



FEDERCHIMICA  
CONFINDUSTRIA

**AVISA**

Associazione Nazionale vernici, inchiostri, sigillanti, adesivi

Alle imprese associate

Loro Sedi

**Alla cortese attenzione  
DIREZIONE TECNICA**

Milano, 24 Maggio 2005

Oggetto: **Monografia su elettricità statica.**

L'elettricità statica rappresenta uno dei fenomeni di maggiore rischio nella produzione di adesivi, di inchiostri da stampa e di prodotti vernicianti.

La Monografia allegata alla presente lettera, redatta dalla Segreteria tecnica di AVISA, intende offrire un'analisi dettagliata di questo fenomeno e fornire alcune indicazioni sulla gestione ottimale dei rischi derivanti.

Con i migliori saluti.

**IL DIRETTORE**

Marco Surdi

Allegato

# MONOGRAFIA

---

## Elettricità statica

Maggio 2005



Federchimica

**AVISA**

Associazione Nazionale vernici,  
inchiostri, sigillanti, adesivi

## PREMESSA

---

L'elettricità statica rappresenta uno dei fenomeni di maggiore rischio nella produzione di adesivi, di inchiostri da stampa e di prodotti vernicianti.

La presente monografia intende offrire un'analisi dettagliata di questo fenomeno e fornire alcune indicazioni sulla gestione ottimale dei rischi derivanti.

Maggio 2005

---

*La presente Monografia è stata redatta dalla Segreteria Tecnica di AVISA.*

*AVISA non assume alcuna responsabilità per eventuali conseguenze che dovessero derivare dall'utilizzo di questa Monografia. Si richiama inoltre l'attenzione sulle norme legislative citate nel testo, quale riferimento obbligatorio per l'applicazione delle disposizioni stesse.*

# ELETRICITA' STATICA

## 1 INTRODUZIONE

Una delle sorgenti di innesco (di un incendio) più difficili da capire e prevedere è quella dell'elettricità statica. Operazioni simili possono dar luogo a differenti livelli di elettrostaticità a seconda dei giorni, e spesso la prima indicazione della presenza di elettricità statica è una scintilla, che può peraltro essere catastrofica in presenza di vapori di solvente. Questa guida fornisce una analisi dettagliata su come gestire al meglio i rischi dell'elettricità statica, illustrando alcune applicazioni pratiche e tecniche di contenimento

Dal momento che le aziende utilizzano normalmente terzisti per il trasporto di loro prodotti in bulk e non sono coinvolte in altri aspetti delle operazioni di trasporto su strada o per mare, questa guida non tratta queste situazioni, ed è pertanto limitata ai provvedimenti da prendere fino alla fase della consegna.

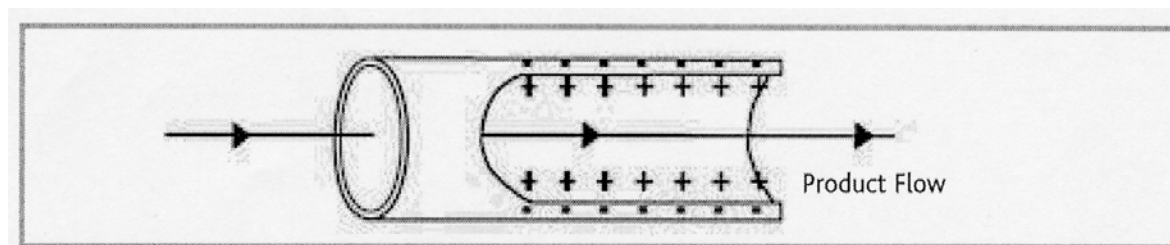
## 2 L'ELETRICITA' STATICA

Elettricità statica si produce nel pompaggio di materiali o in altre operazioni di movimentazione quali l'agitazione. Il movimento separa cariche positive e cariche negative che si accumulano nel liquido e nel sistema di contenimento (tubazioni, serbatoi, fusti ecc.). Le cariche presenti nel sistema di contenimento si disperdono rapidamente con la messa a terra, ma le cariche nel liquido rimangono e si dissipano lentamente, in relazione alla conduttività del liquido.

Cariche statiche possono accumularsi in liquidi con conduttività inferiore a 50 picosiemens/metro (pS/m).

