



franco zecchini (iosolo35)

## CENNI SULLE SCARICHE ELETTROSTATICHE

17 December 2018

### **Introduzione**

Con questo articolo desidero porre l'attenzione sugli effetti derivati dalla scarica elettrostatica e definire delle misure di protezione atte a garantire la sicurezza delle persone.

Il fenomeno della generazione di cariche ed il conseguente effetto delle scariche elettrostatiche (ESD Electro Static Discharge) è conosciuto da sempre.

Soprattutto nel settore industriale (chimica, alimentare, farmaceutica e tessile) generava (e può generare tuttora) degli effetti a volte devastanti:

- innesco di un potenziale esplosivo,
- scossa elettrica che provoca lesioni,
- movimento involontario della persona con conseguente infortunio.

Inoltre, l'elettricità statica introduce problemi operativi durante i processi di fabbricazione e trattamento, per es. provocando l'adesione di un oggetto all'altro o attirando la polvere.

Essa viene generata da:

- il contatto e la separazione di solidi, per es. il movimento di nastri trasportatori, pellicole di plastica ecc. su rulli, il movimento di una persona;
- il flusso di liquidi o polveri e la produzione di spray;
- un fenomeno di induzione, cioè gli oggetti si caricano a causa della loro presenza in un campo elettrico.

Fino a tempo fa, i problemi introdotti da ESD erano generalmente determinati da:

- tipo di materiali e prodotti impiegati nei processi produttivi (gas, prodotti infiammabili, prodotti derivati dal petrolio movimentati via mare/terra, polveri combustibili, ecc.);
- condizioni del combustibile utilizzato (fasi di manutenzione, rifornimento).

Con l'arrivare dell'elettronica, le ESD hanno introdotto altri 2 effetti:

- il danneggiamento dei componenti elettronici
- il disturbo, le interferenze o problemi di compatibilità elettromagnetica.

### **Elettricità statica sulle persone**

#### **Considerazioni generali**

Quando una persona risulta isolata dalla terra può assorbire e trattenere una carica elettrostatica. Pavimentazioni o le soles delle loro calzature sono realizzate in materiale non conduttivo generale l'isolamento dalla terra.

Ecco alcuni esempi per cui una persona possa caricarsi elettrostaticamente:

- camminare su un pavimento;
- alzarsi in piedi da seduti;
- togliersi i vestiti;
- maneggiare plastica;
- versare o raccogliere materiale elettrostaticamente carico in un contenitore;
- essere molto vicini a oggetti altamente carichi, per es. una cinghia in movimento;
- induzione.

Una scintilla si può nascere quando una persona, elettrostaticamente carica, tocca un oggetto conduttivo (per es. una maniglia, un corrimano, un contenitore metallico).

Tali scintille, che la persona difficilmente vede, ode o addirittura sente, possono provocare un'innesco.

Le scintille che hanno origine da persone sono in grado di innescare gas, vapori e perfino alcune delle polveri più sensibili.

È molto importante che alle persone, che lavorano in luoghi in cui potrebbero essere presenti atmosfere infiammabili, sia impedito di divenire elettrostaticamente cariche.

Ciò si può realizzare mediante un pavimento conduttivo o dissipativo e assicurandosi che le persone indossino calzature dissipative.

### **Scariche rilevanti per le scosse elettriche**

L'elettricità statica origina diversi tipi di scariche.

I punti che seguono sono considerati i più rilevanti per le scosse elettriche alle persone:

- le scariche a fiocco possono presentarsi quando una persona si muove in prossimità o tocca (solidi o liquidi) non conduttori altamente carichi;
- le scariche distruttive possono presentarsi quando una persona viene a contatto con un corpo metallico o conduttivo altamente carico;
- le scariche propagantesi a fiocco possono presentarsi per esempio a causa di una persona che maneggi fogli di plastica, bipolari, carichi o che tocchi polveri o granuli altamente carichi all'interno di un largo contenitore di plastica.

Solitamente, le scariche elettrostatiche sono considerate un pericolo diretto per la salute, se l'energia della scarica supera 350 mJ oppure la carica trasferita supera 50  $\mu\text{C}$ .

