

# **LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE A PERICOLO DI ESPLOSIONE**

# INDICE DEGLI ARGOMENTI

<u>IMPORTANZA DEL DOCUMENTO DI CLASSIFICAZIONE.....</u>	<u>3</u>
<u>FIGURE COINVOLTE NELLA CLASSIFICAZIONE.....</u>	<u>4</u>
<u>SITUAZIONE NORMATIVA ED EVOLUZIONE.....</u>	<u>5</u>
<u>PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE PER AMBIENTI CON LIQUIDI INFIAMMABILI.....</u>	<u>6</u>
<u>SCELTA DI IMPIANTI ELETTRICI PER AMBIENTI CON LIQUIDI INFIAMMABILI.....</u>	<u>11</u>
<u>PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE PER AMBIENTI CON POLVERI COMBUSTIBILI....</u>	<u>12</u>
<u>SCELTA DI IMPIANTI ELETTRICI PER AMBIENTI CON POLVERI COMBUSTIBILI.....</u>	<u>14</u>

## ***IMPORTANZA DEL DOCUMENTO DI CLASSIFICAZIONE***

Fino al recepimento delle “Direttive ATEX”, la classificazione delle aree per ambienti con pericolo di esplosione è stata considerata una documentazione ai fini prettamente elettrici, redatta e realizzata con l’unico scopo di poter scegliere e determinare quali tipologie di impianti e di apparecchiature risultassero più idonee, in relazione all’ambiente in cui si doveva realizzare una installazione elettrica.

Con l’entrata in vigore delle “Direttive ATEX”, la questione si è di molto complicata: nell’ambito della prevista analisi dei rischi in un’azienda con ambienti a pericolo di esplosione, non è più sufficiente identificare le possibili fonti di innesco di natura solamente elettrica, ma si deve estendere l’analisi a tutte le possibili fonti di innesco, di qualsiasi natura esse siano (quindi anche meccaniche, termiche, idrauliche, pneumatiche); in altri termini qualsiasi organo od apparato che sia in grado di dare origine a scintille o a temperature eccessive viene considerato come possibile fonte di innesco di un’atmosfera potenzialmente esplosiva, con un rischio tanto più elevato quanto più gravosa è la classificazione dell’ambiente.

Oltre a questo, le “Direttive ATEX” hanno introdotto, o meglio accentuato, la responsabilità diretta del datore di lavoro che deve garantire e tutelare la sicurezza dei propri dipendenti, e che, nel caso specifico, deve quindi necessariamente valutare lo stato della propria azienda in relazione ai possibili rischi di esplosione.

Il mezzo previsto per valutare la situazione ambientale in relazione ai rischi di esplosione è la cosiddetta “classificazione delle aree a pericolo di esplosione”, attualmente soggetta ad una serie di normative tecniche di emanazione del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## **FIGURE COINVOLTE NELLA CLASSIFICAZIONE**

Troppo spesso la classificazione delle aree viene lasciata sulle spalle di un professionista incaricato che, ricevute informazioni generiche spesso carenti e lacunose, si trova sulle spalle l'onere di realizzare un documento quanto più possibile attinente alle reali problematiche.

Con l'entrata in vigore delle "Direttive ATEX", che estendono le problematiche molto al di là del campo prettamente elettrico, e con il conseguente coinvolgimento diretto e specifico del datore di lavoro, risulta ora ancora più importante che una classificazione venga invece realizzata sulla base di un pool di esperti, ciascuno con conoscenze specifiche nel proprio campo, e ciascuno in grado di contribuire direttamente alla ricerca ed alla elaborazione delle informazioni necessarie ad una corretta classificazione.

In particolare si ritiene indispensabile la partecipazione delle seguenti figure professionali:

- *Classificatore*

che si dovrà occupare della classificazione vera e propria

- *Chimico esperto*

che si dovrà occupare di fornire informazioni dettagliate sulle sostanze in uso, sul loro comportamento e sulle loro caratteristiche chimico-fisiche

- *Tecnico processista*

che sia a conoscenza e possa fornire informazioni dettagliate sulle modalità di impiego delle varie sostanze, sul loro approvvigionamento, sul carico e scarico, sui processi in atto, sul recupero dei reflui, sugli abbattimenti, ecc.

