

## ANCORA INCIDENTI MORTALI IN SPAZI CONFINATI: LA CHIMICA DIMENTICATA

*Ferruccio Trifirò*

*In questa nota si riportano due incidenti avvenuti all'inizio del 2018 in spazi confinati. Il primo è avvenuto a Milano durante una manutenzione di un forno di ricottura di metalli collocato sottoterra, con quattro morti per asfissia dovuti alle emissioni di argon. Il secondo incidente, con due morti, è avvenuto a Livorno a seguito di un'esplosione durante un'operazione di svuotamento e di pulizia di un serbatoio contenente acetato di etile.*



**H**o pubblicato agli inizi del 2017 su questa rivista un articolo dal titolo “*Incidenti storici ed attuali in spazi confinati: la chimica ignorata*” [1], dove avevo riportato diversi incidenti avvenuti in operazioni di manutenzione o di pulizia in luoghi di lavoro poco areati, partendo da un incidente storico per l'Italia avvenuto a Ravenna nel 1987, che aveva portato alla morte di 13 operai addetti alla pulizia di spazi interni di una nave. Avevo terminato con un incidente avvenuto il 22 dicembre 2016, mentre stavo concludendo la stesura di quella nota, sempre a Ravenna, in questo incidente un camionista morì all'interno della cisterna di un camion durante un'operazione di pulizia.

Gli incidenti in spazi confinati sono dovuti ad asfissia per mancanza di ossigeno per la presenza di eccesso di  $N_2$ ,  $Ar$  o  $CO_2$ , o alla presenza di residui di gas tossici  $Cl_2O$ ,  $NO$ ,  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NH_3$ ,  $Cl_2$ ,  $HCN$  e  $O_3$  o di liquidi, polveri e gas infiammabili. Gli spazi confinati sono ambienti con ventilazione insufficiente o assente come stive di imbarcazioni, serbatoi, silos, cisterne di camion, condutture, recipienti adibiti a reattori, vasche di raccolta di acque piovane o liquami, recipienti, depuratori, cisterne di carburanti e di liquidi infiammabili, fosse e reti fognarie, condutture, pozzi, camere di combustione all'interno di forni, tubazioni e ambienti non areati.

### **Incidente per asfissia per emissione di argon**

Quattro persone hanno perso la vita il 16 gennaio 2018 [2] durante le operazioni di manutenzione di un forno, che si trovava in una buca profonda 2 metri e larga 2,5 metri, usato per raggiungere temperature elevate per il trattamento di ricottura di metalli per ottenerne laminati [2]. Il forno appartiene all'azienda Lamina di Milano, specializzata nella produzione di laminati in titanio, acciai inossidabili ed al carbonio. A seguito di un guasto nel forno il responsabile di produzione è sceso al suo interno insieme ad un elettricista di un'altra ditta che lo doveva aiutare ed appena raggiunto il fondo del forno, scendendo dalle scale, entrambi



hanno perso i sensi e poi sono morti a causa della scarsa concentrazione di ossigeno e della presenza di alti livelli di argon [3]. L'argon serviva durante la ricottura del titanio per evitarne l'ossidazione ed assicurare un'ottima proprietà delle superfici dei laminati. L'incidente è avvenuto perché l'allarme per mancanza di ossigeno era muto e per un guasto nella valvola di chiusura della cisterna che conteneva l'argon, utilizzato nella laminazione, un gas inodore, incolore e più denso dell'aria, che si era espanso nel fondo del forno. L'argon quando raggiunge la concentrazione in aria del 50% porta a gravi disturbi ed a 75% di concentrazione alla morte per asfissia. Successivamente il fratello del responsabile della produzione, non avendo avuto più contatti con lui preoccupato, è sceso all'interno del vano sotterraneo insieme ad un altro collega ed entrambi poi sono morti. Altri due operai sono scesi poco dopo, per soccorrerli ma sono tornati indietro, dopo essersi resi conto della pericolosità della situazione, mentre poi un caposquadra dei vigili del fuoco, tra i primi a intervenire e a raggiungere il forno, è rimasto lievemente intossicato ed è stato trasportato d'urgenza in ospedale per accertamenti. Quindi alla Lamina si è realizzata la classica catena della morte per solidarietà, come avviene in molti incidenti in spazi confinati, infatti il 50% dei morti sono i soccorritori.

Il D.Lgs. 81/2008 [4] sul lavoro in spazi confinati indica che prima che gli operai eseguano attività in uno spazio confinato occorre rispettare le seguenti indicazioni: misurare il livello d'ossigeno e di gas di sostanze pericolose; indossare indumenti specifici; l'apertura di accesso a detti luoghi deve avere dimensioni tali da poter consentire il recupero di un lavoratore privo di sensi; non si devono usare dispositivi che emettano scintille; occorre utilizzare sistemi d'illuminazione schermati; è obbligatorio usare respiratori nel caso in cui l'aria non possa essere resa respirabile; occorre tenersi in contatto con quelli all'esterno per potere lanciare l'allarme in caso di pericolo; essere legati con l'esterno per potere essere facilmente recuperati in caso di incidente. Tutti i seguenti aspetti sembra che non siano stati rispettati nella discesa dei diversi addetti all'interno del forno della Lamina.