In questi liquidi si possono creare alte differenze di potenziale tali da scaricarsi in scintille in grado di causare l'innesco di fiamma dei vapori di un solvente. Possono verificarsi scariche da conduttori isolanti (componenti di impianto, fusti), masse liquide, nebbie e materiali plastici isolanti.

Il seguente schema evidenzia quanto accade durante il pompaggio di un liquido attraverso un tubo.



*Quanto più il flusso è turbolento, tanto più si produce elettricità statica. La turbolenza viene spiegata nell'ALLEGATO 1*

### 3 CONDUTTIVITA' DEI SOLVENTI

Le cariche statiche che si formano in un liquido si dissipano per migrazione dal liquido ad un punto messo a terra. La velocità di dissipazione dipende dalla facilità (prontezza) con cui il liquido conduce l'elettricità. I solventi idrocarburi, che hanno una conduttività molto bassa (tipicamente inferiore a 10 pS/m), non conducono praticamente l'elettricità. Gli olii che bollono nell'intervallo tra 350 e 400 °C sono infatti utilizzati come isolanti nei grandi trasformatori ed hanno una conduttività estremamente bassa. Tali prodotti sono in grado di trattenere significative quantità di cariche anche quando sono collegati a terra.

I materiali più polari come gli alcoli, i chetoni e gli acetati sono migliori conduttori dell'elettricità come si può rilevare dalla tabella riportata più sotto. Pertanto si dovrà porre molta attenzione nella manipolazione di tutti i solventi industriali infiammabili.

L'allegata tabella 1 con le conduttività riporta i dati ricavati empiricamente utilizzando solventi industriali di facile reperibilità. I dati hanno solo una valenza comparativa dal momento che i valori possono variare in ragione di eventuali tracce di impurezze quali acqua, zolfo, tracce di acidi o ancora tracce di metalli presenti nei solventi.

Si dovrà porre molta attenzione nelle misure di conduttività affinché i risultati non siano distorti dalla polarizzazione, e curando che nei test sia stata usata una corrente oscillante sufficientemente alta.

Sostanza	Conduttività pS/m
Acetone	$6 \times 10^6$
Metil Etil Chetone	$5 \times 10^6$
n-Butanolo	$4 \times 10^6$
Iso-Propanolo	$2 \times 10^6$
Etilacetato	$2 \times 10^6$
n-Butilacetato	$2 \times 10^6$
Etanolo	$4 \times 10^6$
Metanolo	$7 \times 10^6$
n-Eptano	4
n-Esano	24
Iso-Ottano	1
n-Ottano	9
Toluene	5
n-Pentano	24
m-Xilene	9

TABELLA 1

L'acqua infiltrata in un idrocarburo solvente accresce la potenzialità di formazione di cariche elettrostatiche durante la sua manipolazione. Non è raro avere dell'acqua in solventi provenienti da operazioni che hanno comportato dei lavaggi con acqua. Pertanto si dovrà aver cura di evitare miscele non necessarie.

### 4 TEMPI DI RILASCIO

Le cariche elettrostatiche si dissipano gradualmente dopo un tempo definito "tempo di rilascio" ( $\tau$ ) che dipende dalla permittività e dalla conduttività del materiale:

$$\tau = \frac{\epsilon \epsilon_0}{\gamma} \times 10^{12}$$

dove

$\tau$  = Tempo di rilascio in secondi

$\epsilon$  = Permettività relativa del liquido

$\epsilon_0$  = Permettività dello spazio libero  
(  $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  )

$\gamma$  = Conduttività del liquido

Per la maggior parte dei liquidi a bassa conduttività, per approssimazione,  $t = 18 / \gamma$   
Per esempio, un liquido con una conduttività di 0,5 pS/m (caso della ragia minerale standard) si avrà un tempo di rilascio di circa 30 secondi, mentre per una ragia dearomatizzata il tempo di rilascio tipico si collocherà nell'intorno di 260 secondi o tra i 4 e i 5 minuti.

Per i solventi aromatici dovrebbe essere nell'intorno di pochi secondi.

Prodotti con elevato grado di raffinazione, specialmente gli idrocarburi idrotrattati aventi un contenuto in zolfo inferiore a 50 ppm, risultano avere un più alto rischio di innesco per elettricità statica.

In generale, si raccomanda di adottare un margine di sicurezza di almeno tre volte il tempo di rilascio  $\tau$ , per quanto, questo potrà variare in relazione all'evolversi delle situazioni operative. Le singole aziende potranno trovare consiglio dai fornitori e dagli specialisti della sicurezza.

