettuare lavori su **gas inerti o liquidi criogenici all'interno di una stanza chiusa** si suggerisce quanto segue:

- L'addetto che entra nel locale deve portare un dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno, in aggiunta agli apparati fissi, dato che la concentrazione di ossigeno può variare da un punto all'altro del locale se la ventilazione manca del tutto o è insufficiente rispetto alla portata di eventuali perdite.
 - L'atmosfera all'interno deve essere controllata prima di entrare.
 - Una persona deve restare di guardia all'esterno e mantenere il contatto visivo e verbale con la persona all'interno onde assicurarsi che questi possa uscire dal locale senza aiuto in caso di sintomi iniziali di carenza di ossigeno.
 - La persona di guardia deve diramare l'allarme per telefono o via radio in caso di problemi.
- La persona di guardia deve tener pronto un autorespiratore (SCBA) in modo da poter entrare senza pericolo nel locale chiuso per prestare assistenza o estrarre la vittima, se necessario.
 - Se non è in opera un piano che consenta alla persona di guardia di recuperare senza aiuto la persona colpita, la squadra di soccorso deve essere avvertita anticipatamente del fatto che si sta per accedere ad uno spazio a rischio e deve essere dotata di autorespiratori e di altre attrezzature per poter entrare senza pericolo nello spazio al fine di prestare assistenza o di estrarre la vittima, se necessario.
 - Devono essere approntati piani per consentire che la persona colpita riceva cure/valutazioni da parte di personale medico qualificato non appena possibile dopo averla recuperata dalla stanza.



Scenario di soccorso non programmato:

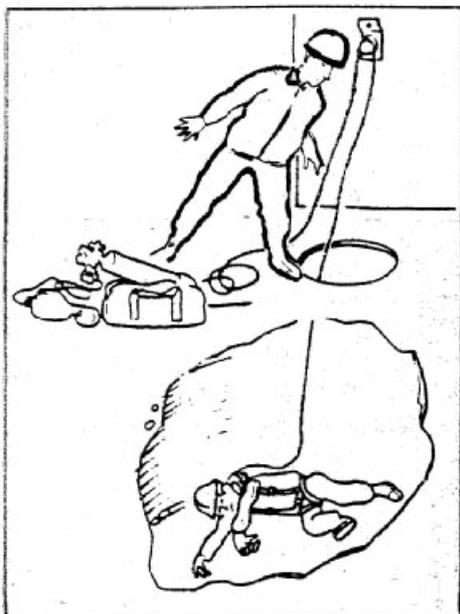
Se si trova una persona in stato di collasso in un locale che presenta il rischio potenziale di fughe di gas inerte / mancanza di ossigeno, il soggetto che trova la vittima deve presumere **che la sua**

stessa vita sarebbe in pericolo se entrasse nella medesima zona. Egli deve diramare l'allarme e chiedere assistenza affinché si possa effettuare un intervento di soccorso adeguato.

SOLTANTO se la persona in stato di collasso può essere raggiunta dall'esterno della stanza si può considerare la possibilità di estrarre la vittima e portarla all'aria aperta e farle prestare l'assistenza medica.

Se il collasso è stato causato da carenza di ossigeno e la vittima è rimasta nel locale per un periodo di tempo prolungato, è probabile che la vittima sia già morta e chi la trova rischierebbe la propria vita inutilmente.

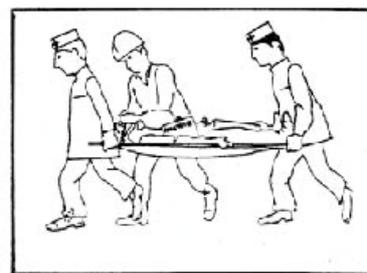
Appendice B2: Considerazioni sul recupero da spazi confinati



Scenario di soccorso programmato:

Se si devono eseguire lavori all'interno di **uno spazio confinato**, come ad esempio un serbatoio o uno spazio di difficile accesso, con la possibile presenza di gas inerti o atmosfera carente di ossigeno, è essenziale agire come segue:

- Mettere in sicurezza l'atmosfera all'interno, ventilare lo spazio e controllarlo prima di entrare.
 - La persona che entra deve portare un dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno.
 - Se possibile, chi entra deve indossare una imbracatura con fune di sicurezza per l'eventuale recupero da parte di personale all'esterno. Può essere necessario fare uso di un paranco o altro dispositivo meccanico.
 - Si deve mettere una persona di guardia all'esterno dello spazio, che mantenga il contatto visivo e verbale con chi entra e si assicuri che questi esca dallo spazio confinato se si sospettano o si osservano sintomi di carenza di ossigeno.
- La persona di guardia può dare l'allarme per chiamare una squadra di soccorso per telefono o via radio in caso di problemi.
 - La squadra di soccorso deve essere avvertita anticipatamente che sono in corso lavori che prevedono l'accesso ad uno spazio confinato e deve essere dotata di autorespiratori e di altre attrezzature per poter entrare senza pericolo nello spazio confinato al fine di prestare assistenza o di estrarre la vittima, se necessario.
 - La persona di guardia non deve mai entrare nello spazio confinato.
 - Devono essere approntati piani per consentire a personale medico qualificato di prestare assistenza/valutare la persona colpita non appena possibile dopo averla recuperata dallo spazio confinato.



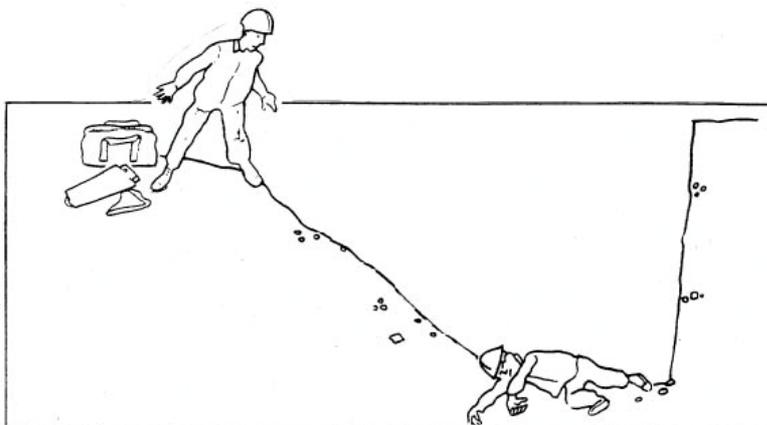
Scenario di soccorso non programmato:

Tutti gli spazi confinati devono essere chiusi o recintati per impedire gli accessi non autorizzati. Deve risultare impossibile l'accesso incontrollato allo spazio confinato, in modo che non si verifichi una situazione di "soccorso non programmato"!

Se comunque si trova una persona in stato di collasso all'interno di uno spazio confinato che presenta il rischio potenziale di gas inerte/carenza di ossigeno, il soggetto che scopre la vittima deve presumere che **la sua stessa vita sia in pericolo** se accede alla stessa zona. Egli deve diramare l'allarme e chiedere assistenza affinché si possa effettuare un intervento di soccorso adeguato.

Se il collasso è stato causato da carenza di ossigeno e la vittima è rimasta nello spazio confinato per un periodo di tempo prolungato, è probabile che sia già morta e chi la trova rischierebbe la propria vita inutilmente.

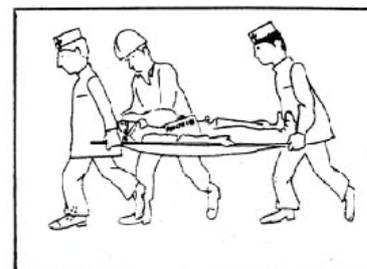
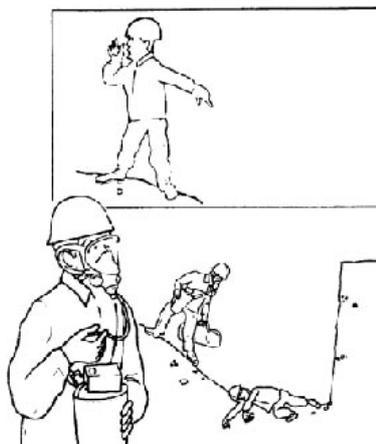
Appendice B3: Considerazioni sul recupero da fosse o scavi



