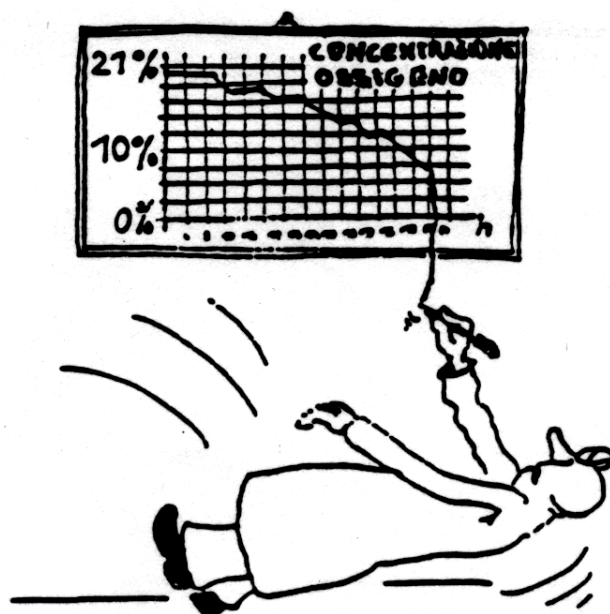


## ATMOSFERE SOTTOSSIGENATE

Raccomandazioni di sicurezza relative all'impoverimento di ossigeno nell'atmosfera circostante la zona di lavoro



SOMMARIO:

1. Generalità.....	2
2. Sintomi ed effetti.....	3
3. Cause e rimedi.....	4
3.1. Sostituzione dell'ossigeno con altri gas.....	4
3.2. Consumo di ossigeno.....	4
4. Precauzioni.....	5
4.1. Segnalazioni e cartellonistica.....	5
4.2. Analisi dell'atmosfera.....	5
4.3. Lavoro.....	6
4.4. Soccorso.....	6
5. Conclusioni.....	6

## 1. GENERALITÀ

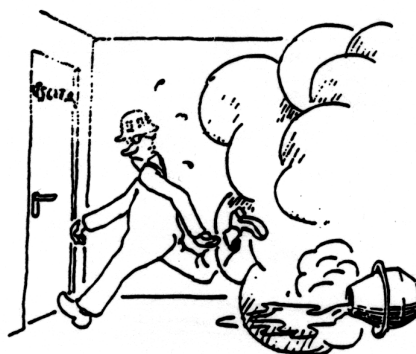
Un'atmosfera si considera sottossigenata quando la concentrazione di ossigeno nell'aria è inferiore al 19%.

Quando la composizione naturale dell'aria (circa 21% in vol. di ossigeno e 79% di azoto) varia in difetto di ossigeno, l'organismo umano ne risente e in certi casi può esserne gravemente danneggiato. Se la concentrazione di ossigeno scende al di sotto del 18% l'efficienza dell'uomo, sia psichica che fisica, diminuisce notevolmente.

Quando alla carenza di ossigeno si accompagna un arricchimento nell'aria di **gas inerti** (azoto, argon o elio), al diminuire della concentrazione di ossigeno l'uomo passa dallo stato di inefficienza a quello di semi incoscienza, poi di seguito allo svenimento e quindi alla morte.

Qualora la carenza di ossigeno fosse causata da aumento di **gas tossici o infiammabili**, il rischio sarebbe maggiore rispetto a quello causato da un'eccedenza dei gas inerti, data la pericolosità di tali gas.

Infatti anche una piccola concentrazione di gas tossico nell'aria può danneggiare gravemente l'organismo umano o addirittura causare la morte per intossicazione, mentre la presenza in aria di gas infiammabili, anche in piccole concentrazioni, comporterebbe il rischio di incendio e di esplosione nell'ambiente circostante.



## 2. SINTOMI ED EFFETTI

Un'atmosfera sottossigenata può provocare nell'uomo da leggeri disturbi a gravi malattie, fino a condurre, nel peggiore dei casi, alla morte per asfissia.