Praticamente, i sistemi con flusso di liquidi dovrebbero avere a disposizione una camera di rilascio per consentire un tempo di permanenza sufficiente a ridurre le cariche elettrostatiche a un livello di sicurezza.

## 5 DISPERSIONE (DISSIPAZIONE) DELL'ELETTRICITA' STATICA

La dispersione dell'elettricità statica dipende da un efficace collegamento a terra con resistenza inferiore a 10  $\Omega$  e dalla conduttività del materiale. Il valore di  $\tau$  dà il tempo per la dispersione del 37% delle cariche. Dopo 3  $\tau$ , dovrebbe rimanere solo il 5% delle cariche.

Il seguente è un elenco di operazioni che danno luogo alla formazione di cariche elettrostatiche:

- Alta velocità e condizioni di moto turbolento (per esempio nelle tubazioni), o scarico di getti di liquido da ugelli o agitazione e mescola di liquidi in un serbatoio.
- Filtrazione, in modo particolare attraverso elementi microporosi con un'ampia superficie esposta al flusso.
- Goccioline di liquido o schiuma che cadono attraverso un vapore, per esempio la formazione di spray o di nebbia in atmosfera di vapore, alimentazione per caduta libera in serbatoi, cisterne, fusti o cisternette, specialmente se il contenitore è in materia plastica.

- Sedimentazione di goccioline d'acqua attraverso un idrocarburo liquido, cioè dopo che si è usata l'acqua per trasferirlo nel serbatoio.
- Gorgogliamento di gas o aria attraverso un liquido
- Movimento meccanico di cinghie o pulegge usate nei refrigeratori d'aria
- Movimento di veicoli, ventilatori o anche persone
- Movimento o trasporto di polveri, anche se non rilevanti nel caso dei solventi. Si sono verificati numerosi incidenti che hanno interessato materiali non pericolosi come la farina, dove la formazione di elettricità statica ha causato l'esplosione delle polveri di farina.
- Emissione ad alta velocità di vapore in atmosfera.

## 6 MISURE DI CONTENIMENTO (stoccaggio e movimentazione)

Gli interventi possibili per il contenimento del fenomeno della elettricità statica sono rappresentati dalla **messa a terra**, che costituisce un percorso continuo dell'elettricità verso terra e dai **collegamenti conduttori** che assicurano che tutte le parti dell'impianto abbiano lo stesso potenziale.

Le parti principali degli impianti fissi possono essere messe a terra permanentemente con l'intera struttura, mentre per le operazioni di carico/scarico e di riempimento di fusti deve essere assicurati collegamenti conduttori e messe a terra temporanei. Il collegamento a terra di cisterne e serbatoi è essenziale per ridurre la probabilità di scariche elettrostatiche e di potenziali danni agli impianti dovuti a:

- Difetti nel collegamento conduttore
- Scariche di fulmini
- Correnti e potenziali indotte da radiazione di radiofrequenze
- Accumulo di cariche elettrostatiche

E' importante tener presente che l'approntamento dei collegamenti di terra non previene la formazione di cariche elettrostatiche, ma aiuta a eliminare le cariche che si formano durante le manipolazioni e a evitare la dispersione con scintilla.

## 7 CISTERNE E OPERAZIONI DI TRAVASO

Il primo passo da fare iniziando un'operazione di travaso che interessa un'autocisterna o un articolato è quello di applicare al mezzo di trasporto un collegamento a terra temporaneo. Alla fine si provvede a rimuovere tale collegamento a terra. Si deve evitare il carico nel serbatoio per caduta libera, utilizzando una tubazione di accompagnamento fino al fondo o un'entrata del flusso da una tubazione a livello del fondo.

Nei trasferimenti di liquidi con conduttività inferiori a 50 pS/m (ad esempio idrocarburi) la velocità lineare deve essere mantenuta sotto 1 m/s fintanto che la tubazione d'ingresso è coperta a un livello due volte il suo diametro. A questo punto la velocità di pompaggio può crescere fino a 7 m/s, ma è consigliabile tenersi alla velocità più bassa ragionevolmente praticabile, sui 2-3 m/s. Se è presente una seconda fase, ad esempio acqua, la velocità di pompaggio sarà tenuta a 1 m/s.

## 8 PRELIEVO E CAMPIONAMENTO

Effettuate le operazioni di travaso e di agitazione (mescolamento) può essere necessario fare prelievi o campionare il prodotto.

