

Antistaticità, conduttività dei sistemi resinosi

Ciro Scialò*

*Membro del Consiglio Direttivo CONPAVIPER

È noto che un formulato resinoso possa essere modificato, con aggiunta di opportune cariche, in modo tale che da materiale isolante presenti una discreta conducibilità.

In effetti, i rivestimenti resinosi, così modificati, dovranno assolvere essenzialmente il compito di evitare che si creino addensamenti pericolosi di cariche elettrostatiche sulla loro superficie.

Una sostanza isolante accumula cariche elettriche statiche. Tale accumulo di cariche è generato dallo sfregamento o dalla separazione di due materiali precedentemente a contatto fra loro, e viene detto "effetto triboelettrico" dal greco tribos, strofinio. Al momento della separazione avviene un trasferimento di elettroni fra i due materiali che genera la carica elettrica. L'accumulo di cariche produce differenze di potenziale per cui, tra i corpi che vengono in contatto o anche solo in prossimità, possono prodursi trasferimenti di elettricità statica: scarica elettrica non controllabile. In casi estremi, e con grado di umidità molto basso (< 20%) la scarica può raggiungere anche 40 KV.

Come tutte le sostanze isolanti anche i composti resinosi, epossidici o poliuretanic, per effetto del transito, dell'uso, del calpestio, si caricano elettrostaticamente.

In alcuni contesti lavorativi è importante che la pavimentazione presenti caratteristiche di conducibilità elettrica tali da evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche e consentire la loro dissipazione verso la rete equipotenziale (messa a terra).

Con la direttiva 1999/92/CE, il Parlamento Europeo ha emanato le prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti a rischio di atmosfere esplosive (**Direttiva ATEX**).

Tale direttiva fa riferimento anche alla possibilità di scariche per accumulo di cariche elettrostatiche, nelle normali condizioni di attività industriale.

La direttiva identifica le attività industriali nelle quali tipicamente sono in lavorazione sostanze che potrebbero formare miscele, con l'aria, esplosive, e dispone affinché ogni azienda identifichi tali aree.

La direttiva stabilisce il limite di $10^8 \Omega$ quale **resistività elettrica** massima della pavimentazione all'interno di tali aree.

L'accumulo delle cariche elettrostatiche dipende in modo rilevante dall'umidità dell'aria. Con aria secca (UR $\leq 40\%$) il fenomeno è molto marcato, mentre a mano a mano che l'umidità relativa aumenta il fenomeno va sempre più diminuendo fino a non verificarsi più per UR $> 75\%$.

Un rivestimento resinoso, può essere considerato un sistema bi-dimensionale ai fini della conducibilità elettrica, in quanto elemento in cui le due dimensioni lunghezza (l_1) e larghezza (l_2) risultano molto preponderanti rispetto alla terza dimensione, spessore (s).

In base alla seconda legge di Ohm applicata, appunto, a elementi bi-dimensionali, la resistenza superficiale è data da:

$$R_s = \rho \cdot l_1 / l_2 \quad (1)$$

da cui: $\rho = \text{resistività superficiale} = R_s \cdot l_2 / l_1$

ed è pari alla resistenza superficiale R_s quando $l_2 / l_1 = 1$

La resistività superficiale ρ è una caratteristica della sostanza e dipende solo dalla sua natura chimico-fisica e prescinde quindi dalle caratteristiche geometriche (larghezza, lunghezza, spessore) del rivestimento. La direttiva ATEX fa riferimento proprio alla resistività superficiale.

La resistività superficiale di un rivestimento resinoso viene rilevata mediante due diverse metodologie di misure. Entrambe utilizzano una strumentazione composta da un ohmetro e da una coppia di elettrodi, sottoposti ad una tensione di prova pari a 500V in corrente continua. Nella prima gli elettrodi sono separati,

e vengono disposti ad una definita distanza. Nella seconda gli elettrodi sono, invece, costituiti da due anelli concentrici posti ad una distanza fissa definita dal produttore della strumentazione.

Prendiamo in esame la strumentazione con elettrodi a cilindri concentrici. In fig. 1 è schematicamente riportata la sezione della sonda con i due cilindri; uno di raggio R_1 , quello più interno, e l'altro, quello più esterno, con raggio R_2 .

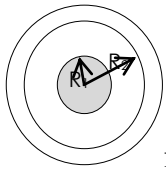


fig. 1

In base alla legge di Ohm, la resistenza superficiale, della superficie compresa tra i due cilindri è:

$$\Delta V = R_s \times I \quad (2)$$

ΔV = diff. di potenziale [V]; I = intensità di corrente [A]

$$\Delta V = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho I}{2\pi r} dr \text{ e quindi:}$$

$$R_s = \frac{\rho}{2\pi} \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{r} dr = \frac{\rho}{2\pi} \ln R_2/R_1$$

da cui:

$$R_s = \rho/k \quad \text{dove } k = \frac{2\pi}{\ln R_2/R_1} \quad (3)$$

La resistenza superficiale R_s , viene fornita dalla lettura dello strumento.