Scenario di soccorso programmato:

Se si devono eseguire lavori all'interno di uno scavo, una fossa o un pozzo o altri spazi aperti con la possibile presenza di gas inerti o atmosfera carente di ossigeno, si raccomanda quanto segue:

- Controllare l'atmosfera dello spazio prima di accedervi.
- Entrare indossando un dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno, dato che il tenore di ossigeno può variare da un punto all'altro dello spazio, se vi circola poca aria respirabile.
- Mettere una persona di guardia all'esterno dello spazio, che mantenga il contatto visivo e verbale con chi entra e si assicuri che questi riesca ad uscire senza aiuto se si sospettano o si osservano sintomi di carenza di ossigeno.
- La persona di guardia può dare l'allarme per chiamare una squadra di soccorso addestrata per telefono o via radio in caso di problemi.
- La persona di guardia ha pronto un proprio autorespiratore (SCBA) SE è fattibile il suo ingresso nell'area per assistere o recuperare la vittima senza aiuto, OPPURE
- La squadra di soccorso deve essere avvertita anticipatamente dei lavori in corso in uno spazio confinato e deve essere pronta a intervenire con propri autorespiratori (SCBA) e altre attrezzature per potere accedere senza rischio se fosse necessario recuperare la vittima.
- Devono essere predisposti piani per consentire che la persona colpita riceva cure/valutazioni da parte di personale medico qualificato non appena possibile dopo averla recuperata dalla fossa.



Scenario di soccorso non programmato:

Se si trova una persona in stato di collasso all'interno di una fossa, scavo o altro spazio confinato che presenta il rischio potenziale di gas inerte /carenza di ossigeno, il soggetto che scopre la vittima deve presumere che **la sua stessa vita sia in pericolo** se accede alla stessa zona. Deve dare l'allarme e chiedere assistenza affinché si possa effettuare un intervento di soccorso adeguato.

Se il collasso è stato causato da carenza di ossigeno e la vittima è rimasta nello spazio confinato per un periodo di tempo prolungato, è probabile che sia già morta e chi la trova rischierebbe la propria vita inutilmente.

Appendice C: Incidenti causati da carenza di ossigeno

Il seguente elenco sintetizza una serie di incidenti riportati ad EIGA, alcuni dei quali si sono verificati di recente. Dall'elenco si evince come sia indispensabile richiamare regolarmente l'attenzione del nostro personale e anche dei nostri clienti sui pericoli derivanti dai gas inerti e dalla carenza di ossigeno.

1. Si stava collaudando con l'azoto una nuova condotta in un cunicolo. Un addetto entrò nel cunicolo per determinare le cause di una fuga di gas udibile. Fu sopraffatto dal gas e morì.
2. Un operaio fu sopraffatto dalla mancanza di ossigeno dopo essere entrato in un grosso serbatoio che era stato inertizzato con l'azoto. Due compagni cercarono di soccorrerlo senza indossare un respiratore e furono anch'essi sopraffatti. Morirono tutti e tre.
3. Un uomo fu sopraffatto nell'entrare in un serbatoio in acciaio che era rimasto chiuso per alcuni anni. L'aria all'interno del serbatoio non era più adatta a sostenere la vita in quanto l'ossigeno era stato consumato dall'ossidazione dell'acciaio.
4. Un operaio di una ditta esterna doveva eseguire saldature all'interno di un recipiente, il recipiente era stato tenuto sotto copertura di azoto, ma era stato ventilato con aria prima di iniziare i lavori. Per sicurezza, si era chiesto al saldatore di usare un respiratore, ma, sfortunatamente, un compagno collegò il flessibile al tubo dell'azoto invece che al tubo dell'aria e il saldatore morì asfissiato.

Tale incidente si è verificato perché il punto di uscita dell'azoto non recava un'etichetta di identificazione e la connessione era quella di un normale flessibile dell'aria.