Durante il periodo di travaso o di agitazione, si sono formate cariche statiche all'interno del serbatoio; pertanto si deve lasciare un tempo sufficiente per la dispersione di queste cariche (Tempo di rilascio). Dato che la maggior parte dei serbatoi di idrocarburi contengono piccole quantità di una seconda fase, ad esempio acqua, si raccomanda un tempo di rilascio di almeno 30 minuti prima di effettuare campionamenti o prelievi, a meno che non siano equipaggiati con tubazioni fisse per il prelievo e il campionamento.

Non si devono effettuare operazioni di prelievo e di campionamento mentre sono in corso travasi o miscelezioni.

I sistemi di prelievo devono essere realizzati in metallo o in fibre naturali e collegate a terra. Anche il cordino del campionatore deve essere in fibra naturale con una resistività che non comporti il rischio di accumulo di cariche statiche.

Non si devono effettuare operazioni di prelievo e campionamento di liquidi infiammabili in condizioni meteorologiche estremamente avverse quali neviccate, grandinate o durante temporali.

## 9 OPERAZIONI DI CARICO E RIEMPIMENTO (contenitori metallici per il trasporto)

Durante le operazioni di riempimento, sia di autocisterne che di serbatoi di stoccaggio, si deve impedire che il flusso di liquido cada liberamente all'interno saturo di vapori poiché questo determina formazione di cariche statiche rispetto alle pareti del serbatoio (anche se il serbatoio è collegato a terra).

Durante il riempimento, a meno che non siano stati messi a punto speciali collegamenti a terra, la resistenza verso terra di un autocisterna gommata collocata su pavimento asciutto in cemento, può arrivare oltre  $10^6 \Omega$ .

Si devono pertanto prendere provvedimenti per ridurre la resistenza a  $10 \Omega$ .

Le cisterne ferroviarie sono collegate a terra tramite i binari; durante il carico non sono necessari speciali sistemi di messa a terra. Se permane qualche dubbio sulla continuità elettrica tra il gruppo di pompaggio e il serbatoio, si utilizzerà un collegamento con resistenza massima verso terra di  $10 \Omega$ .

Tutte le manichette devono essere elettricamente conduttive.

Si deve evitare il riempimento di un serbatoio per caduta libera utilizzando l'entrata dal fondo o una tubazione che accompagna il liquido fino al fondo del serbatoio. All'inizio del riempimento il flusso pompato non deve superare la velocità di 1 m/s.

Una volta che la parte terminale della tubazione di entrata è immersa per un tratto pari a due volte il suo diametro, si può aumentare la portata mantenendola comunque al di sotto di 7 m/s ( $u \leq 7$ ).

La portata raccomandata per il pompaggio può essere calcolata in termini di velocità lineare  $u$  (in m/s) e di diametro della tubazione  $d$  (in metri) :

$$ud < N \quad \text{dove } N \text{ cade nell'intervallo tra } 0,38 \text{ e } 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$$



Pertanto durante il carico con una tubazione da 100 mm il flusso lineare può arrivare al massimo a 5 m/s. Questo valore non dovrà essere superato e in pratica la portata della pompa sarà normalmente inferiore; se ci si attesta su un valore di 1,5 m/s si effettuerà un trasferimento di 42.000 litri/ora.

Questi valori di carico non si applicano nel caso in cui si passa a travasare in un altro compartimento dell'autocisterna.

Se si utilizza un filtro a maglie fini si deve consentire alle cariche elettrostatiche di disperdersi prima di riempire l'automezzo (tempi di rilascio). Una camera di rilascio è la componente di un sistema di trasferimento di liquidi che consente tempi di permanenza sufficienti a ridurre le cariche a un livello di sicurezza.

Si può arrivare a questo, prima di attivare il trasferimento nella ferro/auto cisterna, introducendo nel sistema di carico una tubazione di ampia sezione, messa a terra (camera di rilascio). Sono state fatte numerose pubblicazioni sul problema del carico in sicurezza di carburanti in autocisterne e sui relativi rischi d'innescio di incendi per cariche statiche.

La formula sopra riportata è stata messa a punto per il caso degli idrocarburi e sta ad indicare che è sufficiente qualche accorgimento per consentire un tempo di dispersione per solventi polari. In ogni caso sarà ancora necessario un certo tempo per la dispersione del carico effettuato ed anche i relativi contenitori dovranno ancora essere collegati a terra.