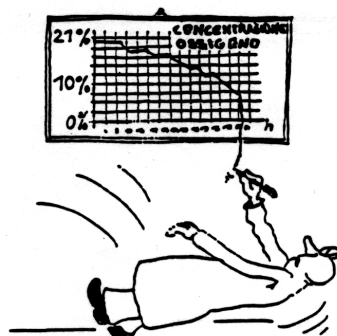
I rischi, estremamente elevati, dipendono spesso dal fatto che i gas inerti sono incolori, insapori e inodori. Queste caratteristiche li rendono più insidiosi rispetto ad alcuni gas tossici (per es. ammoniaca o idrogeno solforato) la cui presenza anche a bassissime concentrazioni è rivelata dal caratteristico odore.

L'uomo, dunque, in atmosfere sottossigenate non riesce solitamente ad avvertire il pericolo in tempo, anzi, talvolta prova addirittura una sensazione di lieve benessere.

Infatti un'atmosfera povera di ossigeno non provoca difficoltà respiratorie o sensazione di soffocamento, ma si manifesta con effetti minori, corrispondenti sostanzialmente alle sensazioni che si avvertono all'inizio di un'anestesia.

Tra i sintomi più facilmente distinguibili:

- vertigini e progressiva perdita dell'equilibrio;
- sensazione di pesantezza oppressiva nella parte frontale della testa;
- formicolio nella lingua ed alle estremità delle dita di mani e piedi;
- difficoltà e debolezza di parola, fino all'impossibilità di emettere suoni;
- riduzione della capacità di effettuare sforzi fisici e di coordinare i movimenti, all'inizio impercettibile, ma che conduce rapidamente all'immobilità totale;
- diminuzione della coscienza e di talune caratteristiche sensitive, particolarmente il tatto;
- attività mentale efficace solo a brevi intervalli.



Non è detto che i sintomi sopracitati siano percepiti; inoltre, le reazioni dell'uomo in un'atmosfera sottossigenata variano molto da individuo a individuo e quindi non sono esattamente prevedibili.

Nella tabella che segue si riporta un'indicazione generale di quali possano essere le conseguenze dell'esposizione ad atmosfera sotto-ossigenata, in funzione della concentrazione di ossigeno:

CONCENTRAZIONE	EFFETTO
21%	normale
21% ÷ 18%	possibili difficoltà respiratorie
18% ÷ 12%	atmosfera non respirabile – problemi respiratori gravi
<12%	svenimento - morte

### 3. CAUSE E RIMEDI

Le principali cause che concorrono a determinare un'atmosfera sottossigenata sono:

- sostituzione dell'ossigeno con altri gas
- consumo dell'ossigeno in spazi confinati non dotati di adeguata ventilazione.

#### 3.1. Sostituzione dell'ossigeno con altri gas

La sottossigenazione deriva in questo caso dalla sostituzione dell'ossigeno presente nell'atmosfera con un altro gas. La sostituzione dell'ossigeno può avvenire sia intenzionalmente (tipico il caso dei processi di inertizzazione con azoto e/o anidride carbonica) sia accidentalmente (ad esempio a causa di una fuga di gas).

I gas che si trovano allo stato liquefatto (azoto, argon e anidride carbonica) sono potenzialmente ancora più pericolosi: Infatti, quando essi vengono vaporizzati, da 1 litro di liquido si possono sviluppare fino a 850 litri di gas. Ciò può portare ad una veloce sottossigenazione dell'ambiente circostante, nei casi in cui l'ambiente di lavoro non è provvisto di adeguata ventilazione.

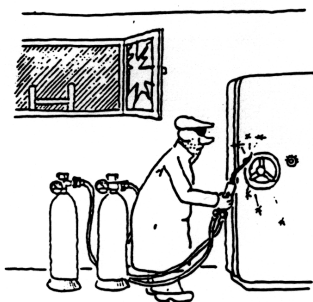
Le perdite di gas da tubazioni di processo, serbatoi, scambiatori, etc. generano sempre una zona a bassa concentrazione di ossigeno nell'ambiente circostante.