- *Responsabile della sicurezza*

che possa essere il coordinatore di tutte le figure interessate, che faccia da garanzia sulle informazioni fornite al classificatore e che possa intervenire in caso di mancanza o carenza di informazioni

- *Datore di lavoro*

responsabile ultimo dei dati e delle informazioni su cui si baserà la classificazione e responsabile altresì, adeguatamente supportato dall'esperienza sua e dei suoi collaboratori, di individuare (e fare correggere) un'eventuale classificazione inadatta perché a sfavore della sicurezza

## **SITUAZIONE NORMATIVA ED EVOLUZIONE**

Seppure le problematiche ad essa inerenti si sono certamente amplificate, la classificazione delle aree viene tutt'ora redatta secondo le indicazioni e le prescrizioni delle Norme CEI.

Le normative in oggetto sono state soggette ad una serie di evoluzioni e varianti, specialmente negli ultimi 10 anni, che comportano un continuo e costante aggiornamento di chi si dedica alla realizzazione di classificazioni.

Fino agli anni 1996/1997 era in vigore una norma prettamente italiana, la Norma **CEI 64-2**, che si occupava nello specifico della classificazione di tutti i tipi di ambienti e della scelta dei relativi impianti elettrici più idonei. Negli ultimi anni si è invece assistito al recepimento di una serie di normative di emanazione europea (norme armonizzate) che hanno determinato in più riprese l'abrogazione di ampie parti della CEI 64-2, e la loro sostituzione con norme specificatamente dedicate ad un unico argomento.

Per chiarire quanto segue si deve premettere che un luogo può essere considerato a pericolo di esplosione per la presenza di tre sostanziali tipologie di materiali:

- sostanze esplosive vere e proprie
- liquidi infiammabili (gas, vapori, nebbie)
- polveri combustibili

Attualmente le principali normative in vigore inerenti la classificazione delle aree sono:

- **Norma CEI 31-30 e Guida CEI 31-35**  
classificazione di ambienti con presenza di liquidi infiammabili
- **Norma CEI 31-33**  
scelta degli impianti elettrici in ambienti classificati per presenza di liquidi infiammabili
- **Norma CEI 31-52**  
classificazione di ambienti con presenza di polveri combustibili
- **Norma CEI 31-36**  
scelta degli impianti elettrici in ambienti classificati per presenza di polveri combustibili
- **Norma CEI 64-2 (per le parti ancora in vigore)**  
classificazione di ambienti con presenza di sostanze esplosive e scelta dei relativi impianti elettrici più idonei

## **PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE PER AMBIENTI CON LIQUIDI INFIAMMABILI**

La classificazione di ambienti con pericolo di esplosione risulta di complessa ed articolata trattazione, e per eventuali approfondimenti si rimanda alla letteratura tecnica a disposizione.

Nella presente analisi ci si limiterà ad indicare per punti, in maniera piuttosto sommaria e certamente non esaustiva, le procedure, le fasi e le valutazioni che devono essere tenute in conto all'atto della realizzazione di una classificazione delle aree per luoghi a pericolo di esplosione per presenza di liquidi infiammabili (comprese le sostanze gassose e le atmosfere composte da vapori e/o nebbie, che saranno di seguito considerati come sinonimi).

Sostanzialmente una classificazione deve tenere conto e procedere all'approfondimento di due fattori principali: l'emissione di sostanze infiammabili in atmosfera e la ventilazione ambientale presente; dall'analisi comparata di entrambi questi due elementi, considerati sotto molteplici dei loro aspetti, si potrà procedere alla valutazione dei tipi di zone pericolose.

### **ANALISI DELLE EMISSIONI**

- Valutazione delle sostanze chimiche utilizzate, identificazione di quelle infiammabili e verifica se la temperatura di infiammabilità è inferiore o prossima a quella ambientale.