I contenitori (serbatoi) ISO vanno messi a terra collegandoli direttamente al sistema di carico: essi tendono a dar luogo alla formazione più consistente di cariche dal momento che normalmente hanno una capacità di 30-35 m<sup>3</sup> in un solo comparto, a differenza delle autocisterne a più comparti dove le singole capacità sono di 7.5 m<sup>3</sup>. La formazione di cariche si riduce con l'installazione di diaframmi che contribuiscono alla dispersione dell'elettricità statica.

Si deve evitare l'utilizzo di aria compressa o di acqua per la bonifica di tubazioni contenenti prodotti con basso punto di infiammabilità.

## 10 OPERAZIONI DI RICARICO

Si parla di ricarico quando i vari comparti non vengono bonificati tra una consegna e l'altra e un prodotto viene caricato in presenza di vapori rimasti dal carico precedente. Questa è un'operazione a rischio nel caso di prodotti con bassa conduttività, specialmente quando il carico precedente era infiammabile e il carico successivo è facilmente infiammabile e viscoso. In queste circostanze si sono verificati numerosi incidenti con esplosione e successivo incendio. Nei casi in cui non si possono evitare operazioni di ricarico, si devono applicare adeguate misure cautelative:

- Come regola ottimale, tutti i comparti che in precedenza hanno contenuto liquidi infiammabili devono essere liberati da gas/vapori prima di essere nuovamente riempiti con un secondo liquido. Dal momento che questa operazione non è sempre praticabile, si dovrà tenere ben presente la seguente raccomandazione: "Organizzare i programmi di carico in modo da minimizzare le operazioni di ricarico"
- Accertarsi che pescanti, tubazioni articolate e manichette per il carico siano adeguatamente collegate a terra.
- Tenere la portata del carico a valori pari alla metà della portata calcolata applicando l'equazione riportata nelle pagine precedenti.

## 11 CARICO DI CONTENITORI IBC (in metallo)

Questi contenitori non devono essere caricati per caduta libera e vanno collegati a terra direttamente a monte del sistema di caricamento. La struttura portante dell'IBC può essere o meno connessa con il serbatoio. Di solito il serbatoio è fissato su supporti dotati di cuscinetti idonei ad assorbire le sollecitazioni meccaniche durante il trasporto e, a meno che non vi sia un manicotto di collegamento a terra tra struttura e serbatoio, si deve provvedere a mettere a terra sia il serbatoio che la struttura portante.

Se esiste tale manicotto di collegamento tra struttura portante e serbatoio, sarà necessario un solo collegamento a terra.

Il caricamento deve avvenire dal fondo dell'IBC e la velocità lineare della portata non deve superare 1 m/s.

Dal momento che non c'è la possibilità di misurare il volume del materiale trasferito in un IBC di metallo, il riempimento degli IBC verrà controllato con contalitri (o per pesata) per impedire la fuoriuscita di prodotto per troppo pieno.

## 12 CARICO DI CONTENITORI IBC (in plastica)

Il costo degli IBC in metallo è piuttosto alto e pertanto c'è la tendenza ad utilizzare IBC in plastica, in ragione del loro costo molto più basso e della loro disponibilità sul mercato. Gli IBC in plastica non possono essere collegati a terra, a meno che non siano dotati di particolari dispositivi al loro interno.

I solventi a basso punto di infiammabilità (ad esempio quelli con punto di infiammabilità inferiore a 35°C circa) non possono essere immessi in IBC in plastica perché durante il carico si forma elettricità statica che poi richiede un lasso considerevole di tempo per disperdersi. Il carico di materiali con punto di infiammabilità inferiore alla temperatura ambiente può dar luogo alla formazione in superficie di vapori in concentrazioni che possono variare tra zero e valori compresi tra il limite di esplosività inferiore e quello superiore, e sia che si superi il limite superiore, sia che si rimanga nella banda, questo incrementa il rischio che si verifichi esplosione/incendio.

In queste circostanze non è ammissibile l'utilizzo di IBC in plastica, dal momento che non si può garantire che le cariche elettrostatiche si disperdano fino ad una condizione di sicurezza. Si ricorda comunque che gli IBC in plastica sono approvati per il trasporto di liquidi infiammabili secondo i regolamenti ADR/RID e possono essere usati in condizione di sicurezza per solventi ad alta conduttività quali gli alcoli e i chetoni.