Nota R_s è possibile risalire alla resistività superficiale ρ attraverso il fattore geometrico k , che tiene conto della geometria degli elettrodi.

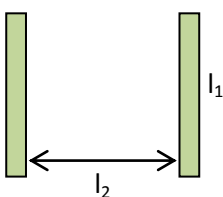
$$\rho = R_s \times k$$

La superficie compresa tra i due elettrodi, non è influenzata dalla restante parte, cosa che accade, quando i due elettrodi sono separati. La differenza tra le due metodologie sta proprio in questo dato, e quindi sorge spontaneo chiedersi: in che modo, agendo con elettrodi separati, posso evitare l'influenza dell'area oltre gli elettrodi?

Infatti, nel caso di elettrodi concentrici, l'area è ben definita, essa è pari all'area della corona circolare limitata dalle due circonferenze e resta poco o per niente influenzata dalla restante superficie, specialmente se i raggi degli elettrodi circolari sono piccoli. Nel caso di elettrodi separati, l'area tra gli elettrodi è influenzata dalla restante e più ampia area, a meno che non si prendano opportuni rimedi.

Si può agire attraverso due vie: la prima è molto simile a quella degli elettrodi concentrici, cioè si adoperano elettrodi piatti e lunghi in modo da racchiudere un'area ben definita; una seconda via è quella di interrompere la continuità del rivestimento.

Attraverso una opportuna geometria degli elettrodi



Utilizzando elettrodi a piastra lunga e affiancandoli a una distanza non eccessiva, la superficie di riferimento sarà quella compresa tra i due elettrodi avente area $l_1 \times l_2$, e si potrà ritenere con sufficiente approssimazione che tale area sia poco influenzata dalla restante parte esterna agli elettrodi. Valendo la (1), il fattore geometrico nuovo sarà $k_1 = l_2/l_1$, e la resistività sarà data da:

$$\rho = R_s \frac{l_2}{l_1} = R_s \times k_1$$

Attraverso il confinamento dell'area

La strumentazione con elettrodi separati che più normalmente si impiega nella misura della resistività superficiale è costituita da elettrodi cilindrici, normalmente con diametro pari a 5 cm e peso 1 kg. In questo caso diventa praticamente impossibile eliminare l'influenza della superficie circostante e quindi definire la geometria del sistema da misurare. Per poter far questo è necessario, quindi, che l'area su cui vengono appoggiati gli elettrodi sia confinata rispetto al resto della superficie, eseguendo dei tagli del rivestimento come indicato in fig. 2.

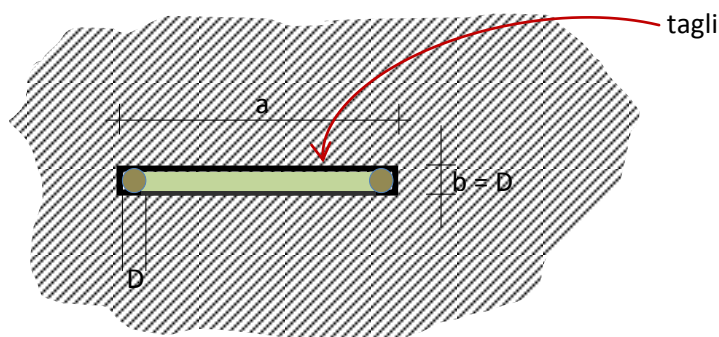


fig. 2

Applicando la (1) abbiamo:

$$\rho = R_s \times D / (a - 2D) \text{ o anche,}$$

$$\rho = R_s \times k_2 \text{ dove } k_2 = D / (a - 2D) \text{ (4)}$$

La (4), definisce il nuovo fattore geometrico, e affinché sia valida, necessita che l'area su cui vengono appoggiati gli elettrodi sia confinata rispetto al resto della superficie, mediante tagli del rivestimento che interrompono la continuità dello stesso. Questi tagli non vengono fatti nella pratica quotidiana, e ciò comporta che il valore misurato è la resistenza superficiale dell'intero sistema: rivestimento ed eventuali elementi con alta conducibilità in esso presenti (canaline metalliche, scossaline metalliche, ecc.). Sappiamo che la corrente nel suo movimento preferisce percorsi a più bassa resistenza anche se non sono i più brevi.

Ecco perché è importante che nelle misure si proceda con una metodologia attraverso la quale si possa poi prescindere dalle dimensioni e dalle interferenze, in altre parole, si possa risalire al valore della resistività superficiale, caratteristica del rivestimento.

Risulta evidente che il parametro da tener in conto per definire la conducibilità elettrica di un sistema resinoso è la resistività superficiale e non, come generalmente viene fatto, la resistenza superficiale, perché, per quanto detto, quest'ultima è fortemente influenzata oltre che dalla geometria del rivestimento, anche da eventuali presenze di elementi ad alta conduttività.

Resta inteso che, qualora il parametro richiesto sia la conducibilità del sistema costituito da rivestimento resinoso, supporto e quant'altro presente, il parametro di riferimento è la resistenza superficiale, cioè il valore rilevato dalla strumentazione con elettrodi separati, utilizzati senza eseguire tagli che interrompino la continuità del sistema.