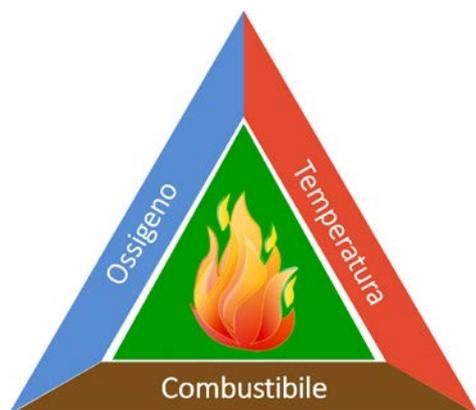
### Esplosione in un serbatoio di acetato di etile

Due operai sono morti nell'esplosione di un serbatoio che aveva contenuto acetato di etile all'interno del deposito costiero Neri, nel porto industriale di Livorno il 28 marzo 2018 [5]. Gli operai stavano svuotando il serbatoio che conteneva il liquido, per poi pulirlo, trasferendolo



con un tubo in un camion collocato nelle vicinanze. Gli operai morti erano dipendenti della ditta Labromare di Livorno, specializzata nella raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti portuali. Gli operai, quando avevano ritenuto che il serbatoio si era svuotato del liquido, hanno aperto un portello che stava alla base del serbatoio ed in quel momento è avvenuta l'esplosione, causando la

morte dei due operai che si trovavano ancora all'esterno. L'esplosione è avvenuta perché nel serbatoio si era arrivati all'interno del triangolo di infiammabilità causato dalla presenza di vapori di acetato di etile, di aria e di un innesco [6, 7]. Nell'esplosione il serbatoio si è inclinato. Non è chiaro quale sia stato l'innesco, molto probabilmente una scintilla generata da una di queste molteplici cause: da un cellulare, da attrito fra parti metalliche in movimento durante l'apertura dello sportello, da urto per percussione o urto fra oggetti, da scariche elettrostatiche per contatti fra materiali di natura diversa o accumulo di cariche sui vestiti delle persone isolate da terra; per non avere utilizzato strumenti con materiali che non producono scintille,



come bronzo ed ottone; da elettricità statica che si produce in operazioni di movimentazione di liquidi. L'acetato di etile è utilizzato in diverse industrie come solvente per vernici e resine ed ha un punto di infiammabilità di  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , il più basso fra i solventi utilizzati nell'industria. Il punto di infiammabilità è la temperatura alla quale i vapori in equilibrio con il liquido si infiammano con un innesco ed è, praticamente, la temperatura in cui la concentrazione in fase vapore raggiunge il limite inferiore di infiammabilità in aria. I limiti di infiammabilità in aria dell'acetato di etile sono 2,2%

quello inferiore e 11,5% quello superiore. L'acetato di etile ha una temperatura di ebollizione di  $77,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  [8] ed è quindi considerato un liquido altamente infiammabile proprio perché ha un punto di infiammabilità  $<23\text{ }^{\circ}\text{C}$  ed una temperatura di ebollizione  $>35\text{ }^{\circ}\text{C}$  (invece i liquidi che hanno una temperatura di ebollizione  $<35\text{ }^{\circ}\text{C}$  con gli stessi valori precedenti dei punti di infiammabilità sono considerati estremamente infiammabili). Senz'altro quando il serbatoio si è svuotato del liquido era presente ancora acetato di etile in fase gassosa.

Quando si trattano liquidi altamente infiammabili è necessario [9]: mantenere i liquidi in atmosfera inerte; evitare qualsiasi innesco provocato da scintille; evitare turbolenze che formano nebbie; non muovere questi liquidi in tubi ad alte velocità (per evitare la formazione di cariche elettriche).

L'utilizzo di liquidi altamente infiammabili è la maggiore causa di incidenti per infiammabilità.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2017, 4(1) 3.
- [2] <https://www.ilpost.it/2018/01/16/incidente-sul-lavoro-milano-lamina-operai-morti/>
- [3] <https://www.lenntech.com/periodic/elements/ar.htm>
- [4] [Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro](#)
- [5] <https://www.ilpost.it/2018/03/28/esplosione-porto-industriale-livorno/>
- [6] P. Arpentiner, F. Cavani, F. Trifirò, *Chemical, Catalytic and Engineering Aspects 2. Safety Aspects*, Edition Technip, 2001.
- [7] P. Cardillo in [http://www.unipd-org.it/rls/lineeguida/esplosione/esplosioni\\_gas\\_vapori\\_polveri.pdf](http://www.unipd-org.it/rls/lineeguida/esplosione/esplosioni_gas_vapori_polveri.pdf)
- [8] [https://www.carlroth.com/downloads/sdb/it/7/SDB\\_7338\\_CH\\_IT.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/it/7/SDB_7338_CH_IT.pdf)
- [9] [Gestione in sicurezza dei travasi di fluidi infiammabili](#)