NewsonGale
HOERBIGER Safety Solutions

**Leader nelle applicazioni di controllo dell'elettricità statica nelle aree pericolose**



Case Study

Richiesta in linea >

# Innesco elettrostatico dei vapori di toluene durante l'uso di un autospurgo

*Riferimento: "Electrostatic Ignition of Fires and Explosions", Thomas H. Pratt, CCPS, (2000)*

*La nostra serie di case study intende offrire una panoramica sulle ragioni per cui l'elettricità statica sia una fonte di innesco di incendi o esplosioni che si verificano durante le operazioni quotidiane di manipolazione e trasformazione di prodotti combustibili. Sebbene l'elettricità statica sia spesso considerata un argomento ostico, ci auguriamo che questi case study consentano di comprendere meglio le ragioni per cui l'elettricità statica è una importante fonte di innesco e quali misure concrete, basate su codici di buona prassi industriale riconosciuti a livello internazionale, possano essere prese per eliminare il rischio di incendi e di esplosioni che essa rappresenta per le vostre operazioni. I case study trattano una gamma di operazioni che utilizzano liquidi e gas infiammabili e polveri combustibili nelle aree EX/HAZLOC.*

## Operazione: aspirazione di toluene fuori norma da un pozzetto

Questo case study analizza le cause di un incendio verificatosi durante l'utilizzo di un autospurgo. L'autospurgo era stato utilizzato per aspirare toluene fuori norma da un pozzetto sotterraneo. Quando l'operazione di rimozione del toluene dal pozzetto con l'autspurgo era quasi giunta al termine, i vapori si sono innescati, causando un incendio. Nella successiva indagine, si stabilì che l'autospurgo non era stato messo a terra dall'operatore. Sebbene altre fonti di innesco siano state prese in considerazione, il fatto che il veicolo non fosse stato messo a terra e che il materiale trasferito fosse il toluene, sembrava altamente plausibile che una scintilla elettrostatica fosse stata la causa dell'incendio.

Perché una scintilla elettrostatica venga scaricata dalla superficie di un oggetto metallico, una tensione superiore alla "tensione di rottura" dell'atmosfera circostante deve essere presente sull'oggetto carico. Questa tensione è generata dalla presenza di un numero eccessivo di cariche positive o negative sull'oggetto e significa semplicemente che la tensione dell'oggetto carico è sufficientemente elevata da creare un canale conduttivo attraverso l'aria, fino a un oggetto secondario. Il canale conduttivo offre un percorso attraverso il quale le cariche statiche possono fluire. Nella frazione di secondo necessaria per la formazione del canale, le cariche in eccesso passano rapidamente attraverso lo spazio creatosi, rilasciando energia nel processo. L'energia rilasciata genera una scintilla elettrostatica e, se un'atmosfera infiammabile è presente nello "spazio esplosivo", la probabilità che l'energia della scintilla supererà l'energia di accensione minima (MIE) del vapore, gas o polvere presente nello spazio esplosivo è molto alta.

Per creare una tensione, deve essere presente un'alimentazione costante di cariche elettriche all'oggetto elettrificato, in questo caso l'autospurgo. Una messa a terra effettiva del veicolo avrebbe consentito il trasferimento delle cariche elettriche in eccesso alla massa generale della terra, eliminando il rischio di elettrificazione del veicolo. In termini elettrici, questo significa che una resistenza molto elevata dal telaio/serbatoio del veicolo a terra era presente. Un flusso costante di cariche elettriche è una corrente, quindi più corrente fluisce verso il veicolo, più elevata sarà la sua tensione. Ma da dove proviene questa corrente elettrica? Semplice. L'operazione di aspirazione eseguita dall'autospurgo e il fatto che il materiale aspirato fosse il toluene hanno creato una "corrente di flusso".

Il toluene ha una resistività molto elevata e, quando entra in rapido e ripetuto contatto con altri oggetti, in particolare oggetti conduttivi come i metalli, rimuove elettroni dall'altro materiale. Questo significa che il toluene traporta più carica negativa che carica positiva. Quando entra in contatto con il veicolo, il toluene carico costringe la superficie esterna del veicolo a trasportare la stessa quantità di carica negativa.

Nel caso di questo incidente, è stato utilizzato un flessibile in neoprene dotato di una spirale di filo metallico incorporata. Poiché la spirale di metallo era collegata al veicolo tramite i raccordi di metallo sul flessibile, l'intera lunghezza del tubo aveva la stessa tensione del veicolo. A ulteriore sostegno della teoria che una scarica elettrostatica sia stata la fonte di innesco, esamineremo ora alcune caratteristiche fisiche di questa operazione.