È pertanto necessario:

- verificare periodicamente l'assenza di perdite di gas;
- evitare di entrare in uno spazio chiuso a meno che non sia stata effettuata in precedenza l'analisi del contenuto di ossigeno e che l'ambiente non sia artificialmente ventilato; nell'eventualità che si debba operare nelle immediate vicinanze di una bocca di ventilazione o di una tubazione di sfogo di gas, c'è sempre il rischio di carenza di ossigeno nell'area circostante, pertanto il personale preposto a questo lavoro deve essere anticipatamente informato a tale riguardo e soprattutto deve conoscere le precauzioni da prendere onde evitare possibili intossicazioni;
- prestare attenzione quando si effettuano interventi di manutenzione su tubazioni di impianto che convogliano gas infiammabili, preventivamente inertizzate con l'azoto.

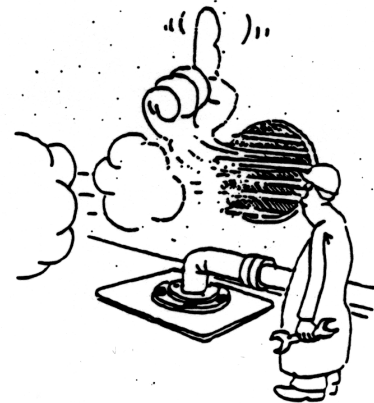
#### 3.2. Consumo di ossigeno

Tutti i processi di saldatura e di riscaldamento, che implicano l'uso di fiamme libere, impiegano l'ossigeno contenuto nell'ambiente circostante come comburente; questi processi hanno come risultato un impoverimento di ossigeno e un conseguente arricchimento di sostanze tossiche nell'aria, quali prodotti secondari dei processi di combustione.



Fra i processi più importanti che possono provocare un consumo di ossigeno dell'aria (fino al di sotto dei limiti di sicurezza) ricordiamo tutti i processi di combustione (incendi in modo particolare), le reazioni chimiche con fenomeni di ossidazione e, non ultimi, alcuni processi di fermentazione.

Sono questi i casi che più di frequente generano sia gli incidenti domestici sia gli infortuni che avvengono durante i lavori in pozzi, silos o situazioni analoghe.



I luoghi che più facilmente possono essere interessati da fenomeni di sottossigenazione e quindi presentare rischi elevati sono:

- LOCALI CHIUSI: serbatoi, recipienti chiusi di stoccaggio sotterranei, etc.
- LOCALI SEMICHIUSI: sottosuolo, canalizzazioni, laboratori, interni di macchinari, sale macchine e impianti di produzione gas inerti.

Tutti questi processi devono avvenire all'aperto oppure in ambienti sufficientemente ventilati.

#### 4. PRECAUZIONI

Per le ragioni messe precedentemente in evidenza, bisogna prendere particolari precauzioni quando un contenitore di gas inerte viene installato all'interno di un edificio, di una stanza, di uno spazio confinato, ovvero, in senso ancora più generale, ogniqualevolta si possa venire a creare nei suddetti ambienti un'atmosfera sottossigenata.

Il personale che ha accesso a questi ambienti deve essere stato adeguatamente informato circa i pericoli e rischi connessi alle atmosfere con basso tenore di ossigeno. Gli operatori devono essere in possesso di un regolare permesso di lavoro.

##### 4.1. Segnalazioni e cartellonistica

È estremamente importante segnalare il pericolo nella zona a rischio, con cartelli che richiamino l'attenzione sul fatto che l'area può essere interessata dalla presenza di un determinato gas e da conseguenti problemi di sottossigenazione e di asfissia.