5. Furono eseguite saldature con una miscela di argon all'interno di un camion cisterna. Durante la pausa pranzo, il cannello di saldatura fu lasciato all'interno della cisterna e dato che la valvola non era ben chiusa si verificò una fuga di argon. Al suo rientro nel serbatoio il saldatore perse conoscenza, ma fu salvato in tempo.

Le apparecchiature collegate ad una fonte di gas diverso dall'aria non devono mai essere lasciate all'interno di spazi confinati durante le pause pranzo o simili. Chiudere le valvole non è sufficiente garanzia contro le fughe di gas. Se si eseguono lavori all'interno di recipienti, ecc., verificare che la struttura sia stata ventilata adeguatamente e assicurare l'uso di respiratori adeguati.

6. L'autista di un piccolo veicolo per la distribuzione di azoto liquido stava eseguendo una consegna. Arrivato alla sede del cliente, collegò il flessibile di travaso ad un serbatoio ubicato in un seminterrato. Aveva cominciato il travaso quando un dipendente del cliente lo informò che attorno al serbatoio si stava formando una nuvola di vapore. L'autista interruppe il lavoro e si avvicinò al serbatoio per investigare. Una volta arrivato al fondo della scala svenne, ma fortunatamente fu visto da un dipendente del cliente che riuscì a indossare un respiratore, raggiungere l'infortunato e trascinarlo via. L'autista si rimise completamente.

Senza che l'autista se ne accorgesse, il disco di rottura del serbatoio si era rotto prima dell'inizio delle operazioni di riempimento e non appena l'autista ebbe cominciato il travaso si verificò una fuga di azoto in prossimità del serbatoio. Quando si avvicinò per il controllo, senza indossare il dispositivo portatile di monitoraggio dell'ossigeno, che lo avrebbe avvisato della carenza di

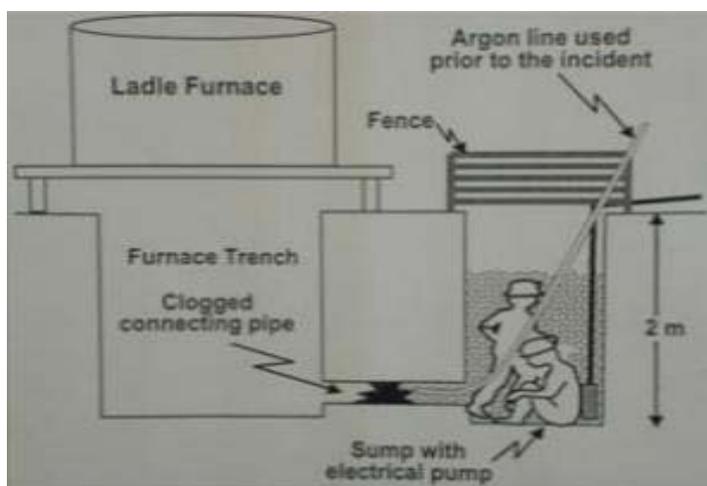
ossigeno, l'autista fu sopraffatto. L'installazione era stata decommissionata e non era più utilizzata. Non solo il serbatoio si trovava in un seminterrato, ma lo sfiato del dispositivo di sicurezza non era ubicato in una zona sicura.