- Assunzione dei dati relativi a tutte le grandezze chimico-fisiche dei liquidi infiammabili in gioco, necessarie alla stesura dei vari calcoli di valutazione.

Allo scopo può essere d'ausilio la tabella GA-1 della Guida CEI 31-35 che elenca più di 300 sostanze con le relative grandezze di riferimento (ad esempio: massa molare, temperatura di infiammabilità, LEL%, densità relativa all'aria, massa volumica, calore latente di vaporizzazione, ecc.).

- Identificazione delle *sorgenti di emissione* e valutazione se tali sorgenti possano essere eliminate (condizione ottimale) oppure no.

Per *sorgente di emissione* si intende un punto o parte di impianto di processo da cui può fuoriuscire un gas o un liquido infiammabile con modalità tali da poter formare un'atmosfera potenzialmente esplosiva.

- Valutazione del *grado* di ciascuna sorgente di emissione.

Per *grado* si intende l'identificazione della maggiore o minore probabilità che una sorgente possa effettivamente emettere gas in atmosfera; i gradi di emissione, in ordine

decescente di probabilità di emissione possono essere: continuo, primo e secondo (un'unica emissione può essere caratterizzata anche da più di un grado in contemporanea).

Nel dettaglio i gradi delle emissioni possono essere intesi come:

Continuo se l'emissione è continua o può avvenire per lunghi periodi nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (superficie libera di un liquido in una bacinella).

Primo se l'emissione può avvenire periodicamente od occasionalmente nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (campionamenti, drenaggi, punti di ispezione).

Secondo se l'emissione non è prevista nel funzionamento ordinario degli impianti di processo, ma che può avvenire solo occasionalmente e per brevi periodi, per esempio in seguito ad un guasto (flange, valvole, sfiati di sicurezza).

- Calcolo della portata di emissione di ciascuna sorgente oppure, preferibilmente, di quelle più rappresentative. La portata di emissione può essere calcolata tramite alcune formule contenute nella Guida CEI 31-35, oppure può essere adeguatamente desunta da letteratura tecnica calzante alla realtà da classificare, oppure ancora ricavata da dati statistici di impianto forniti dalla Committenza.

Per *portata di emissione* si intende la valutazione di quanto materiale infiammabile viene effettivamente rilasciato in atmosfera e può andare a formare un'atmosfera esplosiva.

## ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE

- Identificazione e valutazione quantitativa della ventilazione ambientale presente, sia essa di tipo naturale, che di tipo artificiale/forzato. Valutazione quindi dei ricambi d'aria in relazione al volume dell'ambiente in analisi.

La ventilazione naturale di un ambiente può essere calcolata tramite alcune formule contenute nella Guida CEI 31-35, oppure può essere misurata con apposita strumentazione (anemometro); la ventilazione artificiale deve essere un dato fornito dalla Committenza.

- Calcolo di alcuni parametri di valutazione, in parte di pertinenza della Norma CEI 31-30 ed in parte evidenziati nella Guida CEI 31-35:

- $X_m\%$  concentrazione media di sostanza infiammabile nell'ambiente
- $(dv/dt)_{min}$  portata minima di aria fresca per ridurre la concentrazione sotto al LEL
- $V_z$  volume ipotetico dell'atmosfera esplosiva
- $t$  tempo di persistenza dell'atmosfera esplosiva

- Comparazione dei valori ottenuti dalle grandezze sopra descritte e calcolate ( $X_m\%$ ,  $(dv/dt)_{min}$ ,  $V_z$ ,  $t$ ) ed assunzione del *grado della ventilazione*.

Per *grado della ventilazione* si intende identificare sostanzialmente la maggiore o minore capacità quantitativa della ventilazione presente a diluire i vapori infiammabili e di evitare quindi il formarsi di un'atmosfera con concentrazione sopra al LEL e quindi con alta probabilità di venire innescata causando un'esplosione.



Nel dettaglio i gradi delle ventilazioni possono essere intesi come:

Alto se la ventilazione è talmente forte rispetto all'emissione da garantire che non si possa formare un'atmosfera potenzialmente esplosiva.