Si raccomanda di consultare il fornitore di solventi qualora si abbiano dubbi in proposito.

## 13 CARICO DI FUSTI E SECCHIELLI

Si deve evitare il riempimento per caduta libera di fusti e di secchielli e provvedere alla loro messa a terra. Il flusso deve essere accompagnato fino al fondo del contenitore e la sua velocità lineare non deve superare 1 m/s. Dal momento che non c'è la possibilità di misurare il volume trasferito in un fusto o in un secchiello, il loro riempimento verrà controllato con un contalitri (o per pesata) per impedire un'eventuale fuoriuscita di prodotto per troppo pieno. Fusti e secchielli vanno messi a terra con pinza speciale in grado di penetrare lo strato di vernice e consentire una resistenza verso terra non superiore a 10 Ω.

## 14 GENERALITA'

Tutte le apparecchiature elettriche utilizzate nei processi con solventi devono essere in esecuzione antideflagrante e non vanno usate lampade portatili e cavi di prolunga.

Bisogna evitare che conduttori non isolati, in grado di produrre scintille d'innescio (ad esempio barattoli metallici, occhiali con montatura metallica, pettini o penne in acciaio), possano essere immersi o cadere inavvertitamente nei serbatoi durante le operazioni di travaso, campionamento o scarico.

Devono essere attive procedure per verificare regolarmente i requisiti delle apparecchiature in relazione alla resistenza del loro collegamento a terra ed alla conduttività elettrica delle manichette.

### **Miscelazione**

Quando gli operatori sono impegnati a svuotare sacchi o fusti in liquidi non conduttori, devono indossare calzature e guanti antistatici, inoltre non devono togliersi indumenti in aree nelle quali possono essere presenti atmosfere infiammabili. In alcuni casi queste precauzioni non sono sufficienti e può essere necessario effettuare un trattamento al pavimento. La resistenza complessiva degli operatori verso terra attraverso le calzature e il pavimento non dovrebbe superare  $10^8$  Ohms.

### **Additivi antistatici**

Gli additivi antistatici hanno la funzione di migrare verso le pareti del serbatoio trascinandosi le cariche e riducendo in tal modo, dopo il pompaggio, i tempi di rilascio di queste. Comunque, gli additivi antistatici continuano a migrare verso le pareti del serbatoio anche dopo che le cariche si sono disperse. Il materiale che è stato dosato con un additivo antistatico ritorna lentamente alla sua condizione originaria di bassa conduttività e ci si dovrà fare carico di accertare che l'additivo sia ancora attivo se si deve avviare un pompaggio ad alta velocità lineare.

I fabbricanti raccomandano di non aggiungere additivi antistatici nei solventi al solo scopo di contenere il formarsi di cariche statiche (anche se in alcuni casi possono essere addizionati per altre finalità applicative).

In passato alcuni utilizzatori hanno ritenuto che tali aggiunte consentissero un impiego sicuro senza altre precauzioni, col risultato di causare incidenti.

Additivi antistatici sono utilizzati in carburanti per l'aviazione e la conduttività di questi viene regolarmente verificata per assicurare la rispondenza alle specifiche.

## ALLEGATO 1

**FLUSSI TURBOLENTI**

Il Numero di Reynolds ci dà la misura della turbolenza di un flusso all'interno di una tubazione. Il Numero di Reynolds Critico, allorché il flusso passa da regime laminare a flusso turbolento, si attesta intorno a 2-3000. La tabella seguente riporta i Numeri di Reynolds in una tubazione da 100 mm (4 pollici) per un liquido con viscosità di 2 centipoises.

Il Numero di Reynolds si calcola con la seguente formula:

$$\frac{\rho \times d \times v}{\mu}$$

$\rho$  = Densità  
 $d$  = Diametro tubazione  
 $v$  = Velocità  
 $\mu$  = Viscosità

Flusso m/s	Diametro m	Densità Kg/m <sup>3</sup>	Viscosità centipose	Viscosità Kg/ms	Numero di Reynolds	Volume pompato l/ora
0.5	0,1	800	2	0,002	20000	14137
1.0					40000	28274
1.5					60000	42412
2.0					80000	56549
2.5					100000	70686
3.0					120000	84823
3.5					140000	98960
4.0					160000	113097
4.5					180000	127235
5.0					200000	141372
5.5					220000	155509
6.0					240000	169646
6.5					260000	183783
7.0					280000	197920