7. Durante una revisione di routine di un impianto di frazionamento aria, un tecnico della manutenzione era stato incaricato di sostituire l'elemento filtrante di un filtro dell'ossigeno liquido. L'impianto fu chiuso e furono emessi permessi di lavoro per ogni aspetto del lavoro. Malgrado tali precauzioni, il tecnico svenne mentre lavorava su un filtro che era stato bonificato con azoto. Cadde a terra, probabilmente asfissiato dall'azoto, e tutti i tentativi di rianimarlo fallirono.
8. Presso un impianto criogenico, la valvola regolatrice della pressione di un apparato situato **all'interno** dell'edificio si aprì quando la pressione nel serbatoio **esterno** aumentò oltre il valore limite della valvola regolatrice. La mattina seguente, il personale che si apprestava ad entrare nel locale notò la brina che si era formata e così allertato evitò di entrare.
9. Un cliente ricevette 2 smerigliatrici a bassa temperatura, che furono poste nella zona dell'officina. Il cliente installò un unico impianto di estrazione dell'azoto per le due macchine. Una delle due macchine fu spenta per la pulizia mentre l'altra fu lasciata accesa. Un addetto che lavorava sulla macchina da pulire perse conoscenza e morì asfissiato prima dell'arrivo dei soccorritori. L'impianto abbinato di estrazione aveva permesso il trasferimento dell'azoto esausto dalla macchina in funzione alla macchina da pulire.
10. Un autista morì asfissiato durante la messa in servizio di una stazione per l'azoto presso un cliente. Il serbatoio del cliente si trovava in una fossa che né i progettisti, né la squadra incaricata della distribuzione, né l'autista avevano riconosciuto essere uno spazio confinato. L'autista fu mandato da solo ad eseguire la messa in servizio. Durante l'intervento, egli fece un errore: aprì la valvola della condotta del liquido invece dalla valvola di sfiato del gas per bonificare e raffreddare il serbatoio. Si ritiene che non si sia accorto subito dell'errore, in parte a causa di un collettore modificato che consentiva lo sfiato del gas tramite uno scarico senza tappo nella condotta di alimentazione del liquido. Quando l'autista aprì la valvola il gas cominciò ad uscire, come succede di regola, ma nel posto sbagliato. Quando si accorse che fuoriusciva liquido invece di gas, l'uomo scese nella fossa per correggere l'errore. A questo punto era entrato in una zona in cui l'aria era satura di azoto e povera di ossigeno.
11. Un gruppo di operai lavorava regolarmente sul lato di entrata di un freezer a tunnel. Mentre la temperatura del tunnel si avvicinava al set-point prestabilito, un nuovo addetto si accorse che una nuvola di gas di N₂ fuoriusciva dal lato di uscita del freezer. Aumentò quindi bruscamente la velocità del ventilatore a chiocciola per spostare il gas da lato di uscita al lato di entrata del prodotto. Il ventilatore di aspirazione e il ventilatore di sfiato funzionavano in modalità manuale. Di conseguenza, la nuvola di N₂ si spostò sul lato entrata del prodotto e cinque addetti che

stavano lavorando attorno al tavolo di carico persero conoscenza. Fortunatamente, non ci furono feriti gravi e tutti ripresero il lavoro dopo un breve riposo.

12. Durante la messa in funzione di un'unità di frazionamento aria, tre operai di una ditta esterna stavano lavorando su una scala a pioli per completare la verniciatura della torre azoto/acqua. Per completare la verniciatura della parte superiore della torre appoggiarono una tavola di legno sulla sezione di scarico in atmosfera. Uno dei verniciatori montò sul tavolato, circondato dal flusso di azoto, e cadde dentro la torre. Gli altri due operai accorsero dalla scala alla tavola per salvare il compagno. Entrambi caddero a loro volta nella torre. I tre morirono prima di poter essere soccorsi.
13. La bonifica con azoto, prima dell'uso di una condotta di metano avente diametro di 0,5 m e lunga 10 km, era stata affidata ad una ditta esterna specializzata. Quando un dipendente della ditta e due dipendenti del cliente entrarono nella camera, che si trovava in un punto remoto del sito, restarono asfissati e in seguito furono trovati morti nel locale. Due flange cieche perdevano e non c'era alcun dispositivo di monitoraggio dell'ossigeno.
14. Il serbatoio di azoto di un cliente, con volume pari a 10 m³, di un impianto PSA doveva essere ispezionata dall'ente competente. L'ispettore entrò nel serbatoio e perse conoscenza immediatamente. Due dipendenti dell'azienda del gas che prendevano parte all'ispezione riuscirono a tirar fuori l'ispettore senza entrare nel serbatoio. L'ispettore si riprese.
15. Fu installato un serbatoio di CO₂ liquida. Il serbatoio doveva essere bonificato con aria, ma per errore il flessibile fu collegato all'azoto. Il passo d'uomo del serbatoio si trovava a 4 m da terra. Per motivi ignoti, un dipendente della ditta esterna portò una scala, entrò nel serbatoio e morì asfissiato. Proprio quella mattina, ai dipendenti era stato raccomandato di non entrare nel serbatoio prima che l'atmosfera non fosse stata controllata ufficialmente.
16. Un dipendente entrò in un armadio elettrico in cui, durante una fermata, l'aria strumenti era stata sostituita temporaneamente con N₂. La spia verde sulla porta era accesa ad indicare che l'atmosfera interna era respirabile. Non appena l'addetto mise piede nell'armadio, il suo dispositivo di monitoraggio ossigeno emise un segnale di allarme, indicando un tenore di ossigeno pari o inferiore al 18%. Si tirò indietro in tempo e quando il livello dell'ossigeno fu sufficiente controllò il ventilatore. Il ventilatore del sistema di ventilazione non stava girando: i fili elettrici della spia erano stati montati male.
17. La perlite all'interno di un serbatoio in corso di installazione doveva essere svuotata da una ditta esterna esperta del ramo. Durante l'intervento, uno degli operai cadde nella perlite, fino ad una profondità di 3 metri circa e morì asfissiato.