Medio se la ventilazione è apprezzabile rispetto all'emissione ma non tale da garantire che non si possa formare un'atmosfera potenzialmente esplosiva, seppure di dimensioni relativamente modeste e probabilmente controllabili.

Basso se la ventilazione è talmente ridotta rispetto all'emissione da causare con elevata probabilità la formazione di una consistente atmosfera potenzialmente esplosiva.

- Oltre che in termini quantitativi la ventilazione deve essere valutata anche in termini qualitativi, definendo la cosiddetta *disponibilità della ventilazione*.

Per *disponibilità della ventilazione* si intende identificare sostanzialmente la maggiore o minore capacità qualitativa della ventilazione di venire garantita con continuità.

Nel dettaglio le disponibilità delle ventilazioni possono essere intesi come:

Buona se la ventilazione è presente praticamente con continuità (ventilazione naturale se considerata con calma di vento: presente sempre e comunque in ogni condizione meteo).

Adeguata se la ventilazione è normalmente garantita ma sono possibili delle interruzioni poco frequenti e per brevi periodi (ventilazione artificiale con controllo di guasto).

Scarsa se la ventilazione non risponde ai criteri sopra citati, non ammettendo comunque la possibilità di interruzioni per lunghi periodi.

## CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

- Dalla comparazione dei valori assegnati alle tre grandezze principali di riferimento:

- grado dell'emissione (continuo, primo, secondo)
- grado della ventilazione (alto, medio, basso)
- disponibilità della ventilazione (buona, adeguata, scarsa)

si può quindi valutare la zona pericolosa presente nell'ambiente in analisi, con l'ausilio della tabella B.1 della Norma CEI 31-30:

Tab. B.1 **Influenza della ventilazione sui tipi di zone**

Grado della emissione	Grado della ventilazione						
	Alto			Medio			Basso (6)
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona, Adeguata o Scarsa
Continuo	Zona 0 NE (1) luogo non pericoloso	Zona 0 NE (1) + Zona 2 (3)	Zona 0 NE (1) + Zona 1 (3)	Zona 0	Zona 0 + Zona 2 (3)	Zona 0 + Zona 1 (3)	Zona 0
Primo	Zona 1 NE (1) luogo non pericoloso	Zona 1 NE (1) + Zona 2 (3)	Zona 1 NE (1) + Zona 2 (3)	Zona 1	Zona 1 + Zona 2 (3)	Zona 1 + Zona 2 (3)	Zona 1 o Zona 0 (2)
Secondo	Zona 2 NE (1) luogo non pericoloso	Zona 2 NE (1) luogo non pericoloso (4)	Zona 2 NE (1) (4)	Zona 2	Zona 2 (4)	Zona 2 (4)	Zona 1 o anche Zona 0 (2)

In definitiva abbiamo la possibilità di classificare tre tipi di zone pericolose:

**ZONA 0** luogo dove è presente, durante il funzionamento normale, continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

**ZONA 1** luogo dove è possibile, durante il funzionamento normale, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

**ZONA 2** luogo dove non è possibile, durante il funzionamento normale, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas o, se ciò avviene, è possibile che sia presente solo poco frequentemente e per breve periodo.

**Note:**

Si tenga presente che, nonostante le definizioni dei tipi di zona siano molto simili alle definizioni dei gradi di emissione delle sorgenti, non è affatto sicuro il passaggio diretto tra causa ed effetto, in quanto riveste un ruolo sostanziale e determinante la valutazione della ventilazione presente (vedasi la tabella B.1): con grado di ventilazione alto, ad esempio, un'emissione continua può anche dare origine ad un luogo non pericoloso, e viceversa un'emissione di secondo grado con ventilazione bassa e di disponibilità scarsa può dare origine a zona 1 o addirittura anche a zona 0.

Si ricordi inoltre che le zone 0 non possono essere ammesse, per ovvi motivi, in ambienti con presenza di lavoratori, ed in questo senso devono essere eliminate.

- Per finire, una volta determinato il tipo di zona pericolosa, se ne valuta l'estensione, calcolando la distanza di sicurezza dz, e si considera l'eventuale incidenza di aperture e la possibile propagazione dell'atmosfera esplosiva agli ambienti circostanti.