La corrente di flusso di un liquido resistivo attraverso un tubo (compreso i tubi flessibili) può essere stimata con l'equazione:

$$\text{Corrente di flusso, } I_s = (2.5 \times 10^{-5})(v^2)(d^2)$$

Where:

v = velocità del liquido (metri/secondo)

d = diametro interno del tubo (metri)

È noto che la portata di aspirazione era di 1890 litri al minuto, equivalente a 3,9 metri al secondo. Il diametro interno del tubo era di 4 pollici, equivalente a 0,102 metri. Quindi, la corrente di flusso sarebbe stata all'incirca di 3 micro-amp ($3 \times 10^{-6}$ A). La resistenza tra il veicolo e la terra è stata stimata essere almeno $1 \times 1.0^{10}$ Ohm. La maggior parte della resistenza sarebbe stata fornita dalle ruote del veicolo e dall'asfalto su cui il veicolo era posizionato.

Si può ipotizzare che la tensione sul veicolo abbia raggiunto un livello di almeno:

$$V = R \times I$$

Dove V = la tensione del sistema veicolo-flessibile

I = l'intensità della corrente di flusso fornita dal toluene carico

R = la resistenza di terra del sistema veicolo-flessibile

$$V = (1 \times 10^{10}).(3 \times 10^{-6})$$

Tensione minima del veicolo = 30.000 volt

Poiché l'innesco dei vapori è avvenuto nel pozzetto, la scarica deve essersi originata nel flessibile, viaggiando fino al bordo metallico del pozzetto. Tuttavia, per poter dimostrare questa teoria, è necessario studiare il flessibile. Come specificato in precedenza, il tubo era in neoprene con una spirale di filo metallico incorporata. Questo significa che la spirale metallica non era in contatto diretto con oggetti esterni. Inoltre, il neoprene è un materiale ad alta resistività e con una rigidità dielettrica diverse volte superiore a quella dell'aria, con un valore tipico di 10.000 volt richiesti per mm di spazio esplosivo. Lo strato di neoprene aveva uno spessore di 2 mm. Questo significa che, per ogni millimetro di distanza tra la spirale di metallo e il pozzetto metallico, deve essere stata presente una tensione sufficientemente alta da generare una scintilla con un'energia sufficiente a superare il MIE del toluene. La tensione di rottura del neoprene è di almeno 20.000 volt. Poiché la tensione minima sul sistema veicolo-flessibile è stata stimata in almeno 30.000 volt, questo significa che 10.000 volt aggiuntivi devono essere stati presenti per generare una scarica dalla superficie del neoprene al pozzetto. Quindi, a un certo punto durante l'operazione, si deve essere creato uno spazio tra la superficie del flessibile e il pozzetto, con una conseguente scintilla scaricata in questo spazio, in cui del toluene era presente.

L'ultima tessera del puzzle è l'energia potenziale della scintilla stessa. Possiamo stimare la quantità di energia disponibile per la scarica di una scintilla tramite l'equazione:

Energia potenziale della scintilla (Joule) = ½ x capacitanza dell'oggetto carico x la radice della tensione dell'oggetto.

$$E = \tfrac{1}{2} CV^2$$

Se stimiamo un basso valore di 1 nano-farad come valore della capacitanza del veicolo ($1 \times 10^{-9}$ F), assieme a una tensione di 30.000 volt sul sistema veicolo-flessibile al momento dell'innesco, possiamo ipotizzare un'energia potenziale totale di 450 milli-joule, di gran lunga superiore al MIE del toluene, pari a 0,24 milli-joule. Una certa percentuale dell'energia sarà emessa sotto forma di suono e calore radiale, ma una percentuale significativa sarà rilasciata nello spazio esplosivo, innescando il toluene.

## Messa a terra: scegliere la giusta soluzione.

È abbastanza ovvio che la mancata messa a terra del veicolo sia stata la ragione principale dell'incendio. Tuttavia, mettere a terra un veicolo non significa semplicemente collegare il veicolo a un oggetto che sembra essere in contatto con il terreno. Il metodo di messa a terra deve essere attentamente considerato, così come i parametri da implementare perché un collegamento costante alla terra sia mantenuto per tutta la durata dell'operazione. Come affermato in precedenza, esistono numerosi documenti di orientamento che possono utilizzati per ottenere una messa a terra effettiva delle attrezzature. In relazione agli autospurghi, sono disponibili due documenti di orientamento.