18. Durante la manutenzione (pulizia e verniciatura) delle superfici interne ed esterne di un serbatoio dell'acqua, un operatore soffrì di anossia a causa dell'azoto impiegato, al posto dell'aria, per bonificare il serbatoio. Due dipendenti cercarono di recuperare la vittima e svennero. I due, soccorsi e portati in ospedale per le cure di emergenza, si salvarono, ma il primo operatore morì.
19. Durante l'installazione di un nuovo separatore di fase su di una condotta LIN presso il sito del cliente, un tecnico si recò nel sottotetto. Il suo dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno cominciò subito a dare l'allarme indicante un basso tenore di ossigeno. Il tecnico si allontanò subito e avvertì il cliente. Qualche giorno dopo, mentre il macchinario di congelamento alimenti del cliente era in funzione, un progettista misurò concentrazioni di ossigeno molto minori al 19% nel locale produzione. Lasciò la stanza, chiese a tutti gli addetti della ditta esterna di interrompere il lavoro e lasciare la stanza, e informò il cliente. L'indagine dimostrò che il cliente non aveva collegato il condotto di aspirazione al macchinario di congelamento alimenti di sua proprietà e da lui stesso installato. I tubi di aspirazione finivano nel sottotetto e non avevano sbocchi all'atmosfera. Il cliente aveva manomesso l'allarme per far sì che la fornitura LIN non fosse interrotta da un basso tenore di ossigeno.
20. Un dipendente esperto voleva fare qualche foto del sito da inserire in una relazione riguardante problemi di produzione dovuti a perdite dal condensatore argon. Nella stanza di controllo, chiese ad un fornitore di accompagnarlo a fare le foto delle apparecchiature presenti nel "cold box". Un'ora dopo, i due uomini furono trovati privi di conoscenza in un passo d'uomo di accesso al "cold box". Furono chiamate le autorità che ne dichiararono la morte.
21. Due uomini morirono asfissati presso il sito di un cliente mentre cercavano di sbloccare una tubazione usando argon in uno spazio confinato. L'uso del gas argon a questi scopi non è ammesso. L'incidente si svolse in una fossa a 2 m sotto terra, usata per il drenaggio dell'acqua da una fossa adiacente.



22. Un compressore che forniva l'aria strumenti ad un impianto di acetilene e per l'aria respirabile si guastò. L'alimentazione di azoto di riserva da un recipiente di azoto liquido fu collegata alle tubazioni per sostituire l'aria compressa. Un operatore mi mise una maschera integrale per caricare il carburo di calcio nella tramoggia, inalò azoto e morì.

Appendice D: Segnale di pericolo gas inerti



PERICOLO DI MORTE

Atmosfera

potenzialmente asfissiante