Le aperture saranno a loro volta valutate come sorgenti di emissione nei confronti degli ambienti a valle, e come tali dovranno essere sottoposte a tutta la procedura appena definita.

## **SCelta DI IMPIANTI ELETTRICI PER AMBIENTI CON LIQUIDI INFIAMMABILI**

Una volta identificati i tipi di zona pericolosa si possono quindi determinare e scegliere le tipologie costruttive "Ex" di impianti ed apparecchiature elettriche.

In base alla Norma CEI 31-33 sono ammesse le seguenti costruzioni:

### *Per ZONA 0*

- Costruzione "ia" a sicurezza intrinseca con prescrizioni restrittive

### *Per ZONA 1*

- Costruzione "d" a prova di esplosione secondo la Norma EN 50018
- Costruzione "p" a sovrappressione interna secondo la Norma EN 50016
- Costruzione "q" a riempimento polverulento secondo la Norma EN 50017
- Costruzione "o" ad immersione in olio secondo la Norma EN 50015
- Costruzione "e" a sicurezza aumentata secondo la Norma EN 50019
- Costruzione "i" a sicurezza intrinseca secondo la Norma EN 50020
- Costruzione "m" con incapsulamento secondo la Norma EN 50028

### *Per ZONA 2*

- Costruzione "n" costruzioni specifiche per zona 2 secondo la Norma IEC 60079-15

Naturalmente ciò che è ammesso in una zona più gravosa, certamente è consentito con caratteristiche ridondanti anche per una zona meno gravosa; in altre parole, in zona 2 sono naturalmente ammesse anche tutte le costruzioni previste per le zone 1 e 0.

Per le apparecchiature elettriche da installare in luoghi con presenza di gas, oltre alla costruzione "Ex" è fondamentale garantire altre due caratteristiche sostanziali ovvero:

- Classe e gruppo di temperatura (ad esempio "II A-T1" o "II C-T6")  
Caratteristici del tipo di sostanza infiammabile presente (classe: A, B, C) e della massima temperatura superficiale ammessa in relazione alla temperatura di infiammabilità della sostanza stessa (gruppo di temperatura: T1, T2, T3, T4, T5, T6).  
Si consiglia una scelta oculata di classe e gruppo di temperatura, in relazione alle effettive sostanze infiammabili presenti, onde evitare problemi al Costruttore nella fornitura dei materiali (nella tabella GA-1 della Guida CEI 31-35 sono indicati classe e gruppo di temperatura per ciascuna delle sostanze contemplate).

- Categoria costruttiva ATEX

Secondo la direttiva sono identificate tre categorie costruttive dei materiali Ex, per ambienti con presenza di gas (G), idonee per ciascun tipo di zona pericolosa:

- Il 1G per installazione in ZONA 0, ZONA 1, ZONA 2
- Il 2G per installazione in ZONA 1, ZONA 2
- Il 3G per installazione in ZONA 2

## ***PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE PER AMBIENTI CON POLVERI COMBUSTIBILI***

La classificazione di ambienti con pericolo di esplosione risulta di complessa ed articolata trattazione, e per eventuali approfondimenti si rimanda alla letteratura tecnica a disposizione.

Nella presente analisi ci si limiterà ad indicare per punti, in maniera piuttosto sommaria e certamente non esaustiva, le procedure, le fasi e le valutazioni che devono essere tenute in conto all'atto della realizzazione di una classificazione delle aree per luoghi a pericolo di esplosione per presenza di polveri combustibili.

Sostanzialmente una classificazione deve tenere conto e procedere all'approfondimento di due fattori principali: l'emissione di polveri combustibili in atmosfera e la ventilazione ambientale presente; dall'analisi comparata di entrambi questi due elementi, considerati sotto molteplici dei loro aspetti, si potrà procedere alla valutazione dei tipi di zone pericolose. La classificazione per ambienti con presenza di polveri combustibili segue un approccio del tutto analogo a quanto visto per i liquidi infiammabili ma è di più diretta valutazione, in relazione al comportamento abbastanza univoco dei vari tipi di polveri (molto meno vario di quanto avviene per gas, vapori e nebbie infiammabili).