L'energia di scarica più piccola che una persona può sentire o dal suo corpo è di circa 1 mJ.

Alcune persone trovano 10 mJ a disagio a causa della contrazione muscolare, mentre altri possono accettare diverse centinaia di mJ prima che subiscano una forte contrazione muscolare.

1 000 mJ, tuttavia, colpisce tutti gravemente.

Di conseguenza, le scariche a fiocco o le scariche distruttive derivanti da piccoli oggetti metallici isolati (imbuti, lattine, attrezzi) non provocano scosse elettriche che siano direttamente lesive.

Comunque le scariche distruttive derivanti da oggetti grandi ed alcune scariche propagantesi a fiocco possono essere pericolose in quanto le energie derivanti da entrambe le scariche possono superare 1 J.

Le energie di scarica deboli, pari a pochi mJ, possono essere un pericolo indiretto per la salute a causa di movimenti involontari, provocando lesioni dovute al contatto con macchinari in

movimento o a cadute.

Anche scosse minori sono fastidiose, dal momento che possono provocare un'ansia ingiustificata e portare alla perdita di concentrazione.

In alcune situazioni simili scosse possono essere impedito collegando le persone alla terra per es. utilizzando delle calzature dissipative (resistenza verso terra tra  $10^5 \Omega$  e  $10^8 \Omega$ ).

Tuttavia, il collegamento diretto (bassa resistenza) delle persone alla terra non dovrebbe essere utilizzato dal momento che può condurre a scosse elettriche più serie, nel caso in cui, per esempio, una persona entrasse in contatto con un conduttore altamente carico oppure con la rete di distribuzione elettrica.

### **Sorgenti di scosse elettriche**

Molti processi di lavorazione industriale (e non industriale) possono produrre scosse elettriche.

Esse possono manifestarsi quando:

- esiste una sorgente prolifica di cariche;
- la carica è in grado di depositarsi su un oggetto, solitamente un conduttore; e
- una persona ha la possibilità di entrare in contatto con quell'oggetto.

Esempi di processi di lavorazione prolifici di cariche sono:

- cinghie o pellicole che passano rapidamente su dei rulli;
- il trasporto pneumatico di materiali;
- il pompaggio di liquidi a bassa conducibilità attraverso filtri o altre riduzioni;
- la spruzzatura utilizzando equipaggiamenti a spruzzo elettrostatico; - la fuga di vapore umido;
- estintori che emettono gocce o particelle cariche.

### **Precauzioni per evitare le scosse elettriche**

La precauzione più efficace che si possa adottare per evitare le scosse elettriche è quella di mettere a terra tutte le parti metalliche e conduttive della macchina e dell'impianto.

Tuttavia, ciò non è sempre possibile e, anche quando lo sia, possono esservi ancora dei problemi dovuti ai materiali non conduttivi (solidi e liquidi) altamente caricati.

Altre precauzioni comprendono:

- la riduzione del tasso di generazione delle cariche. Questa ha una applicazione limitata, ma l'uso di additivi dissipativi può essere efficace, principalmente quando vengono utilizzati con i liquidi;
- la riduzione del deposito di cariche sui non conduttori. Gli eliminatori statici sono utili per rimuovere la carica su pellicole e dischi in movimento;
- la protezione delle persone contro i contatti con le parti cariche. Questo approccio è utile per i processi di lavorazione come la spruzzatura elettrostatica oppure altri processi che implicano parzialmente cariche.

Le persone possono essere protette dai contatti con tali parti utilizzando un isolamento adeguato, schermi collegati alla terra, ecc.

## **Trasporto pneumatico ed aspirapolveri**

Una grande quantità di cariche si genera per lo spostamento di polveri, granuli o piccoli oggetti da un luogo all'altro soffiandoli attraverso dei tubi.

Le parti del sistema di trasporto, compresi i tubi ed i contenitori ad entrambe le estremità ed il materiale che viene trasportato possono divenire altamente carichi.

