

Seminario
Gli ambienti confinati e i rischi per la salute e sicurezza
Bologna 4 maggio 2011

**Ambienti confinati e rischi derivanti da
sostanze e atmosfere pericolose**



Liliana Frusteri

INAIL – Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

“Lavori in ambienti sospetti di inquinamento”

art. 66 D. Lgs. n. 81/2008

È vietato consentire l'accesso dei lavoratori in pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di **gas deleteri, senza che sia stata previamente accertata l'assenza di pericolo** per la vita e l'integrità fisica dei lavoratori medesimi, ovvero **senza previo risanamento dell'atmosfera** mediante ventilazione o altri mezzi idonei.

DEFINIZIONE SPAZI CONFINATI

Generalmente definiti come aree di lavoro:

- ❖ **non** destinate allo **stazionamento fisso** di lavoratori
- ❖ adibiti all'**immagazzinamento** o **trasporto** di prodotti
- ❖ **aperture** per l'entrata e l'uscita limitate e **di difficile utilizzo**

- ❖ condizioni di **ventilazione sfavorevole**

in cui può verificarsi un **evento incidentale importante**, che può portare ad un infortunio grave o mortale, in presenza di agenti chimici pericolosi (ad esempio, gas, vapori, polveri).



DEFINIZIONE SPAZI CONFINATI

Alcuni sono **facilmente identificabili** quali ad esempio:

- cisterne e serbatoi di stoccaggio
- silos
- fosse biologiche
- recipienti di reazione
- fogne
- stive di navi

Altri **possono configurarsi come tali** in particolari circostanze legate alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa o ad influenze provenienti dall'ambiente circostante:

- vasche
- depuratori
- camere di combustione nelle fornaci
- canalizzazioni varie
- camere non ventilate o scarsamente ventilate
- cantine sotterranee



“Atmosfera pericolosa”

- Scarsità di ossigeno (al di sotto del 19.5%)
- Quantità eccessiva di ossigeno (al di sopra del 23,5%)
- Presenza di agenti chimici tossici con concentrazione superiore ai valori limite di esposizione
- Presenza di gas e vapori infiammabili o esplosivi
- Presenza di polveri combustibili capaci di disperdersi in aria



IL RISCHIO

Alcune condizioni di rischio possono esistere **precedentemente** all'inizio delle attività, altre possono **sopraggiungere** durante l'esecuzione di alcuni lavori.

Ad esempio:

- ❖ saldatura/taglio/brasatura
- ❖ uso di particolari sostanze (colle, solventi, vernici, prodotti per la pulizia, ecc.)
- ❖ uso di attrezzature di lavoro (ad es. che producono inneschi)
- ❖ perdite da tubazioni presenti negli stessi ambienti o negli spazi limitrofi
- ❖ rimozione di fanghi
- ❖ lavori all'interno di fognature

FATTORI DI RISCHIO

FATTORE DI RISCHIO	CAUSE POTENZIALI
Asfissia	<ul style="list-style-type: none">• presenza/impiego di gas che si sostituiscono all'O₂ (azoto usato per bonifica e/o inertizzazione, gas di saldatura, ecc.)• formazione di CO₂ attraverso vari processi biologici (fermentazione, decomposizione sostanze organiche)• reazioni chimiche di ossidoriduzione di sostanze (combustione con rilascio di CO₂, di NH₃, di H₂S, ecc.);
Incendio/ esplosione	<ul style="list-style-type: none">• Presenza di gas/vapori/nebbie infiammabili o polveri combustibili, unitamente ad una sorgente di innesco (elettricità statica, utilizzo di fiamme libere, fenomeni di attrito, scariche atmosferiche, ecc.)
Intossicazione	<ul style="list-style-type: none">• Impropria bonifica di tubazioni e/o recipienti• liquidi e solidi emettono gas tossici in presenza di aria o vapori d'acqua (zolfo, fosfuri che emettono fosfina a contatto di acidi ed acqua o vapore, ecc.);• reazioni chimiche di decomposizione o fermentazione• rilasci accidentali da valvole o altre sorgenti di emissione• residui di materiali stoccati• quando liquidi e solidi vengono agitati o spostati e

FATTORI DI RISCHIO / 2

Fattore di rischio	Cause potenziali
Folgorazione	Attrezzature di lavoro/utensili con alimentazione elettrica inadeguata, pareti interne bagnate
Caduta	Utilizzo di scale inadeguate o impiegate in modo improprio, mancato utilizzo o utilizzo scorretto dei DPI anticaduta
Annegamento	Presenza di liquidi o solidi finemente suddivisi, che possono risultare letali per saturazione e occlusione delle vie respiratorie
Ustioni	Contatto con parti a temperatura elevata o molto bassa, ingresso in macchine termiche
Schiacciamento	Caduta di carichi, ecc.