## ALLEGATO 2

**ENERGIA MINIMA DI INNESCO PER VAPORI INFIAMMABILI DI ALCUNE SOSTANZE**

<b>SOSTANZA</b>	<b>Energia minima di innesco 10<sup>-4</sup> Joules</b>	<b>SOSTANZA</b>	<b>Energia minima di innesco 10<sup>-4</sup> Joules</b>
n-Eptano	7.0	Acetone	11.5
Isottano	13.5	Vinilacetato	7.0
Metanolo	2.15	Etilacetato	14.2
Alcool isopropilico	6.5	Di-ter-butil perossido	11.4
Trietilammina	7.5	Furano	2.25
Etilammina	24	Benzene	5.5
Metiletilchetone	5.3	Ciclopentadiene	6.7
Tetraidrofurano	5.4	Metano	4.7
Cicloesano	13.8	Propano	3.05

## ALLEGATO 3

## LEGISLAZIONE RELATIVA AL MATERIALE ELETTRICO DESTINATO AD ESSERE UTILIZZATO IN ATMOSFERA ESPLOSIVA

### DIRETTIVE COMUNITARIE

Direttiva **76/117/CEE** del Consiglio, del 18 dicembre 1975, .....relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in "atmosfera esplosiva"

Direttiva **79/196/CEE** del Consiglio, del 6 febbraio 1979, ..... relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale si applicano taluni metodi di protezione.

Direttiva **82/130/CEE** del Consiglio, del 15 febbraio 1982, Rettifica A, .... Relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva nelle miniere grisutose

Direttiva **94/9/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 marzo 1994, Rettifiche A, .....relative agli apparecchi e sistemi destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva

Direttiva **1999/92/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 1999, relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (quindicesima direttiva particolare ai sensi dello articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

### LEGISLAZIONE ITALIANA

#### **D.P.R. 21 luglio 1982, n°727**

Attuazione della direttiva (CEE) n° 76/117, ...relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in "atmosfera esplosiva" (G.U. 12-10-1982, n°281)

#### **D.P.R. 21 luglio 1982, n°675**

Attuazione della direttiva (CEE) n° 79/196 , ...relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale si applicano taluni metodi di protezione (G.U. 24-09-1982, n°675)

#### **L. 17 aprile 1989, N°150**

Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva (G.U. 27-04-1989, n° 97)

#### **D.P.R. 23 marzo 1998, n°126**

Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (G.U. 04-05-1998, n°101)

#### **Decreto Legislativo 12 giugno 2003, n° 233**

Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela e della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive (G.U. 26-08-2003, n° 197)

## **NORME TECNICHE**

### **CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione**

Questa norma fornisce i criteri di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione e le modalità di progettazione ed esecuzione degli impianti elettrici a sicurezza per detti luoghi.

La norma è strutturata in sedici capitoli con il seguente contenuto:

- Capitolo I : scopo della Norma, definizioni e generalità introduttive.
- Capitoli dal II al V : individuazione dei luoghi con pericolo di esplosione.
- Capitoli dal VI al XIII : scelta, caratteristica e criteri di esecuzione dei diversi tipi di impianti elettrici a sicurezza.
- Capitolo XIV : impianti di messa a terra.
- Capitoli XV e XVI : luoghi con controllo dell'esplosività dell'atmosfera e luoghi con controllo della temperatura.

Rispetto alla precedente edizione (fasc. n. 807), questa presenta semplificazioni nella classificazione dei luoghi pericolosi, dei centri di pericolo e delle zone AD; esclusione dei luoghi di classe 3 per le sostanze combustibili, ora oggetto della Norma CEI 64-8 Sezione 751; aggiornamento dell'esecuzione dei lavori in sede IEC e CENELEC.

L'edizione attuale della Norma si presenta con due distinti fascicoli: il n. 2960 C ed uno dedicato alle Appendici, n. 2961 C, relativo a casi particolari di luoghi pericolosi.

#### **APPENDICE**

Fascicolo complementare alla 64-2 contenente prescrizioni relative a casi particolari di luoghi pericolosi, tra cui:

A) Luoghi per ricovero o riparazione di autoveicoli

.....

D) Luoghi per processi di verniciatura e similari

F) laboratori chimici per sostanze pericolose

.....