Oltre alla messa a terra si dovrebbero adottare le seguenti precauzioni:

- in caso di deposito di oggetti conduttivi all'interno di un tubo non conduttivo, questo dovrebbe essere messo a terra prima di tentare di liberarlo (Un'asta metallica attaccata ad un filo conduttore collegato alla terra è adatto);
- quando gli oggetti conduttivi vengono raccolti in un contenitore mediante trasporto pneumatico, dovrebbe esserci un contatto di messa a terra alla base del contenitore e le persone dovrebbero essere protette contro il contatto con il contenuto;
- quando polveri o granuli non conduttivi vengono raccolti in contenitori larghi (1 m<sup>3</sup>), non conduttivi, mediante trasporto pneumatico, le persone dovrebbero essere protette contro il contatto con il contenuto.

Per gli aspirapolveri, inoltre:

- i sistemi fissi dovrebbero avere la messa terra e le manichette e gli ugelli metallici o conduttivi dovrebbero essere ad essi collegati;
- i sistemi portatili non costituiscono generalmente un problema, ma le parti metalliche esterne dovrebbero essere messe a terra, se questi devono essere utilizzati in prossimità di macchine in movimento oppure su piattaforme elevate.

## **Bobine di pellicole o di fogli elettrostaticamente carichi**

La pellicola o fogli, passando sui rulli, possono caricarsi portando all'immagazzinaggio di grandi quantità di cariche sulle bobine.

Rotoli di materiale simile sono maneggiati meglio dalle macchine, tuttavia si dovrebbero adottare anche le precauzioni che seguono:

- l'accumulo di carica sul materiale può essere ridotto utilizzando degli eliminatori di elettricità statica;
- l'attrezzatura centrale (o rullo) dovrebbe essere collegata alla terra prima di essere toccata dalla persona

## **Regole teoriche sulla messa a terra**

Il miglior sistema per affrontare i danni dell'elettricità statica è il collegamento di tutti i conduttori tra loro e alla terra, che consente di evitare l'accumulo di carica su un elemento ed il rilascio di tutta l'energia virtualmente immagazzinata, come una singola scintilla, verso terra o verso un altro conduttore (persone).

Nei luoghi di lavoro (e non), vi sono molti conduttori che, se non adeguatamente collegati alla terra, possono caricarsi a livelli pericolosi (dato origine anche all'innesco in caso di atmosfere esplosive).

Alcuni di questi sono parti necessarie dell'impianto o dell'equipaggiamento utilizzato e comprendono:

- la struttura dell'impianto,
- i recipienti di reazione,
- i tubi,
- le valvole,
- i serbatoi,
- i fusti di immagazzinaggio.

Altri lo sono principalmente per fatalità o incuria; per esempio:

- lunghezze di filo ridondante,
- lattine metalliche galleggianti su liquidi non conduttivi,
- attrezzi metallici,
- pozze di liquido conduttivo sulla superficie di materiali non conduttivi.

Un punto importante e fondamentale, è la dissipazione dell'elettricità statica da un elemento.

Per permettere il decadimento veloce della carica, e che non venga mai raggiunto un potenziale pericoloso è importantissimo che la resistenza del circuito sia la più bassa possibile.

La resistenza totale verso terra, tale da non far raggiungere un potenziale pericoloso  $V$ , non deve superare il valore massimo dell'equazione:

$$V = RI$$

dove  $I$  è la corrente di carica)

Una scarica innescante (che può dare origine ad un esplosione) sopraggiunge quando sono soddisfatte entrambe le condizioni:

- la rigidità dielettrica dell'aria è minore all'intensità del campo elettrico che si è generato, e
- l'energia rilasciata nella scintilla supera l'energia minima di innesco di qualunque materiale infiammabile presente.

Con poche eccezioni, la messa a terra è considerata il mezzo per impedire tutte le scariche innescanti.

Per fare questo, è necessario assicurarsi che il conduttore non raggiunga il potenziale richiesto per avviare una scarica innescante. Per le applicazioni industriali tipo, questo potenziale è di almeno 300 V. Utilizzando 100 V come limite per la dissipazione sicura dell'elettricità statica, si può calcolare il valore di  $R$ , la resistenza totale verso terra.

$$R = \frac{100}{I}$$

dove  $R$  è espresso in ohm e  $I$  in ampere.