Questi sono:

- API 2219 "Safe Operation of Vacuum Trucks in Petroleum Service".
- IEC TS 60079-32-1 "Explosive atmospheres. Electrostatic hazards, guidance".

Il codice di buona prassi industriale delineato in API 2219 raccomanda le seguenti operazioni:

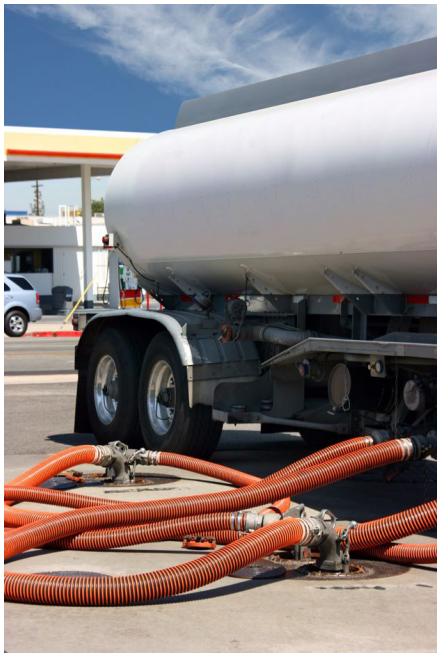
- "Prima di avviare le operazioni di trasferimento, gli autospurghi devono essere messi direttamente a terra o collegati equipotenzialmente a un altro oggetto intrinsecamente a terra, come un grande serbatoio di stoccaggio o tubazioni interrate".
- "Una terra designata e comprovata è preferibile".
- "Questo sistema (messa a terra) deve fornire una resistenza elettrica di contatto inferiore a 10 Ohm tra il veicolo e una struttura messa a terra".
- "Per assicurare un collegamento equipotenziale idoneo, la continuità deve essere verificata con un ohmmetro dopo il collegamento e prima dell'operazione".

In poche parole, API 2219 raccomanda che il veicolo sia collegato a una sorgente di terra "comprovata" e che il collegamento di terra non abbia una resistenza superiore a 10 Ohm. Per assicurare che la resistenza del collegamento non superi i 10 Ohm, tale collegamento deve essere verificato con un ohmetro o un altro dispositivo in grado di indicare una resistenza di collegamento di 10 Ohm, o inferiore.

Il codice di buona prassi industriale delineato in IEC TS 60079-32-1 raccomanda le seguenti operazioni:

- "Gli autospurghi devono essere collegati a un sito di messa a terra designato prima che qualsiasi operazione sia avviata".
- "Nelle aree in cui punti di messa a terra non siano presenti, vale a dire ove sia necessario utilizzare barre di messa a terra portatili, o nel caso di dubbio circa la qualità dei punti di messa a terra del sito, la resistenza di terra deve essere verificata prima di ogni operazione".
- "Quando il mezzo è collegato a un punto di messa a terra verificato, la resistenza del collegamento tra il veicolo e la terra verificata non deve superare 10 Ω per collegamenti metallici puri, o 1 MΩ per tutti gli altri collegamenti".
- "Questo requisito deve essere verificato con un sistema di messa a terra montato sul veicolo con un ohmmetro portatile".

In sintesi, IEC TS 60079-32-1 afferma che il mezzo debba essere messo a terra solo tramite punti di messa a terra "designati". "Designato" significa che il collegamento diretto a terra del punto è stato testato e verificato. La funzione primaria dei punti di messa a terra designati è fornire una protezione di terra per i circuiti elettrici, i fulmini e l'elettricità statica.