CARENZA DI O₂

Concentrazione O₂ volume di O ₂ /volume totale (v/v)	Effetti sulla salute
21%	Concentrazione ideale di ossigeno
19,5%	Minimo livello accettabile
16-19,5%	Possibili difficoltà respiratorie, perdita di controllo della motricità, diminuzione capacità lavorativa
12-16%	Aumento respirazione, affaticamento, perdita capacità valutative
8 - 12 %	Perdita di coscienza, nausea e vomito, cianosi
6 - 8 %	Permanenza di 4-5 minuti: possibilità di recupero 6 minuti: al 50% fatale 8 minuti: al 100% fatale
4 - 6 %	Coma in pochi secondi, morte

AZOTO (N₂)

- ❖ Gas inerte generalmente presente a causa di una **non adeguata rimozione** in seguito ad attività di bonifica o inertizzazione.
- ❖ Ha un peso specifico (1.15 kg/m³) ca. uguale a quello dell'aria (1.16 kg/m³), quindi non tende a stratificarsi verso il basso (come ad es. la CO₂), né a sfuggire verso l'alto.
- ❖ Per garantire una concentrazione di ossigeno adeguata, almeno superiore al 17%, la concentrazione di azoto **deve essere inferiore all'83 %**.
- ❖ In alta concentrazione può causare asfissia. I sintomi possono includere perdita di mobilità e/o coscienza.



INFORTUNI DA N₂

1. In un'azienda vinicola, ingresso dell'operatore dopo lo **svuotamento dell'autoclave con azoto**, senza aver valutato il basso livello di O₂ presente all'interno: perdita di coscienza e morte.
2. Un addetto sta **collaudando con l'azoto** una nuova condotta in un cunicolo. Entra nel cunicolo per determinare le cause di una fuga di gas udibile, ma viene sopraffatto dal gas e muore.
3. **Manutenzione delle superfici interne ed esterne** di un serbatoio dell'acqua. Durante la manutenzione (pulizia e verniciatura), un operatore soffre di anossia. Due dipendenti cercano di recuperare la vittima e svengono. I due soccorritori, portati in ospedale per le cure di emergenza, si salvano, ma il primo operatore muore.

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

- ❖ Generata dalla combustione completa di sostanze combustibili e/o infiammabili in presenza di atmosfera ricca di O₂.
- ❖ Gas incolore e inodore. Densità di 1,98, **tende a ristagnare in basso.**
- ❖ Può essere assorbito per **inalazione**. Elevate concentrazioni in atmosfera determinano una carenza di ossigeno con rischio di perdita di coscienza o morte della persona esposta.
- ❖ **TLV-TWA: 5000 ppm** (9000 mg/m³)
- ❖ **TLV-STEL: 30.000 ppm** (54.000 mg/m³)

Si forma principalmente in:

- vasche di depurazione
- cisterne di fermentazione
- silos per foraggi
- pozzi minerali
- cantine vinicole
- condotte e cunicoli sotterranei



MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

- ❖ Generato dalla combustione incompleta di sostanze combustibili e/o infiammabili in presenza di atmosfera povera di ossigeno.
- ❖ Gas incolore e inodore. Peso leggermente superiore a quello dell'aria, pertanto **si dispone sul pavimento** con la tendenza a salire verso l'alto
- ❖ Con l'aria forma facilmente miscele esplosive: a concentrazione minima del **12%** v/v è infiammabile-esplosivo
- ❖ **TLV-TWA:** 25 ppm (29 mg/m³)

IDROGENO SOLFORATO (H₂S)



frasi R: 12-26-50

❖ A temperatura ambiente e a basse concentrazioni, è un gas dal caratteristico **odore di uova marce**. Soglia olfattiva media 35 µg/m³, a concentrazioni molto più alte la percezione dell'odore svanisce per esaurimento funzionale dei recettori. Inodore a concentrazioni superiori a 100 ppm perché **paralizza il senso dell'olfatto**.