Una buona segnalazione dovrebbe contenere, oltre ad un chiaro ed evidente richiamo, il nome del gas e l'obbligo di controllare la concentrazione di ossigeno prima di accedere all'area interessata.

##### 4.2. Analisi dell'atmosfera

Prima che una persona inizi un lavoro in un ambiente a rischio di sottossigenazione, dovrà essere preventivamente controllata la concentrazione di ossigeno.

L'accesso all'area deve essere consentito soltanto se la concentrazione di ossigeno è superiore al 20%.

Tenendo presente che la concentrazione di ossigeno può variare nel tempo (non rimanendo costante al momento in cui si effettua la rilevazione), nelle situazioni a più alto rischio di accumulo di gas inerte sarà opportuno prevedere un monitoraggio continuo con appropriata segnalazione di allarme qualora la concentrazione di ossigeno possa scendere al di sotto del 19,5%.

In ogni caso, laddove vengano impiegati gas inerti occorre prevedere adeguati sistemi di ventilazione e ricambio d'aria. Nei locali dove siano normalmente presenti persone, devono essere presenti almeno 8 ricambi/ora e occorre prevedere il monitoraggio continuo della concentrazione dell'ossigeno con segnalatori di allarme.



### 4.3. Lavoro

Per operare correttamente in ambienti con pericolo di sottossigenazione (lavori all'interno di serbatoi, fosse, etc.) è necessario prevedere le seguenti precauzioni:

- assicurare la presenza costante all'esterno di un secondo lavoratore (stand-by man) pronto a dare l'allarme e a soccorrere il lavoratore in difficoltà;
- tenere un autorespiratore a disposizione ed un eventuale autorespiratore aggiuntivo da usarsi qualora occorra intervenire in aiuto di persona che sia caduta in stato di incoscienza per soffocamento;
- assicurare il lavoratore che opera in uno spazio chiuso ad una cintura di sicurezza agganciata ad una fune per una rapida estrazione dal luogo;
- installare un sistema di allarme sonoro per richiamare l'attenzione del personale di soccorso.



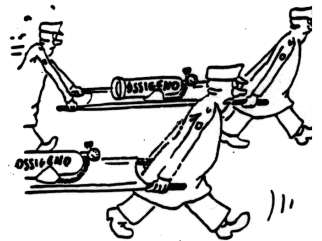
### 4.4. Soccorso

La rapidità di intervento costituisce un elemento essenziale: le conseguenze sono infatti funzione anche del tempo di permanenza della persona in un ambiente sottoossigenato.

Nel caso in cui si debba intervenire in soccorso di qualcuno, la prima cosa da fare è mantenere la calma ed evitare nel modo più assoluto di precipitarsi a soccorrere il compagno in difficoltà.

Se la vittima è legata alle cinture, provvedere a portarla all'aria aperta nel più breve tempo possibile; una volta all'esterno, si dovrà somministrarle ossigeno con l'aiuto di un autorespiratore o praticare la respirazione artificiale fino a quando non riprende conoscenza.

Se, per portare aiuto, si è costretti ad accedere all'area sottossigenata, occorre assolutamente essere dotati di un autorespiratore e, se la vittima non può venire estratta rapidamente da lì, è fondamentale munirsi di un autorespiratore aggiuntivo e procedere immediatamente alla sua rianimazione sul luogo stesso dell'incidente, in attesa di poterla spostare in un luogo ventilato e di intervenire con misure più efficaci.



## 5. CONCLUSIONI

L'uso sicuro dei gas è possibile soltanto se si conoscono bene le specifiche proprietà di ciascuno di essi, e i pericoli a cui si va incontro in mancanza di opportune precauzioni.

Ad esempio, la carenza di ossigeno nell'aria può comportare il soffocamento per l'uomo, ma se usata adeguatamente può ridurre positivamente i rischi di esplosione: è necessaria una perfetta conoscenza delle proprietà dei gas ed un loro appropriato utilizzo, per evitare rischi per la salute.