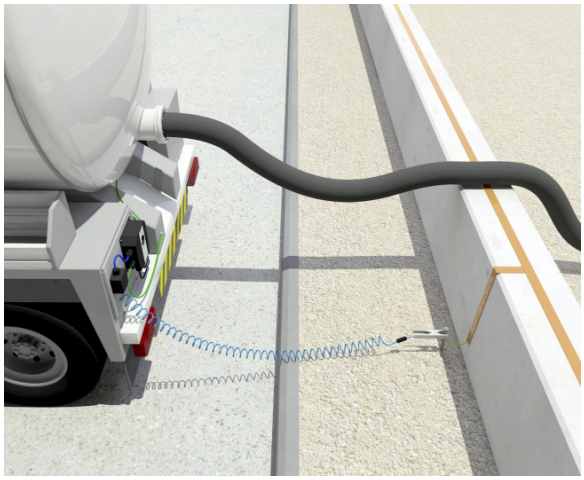


La resistenza dal camion al punto di messa a terra designato non deve superare i 10 Ohm e deve essere verificata con un sistema di messa a terra montato su veicolo o un ohmmetro. I sistemi metallici includono circuiti elettrici all'interno dei sistemi di messa a terra, in quanto la carica statica deve passare direttamente dal veicolo alla pinza di messa a terra tramite la pista in rame sul PCB del sistema di messa a terra.

## Riepilogo

Se un sistema di messa a terra montato sul mezzo fosse stato usato dalla società di autospurgo presso il sito oggetto di questo case study, l'incendio sarebbe stato evitato. L'utilizzo di un sistema di messa a terra montato su veicolo presenta diversi vantaggi. Un esempio è l'Earth-Rite® MGV.

- L'Earth-Rite MGV verifica automaticamente se il veicolo sia collegato a una sorgente di terra, a sua volta collegata alla massa della terra.
- Monitorerà la resistenza tra la terra verificata e il veicolo e, se supera i 10 Ohm, gli indicatori a LED verdi cominceranno a lampeggiare in rosso.
- Se l'Earth-Rite MGV rileva che il collegamento a terra non è presente, i contatti puliti interni possono essere utilizzati per arrestare il movimento del liquido o della polvere.
- Gli elettricisti del sito non devono eseguire un controllo con un ohmmetro. L'Earth-Rite MGV non solo eseguirà questo controllo automatico per il conducente, ma continuerà a monitorare il collegamento per tutta la durata delle operazioni di trasferimento.



Se avete domande su questo case study, inviare un'email a Newson Gale.
Per ulteriori informazioni su Earth-Rite® MGV, seguire questo link per accedere alla pagina web del prodotto.

Si prega di notare che questo case study fa riferimento a una fonte di terzi e non è in alcun modo collegato alle operazioni dei clienti di Newson Gale.

**Avviso di copyright**
Il sito e il suo contenuto sono copyright di Newson Gale Ltd © 2020. Tutti i diritti riservati.

È vietata qualsiasi ridistribuzione o riproduzione parziale o totale dei contenuti in qualsiasi forma, ad eccezione di quanto segue:

- l'utente può stampare o scaricare su un disco rigido locale estratti esclusivamente per uso personale e non commerciale
- l'utente può copiare il contenuto e inviarlo a singole terze parti per uso personale, ma solo se riconosce il sito web come fonte del materiale

L'utente non può, salvo espressa autorizzazione scritta, distribuire o sfruttare commercialmente il contenuto. L'utente non può trasmetterlo o memorizzarlo in qualsiasi altro sito Web o altra forma di sistema elettronico di archiviazione.

**Diritto di modifica**
Questo documento fornisce solo informazioni generali e può essere soggetto a modifiche in qualsiasi momento senza preavviso. Tutte le informazioni, le dichiarazioni, i link o altri messaggi possono essere modificati da Newson Gale in qualsiasi momento senza preavviso o spiegazione.

Newson Gale non è obbligata a rimuovere eventuali informazioni obsolete dal suo contenuto o a contrassegnarle espressamente come obsolete. L'utente è pregato di consultare dei professionisti, se necessario, per quanto riguarda la valutazione di qualsiasi contenuto.

**Esclusione di responsabilità**
Le informazioni fornite in questo Case Study sono fornite da Newson Gale senza alcuna dichiarazione o garanzia, espressa o implicita, riguardo alla loro accuratezza o completezza. È esclusa la responsabilità di Newson Gale per qualsiasi spesa, perdita o azione sostenuta dal destinatario a seguito dell'utilizzo di questo Case Study.



United Kingdom
**Newson Gale Ltd**
Omega House
Private Road 8
Colwick, Nottingham
NG4 2JX, UK
+44 (0)115 940 7500
groundit@newson-gale.co.uk

United States
**IEP Technologies LLC**
417-1 South Street
Marlborough, MA 01752
USA

+1 732 961 7610
groundit@newson-gale.com

Deutschland
**IEP Technologies GmbH**
Kaiserswerther Str. 85C
40878 Ratingen
Germany

+49 (0)2102 58890
erdung@newson-gale.de