❖ Peso leggermente superiore all'aria, **si dispone sul pavimento** con tendenza a salire verso l'alto. Si addensa in sacche.

❖ **Gas tossico**; in concentrazione minima del **4,3% v/v infiammabile ed esplosivo**



EFFETTI SULLA SALUTE H₂S

- ❖ A carico dell'apparato respiratorio irritazione della mucosa nasale, tosse, attacchi asmatici, dispnea, insufficienza respiratoria.
- ❖ Interferisce coi processi di respirazione: provoca paralisi del centro nervoso che comanda la respirazione con conseguente morte per asfissia.
- ❖ Si riscontrano anche effetti extrarespiratori con disturbi cardiocircolatori, nervosi e mentali fino al coma.

EFFETTI DELL'IDROGENO SOLFORATO

Effetto	Concentrazione (ppm=parti per milione)
Soglia dell' attivazione dell'odorato	0.05 ppm
Odore offensivo	3 ppm
Soglia dei danni alla vista	50 ppm
Paralisi olfattoria	100 ppm
Edema polmonare, intossicazione acuta	300 ppm
Danni al sistema nervoso, apnea	500 ppm
Collasso, paralisi, morte immediata	1000 ppm



ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)

- ❖ Gas incolore non infiammabile, odore pungente; si inumidisce e si ossida facilmente per formare acido solforoso e poi, più lentamente, acido solforico.
- ❖ La densità è 2,92, **tende a ristagnare in basso.**
- ❖ Irritante, assorbita prevalentemente per via respiratoria, ma anche, come acido solforoso, per via digestiva. **Intossicazione acuta** per inalazione di concentrazioni massicce: irritazione di congiuntive e mucose vie aeree superiori. L'azione irritante è dovuta alla trasformazione in acido a contatto con l'ambiente umido delle mucose oculari, nasali e della pelle per poi arrivare all'apparato respiratorio provocando broncocostrizione.
- ❖ Nei casi più gravi, difficoltà di respiro, cianosi, disturbi della coscienza, soffocamento, morte.

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE

Si può determinare in presenza di:

- ❖ **gas e vapori infiammabili** (metano, acetilene, propano, butano, xilolo, benzene, ecc.)
- ❖ **liquidi infiammabili** (benzine e solventi idrocarburici)
- ❖ **polveri aerodisperse** ad alta concentrazione (farine nei silos, segatura/polveri di legno)
- ❖ **eccesso di O₂** o di **ossidanti** in genere (causa di violenta ossidazione di sostanze grasse o oleose, nitrato di ammonio con paglia o trucioli di legno; a livello del 24% di O₂, i capi di vestiario possono subire combustione spontanea)
- ❖ macerazione o decomposizione di **sostanze organiche** con autoriscaldamento fino al raggiungimento della T di autoaccensione

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE

A causa della **presenza di gas**

- **collettori fognari**, vasche e fosse biologiche
- **serbatoi** stoccaggio **liquami** (biogas prodotto dalla fermentazione batterica di rifiuti, vegetali, liquami di fognatura e zootecnici, materiale organico in decomposizione); presenza di metano che può variare dal 50% all'80 %.
- **silos e serbatoi**: il tipo di gas è funzione delle sostanze presenti o introdotte (residui di materiale stoccato, residui di lavaggio e pulitura).
- impiego di gas pesanti (densità maggiore di 0,8 rispetto all'aria) in ambienti depressi e ristagnanti, come il propano/butano (gpl) usato come propellente nell'impiego di prodotti sanificanti o disinfettanti.

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE

A causa della **presenza di polveri**

- ❖ Silos e serbatoi di stoccaggio per polveri alimentari (farine, amido, ecc.), chimiche (resine, detergenti, farmaceutiche), metallurgiche (Al, Mg).
- ❖ Strati e accumuli sono possibili sorgenti di nubi, sollevate da spostamenti e movimenti di aria. **Le nubi possono esplodere** in presenza di sorgente di accensione.
- ❖ Uno strato di **0,8 mm** di polvere combustibile depositato su una superficie maggiore del **5%** del pavimento di un locale rappresenta un pericolo di esplosione (National Fire Protection Agency)

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE

Si ha rischio di esplosione se è presente una **sorgente d'innescò efficace**, ossia con un'energia sufficiente ad accendere la miscela infiammabile:

Esistono diversi tipi di sorgenti d'innescò:

- scariche elettrostatiche
- scariche elettriche;
- scariche atmosferiche
- scintille di origine meccanica
- fiamme libere
- onde elettromagnetiche
- superfici calde
- reazioni esotermiche

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- adozione di idonee **procedure**
- **bonifica** efficace e verificata
- adeguata **ventilazione**
- **verifica** dell'assenza di agenti pericolosi
- personale **formato** e **addestrato**
- **assistenza** agli addetti
- attrezzature antideflagranti
- corretto utilizzo dei **DPI**
- **indumenti antistatici**; no scarpe con chiodi ad evitare la formazione di scintille
- adeguato sistema di **comunicazione**
- **misure d'emergenza**, disponibilità personale e mezzi di soccorso

PROVE DI ABITABILITÀ

Misure di:

- ❖ % di ossigeno
- ❖ concentrazione di eventuali inquinanti
- ❖ condizioni microclimatiche

Quando:

- ❖ nell'immediatezza dell'avvio dei lavori
- ❖ ad ogni ripresa del lavoro dopo interruzione
- ❖ ogni qualvolta sussistano dubbi su eventuali inquinamenti provenienti dall'ambiente esterno

Se la permanenza all'interno si protrae, le misure devono essere ripetute nel tempo

MONITORAGGIO DELL'ARIA

Verificare che non vi siano agenti chimici asfissianti, tossici ed infiammabili e che ci sia una concentrazione di ossigeno adatta alla respirazione (21%), mediante idonea apparecchiatura adeguatamente calibrata per verificare l'idoneità dell'aria, identificare il contaminante e determinare la sua concentrazione.

In alcuni casi è necessario predisporre un continuo monitoraggio dell'aria.



VENTILAZIONE FORZATA

Se il tasso di ossigeno è inferiore al 20%, è opportuno effettuare un risanamento dell'atmosfera dell'ambiente di lavoro attraverso un impianto di ventilazione.

L'aria fresca prelevata all'esterno, tramite idoneo ventilatore, viene inviata nello spazio confinato mediante tubazione deformabile.

Non tentare di migliorare l'aria dello spazio confinato introducendo ossigeno in quanto potrebbe aumentare il **rischio d'incendio o esplosione.**

Dispositivi di Protezione Individuale

Stabilire se occorre utilizzare DPI respiratori dipendenti o indipendenti dall'atmosfera ambiente:

- **a filtro**, dipendenti dall'atmosfera ambiente, quando il tasso di ossigeno non è inferiore al 20%, se si conosce la natura e la concentrazione degli inquinanti
- **isolanti** (autorespiratori), indipendenti dall'atmosfera ambiente:
 - ❖ nel caso che il tasso di ossigeno risulti inferiore al 20%
 - ❖ se non si conoscono natura e concentrazione degli inquinanti
 - ❖ concentrazioni elevate di inquinanti immediatamente pericolosi per la vita

L'operatore accede all'interno utilizzando **cinture di sicurezza** e **funi di vincolo** idonee per garantire lo svolgimento del lavoro e un rapido recupero in condizioni di emergenza

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. ISPESL (2008). Guida Operativa. Rischi specifici nell'accesso a silos, vasche e fosse biologiche, collettori fognari, depuratori e serbatoi utilizzati per stoccaggio e il trasporto di sostanze pericolose
2. Unità Locale Socio Sanitaria Regione Veneto N. 9. Rischi collegati all'utilizzo di azoto nelle cantine
3. Regione Lazio – Dipartimento sociale. Nota informativa sintetica per l'applicazione delle misure di prevenzione e protezione nei lavori in ambienti sospetti di inquinamento – art. 66 D. Lgs. 81/08.
4. Assogastecnici-EIGA (2009). Pericoli relativi ai gas inerti e alla carenza di ossigeno
5. Oppini P. Spazi confinati: valutazione dei rischi e procedure di sicurezza. Progetto Sicurezza 2.2009
6. D'Orsogna MR, Chou T (2007). Danni alla salute umana causati dall'idrogeno solforato.
7. NFPA 655. Standard for Prevention of Sulfur Fires and Explosions. 2007 Edition

Liliana Frusteri

INAIL - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

l.frusteri@inail.it

INAIL