Si sa che le correnti di carica variano da  $10^{-11}$ A a  $10^{-4}$ A, i valori corrispondenti di resistenza variano da  $10^{13}\Omega$  e  $10^6\Omega$ .

Per il valore massimo di corrente  $10^{-4}$ A, una resistenza verso terra pari a  $10^6\Omega$  garantirà una dissipazione sicura dell'elettricità statica in tutte le situazioni.

Tuttavia, nella maggior parte delle applicazioni industriali la corrente non supera  $10^{-6}$ A ed una resistenza verso terra di  $10^8\Omega$  è adeguata, specialmente quando la capacità del conduttore non

supera 100pF.

I conduttori che hanno un buon contatto con la terra hanno una resistenza verso terra inferiore a  $10^6\Omega$  e, per praticità, spesso viene specificata una resistenza molto inferiore (da  $10\Omega$  a  $100\Omega$ ) durante il controllo.

Si dovrebbe fare una chiara distinzione tra un valore scelto per praticità ed il valore di  $10^6\Omega$ , che costituisce il limite massimo per la resistenza verso terra di un conduttore in tutte le situazioni.

Tuttavia la cosa più importante è che tutti i collegamenti siano affidabili, permanenti e non soggetti a usura.

### **Regole pratiche sulla messa a terra**

Nel caso di sistemi completamente metallici di strutture definite fisse, tutti gli elementi, le apparecchiature, le tubazioni ecc., le interconnessioni meccaniche sono eseguite tramite giunzioni avvitate o tramite saldature e sono a diretto contatto con la terra dell'impianto, ne consegue che il valore minimo di resistenza  $10^6\Omega$  è, generalmente, sempre soddisfatto.

Se su una struttura fissa sono posizionate delle macchine tramite dei giunti flessibili o vibratorii, questi devono avere un collegamento equipotenziale che possa garantire il valore minimo di resistenza.

Da valutare caso per caso le tubazioni fissate sulla struttura che non presentino degli spezzoni non collegati a terra.

Nel caso di elementi metallici mobili che non possono rimanere costantemente connessi alla struttura fissa (carrelli, fusti ecc.), e che presentino una resistenza superiore a  $10^6\Omega$ , su questi, si dovrebbero eseguire dei collegamenti equipotenziali mobili in modo da soddisfare le relazioni sopra descritte.

Questi impianti di costruzione metallica contengono sempre degli elementi non conduttivi che eventualmente potrebbero influenzare la continuità elettrica e la messa a terra.

Ne sono un esempio gli oli lubrificanti e i grassi ed una vasta gamma di polimeri quali il PTFE ed il polietilene, che hanno molte applicazioni.

Solitamente tutte le parti metalliche dell'impianto sono messe a terra direttamente o attraverso collegamenti di messa a terra adeguati e tutti i percorsi verso terra hanno una bassa resistenza.

Ma i problemi potrebbero derivare dagli elementi non conduttivi.

Una resistenza verso terra inferiore a  $10^6\Omega$  è adeguata per il decadimento di elettricità statica ed in molti casi questo può essere vantaggioso.

Un esempio importante è l'uso di oli o grassi per lubrificare gli alberi rotanti, gli agitatori ecc.

Le prove hanno dimostrato che la resistenza attraverso una pellicola lubrificante in un supporto è improbabile che superi  $10^3\Omega$ .

Questo è sufficiente a permettere la dissipazione di elettricità statica senza dispositivi di messa a terra speciali.

Quando gli elementi non conduttivi sono i polimeri, una resistenza superiore a  $10^6\Omega$  è quasi inevitabile e l'unica soluzione è di collegare il conduttore isolato ai componenti metallici adiacenti messi a terra.

Esempi di questa situazione sono:

- valvole a sfera con imballaggio e guarnizioni in PTFE,
- anelli distanziatori del tubo isolati da guarnizioni rivestite in PTFE,
- sezioni di tubo metalliche isolate tra connettori di plastica, e
- ugelli metallici all'estremità dei tubi di plastica

## **Bibliografia**

- D.lgs.81/08,
- CEI 101-7 ed altre in vigore.

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Iosolo35:cenni-di-elettrostatica>"