### **ANALISI DELLE EMISSIONI**

- Valutazione delle sostanze chimiche utilizzate, ed identificazione delle polveri combustibili.
- Assunzione dei dati relativi a tutte le grandezze chimico-fisiche delle polveri combustibili in gioco, necessarie alla valutazione (in pratica potrebbe essere sufficiente risalire alla conducibilità elettrica della polvere ed alle temperature di innesco di nube e strati).
- Identificazione delle *sorgenti di emissione* e valutazione se tali sorgenti possano essere eliminate (condizione ottimale) oppure no.

Per *sorgente di emissione* si intende un punto o parte di impianto di processo da cui può fuoriuscire una polvere combustibile con modalità tali da poter formare un'atmosfera potenzialmente esplosiva.

•Valutazione del *grado* di ciascuna sorgente di emissione.

Per *grado* si intende l'identificazione della maggiore o minore probabilità che una sorgente possa effettivamente emettere gas in atmosfera; i gradi di emissione, in ordine decrescente di probabilità di emissione possono essere: continuo, primo e secondo.

Nel dettaglio i gradi delle emissioni possono essere intesi come:

Continuo se l'emissione è continua o può avvenire per lunghi periodi nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (interno di sistemi di contenimento, silos, tramogge).

Primo se l'emissione può avvenire periodicamente od occasionalmente nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (campionamenti, zone di carico e scarico).

Secondo se l'emissione non è prevista nel funzionamento ordinario degli impianti di processo, ma che può avvenire solo occasionalmente e per brevi periodi, per esempio in seguito ad un guasto (flange, depositi di sacchi).

## CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

•In modo molto più diretto rispetto a quanto avviene per i gas, nel caso di classificazioni di polveri combustibili si ha un passaggio abbastanza diretto tra grado della sorgente di emissione e tipo di zona pericolosa che si forma. In pratica, secondo la tabella 1 della Norma CEI 31-52 si ottengono le seguenti classificazioni:

- ZONA 20 intorno alle emissioni di grado continuo
- ZONA 21 intorno alle emissioni di grado primo
- ZONA 22 intorno alle emissioni di grado secondo

Analogamente ai gas, le zone possono essere così definite:

ZONA 20 luogo dove è presente, durante il funzionamento normale, continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili.

ZONA 21 luogo dove è possibile, durante il funzionamento normale, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili.

ZONA 22 luogo dove non è possibile, durante il funzionamento normale, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili o, se ciò avviene, è possibile che sia presente solo poco frequentemente e per breve periodo.

La valutazione della ventilazione è comunque di fondamentale importanza, in quanto è essenziale la salubrità e la pulizia degli ambienti, che non possono essere saturi di polveri

per molteplici motivi. Inoltre, in presenza di ventilazione adeguata e garantita, è consentito un declassamento delle zone, che può essere decisamente favorevole ai fini degli impianti.

- Per finire, una volta determinato il tipo di zona pericolosa, se ne valuta l'estensione, ed anche in questo caso interviene la Norma CEI 31-52 che in condizioni normali prevede un'estensione di 1m delle zone classificate. In caso di emissioni di grado primo, ad esempio, è opportuno prevedere un'estensione di zona 21 per 1m intorno all'emissione, ed una seconda di zona 22 per 1m intorno alla zona 21.

## ***SCELTA DI IMPIANTI ELETTRICI PER AMBIENTI CON POLVERI COMBUSTIBILI***

Una volta identificati i tipi di zona pericolosa si possono quindi determinare e scegliere le tipologie costruttive "Ex" di impianti ed apparecchiature elettriche.

In base alla Norma CEI 31-36 sono ammesse le seguenti costruzioni:

*Per ZONA 20*

- Costruzione "IP6X"                      garanzia di non penetrazione della polvere

*Per ZONA 21*

- Costruzione "IP6X"                      garanzia di non penetrazione della polvere

*Per ZONA 22 con polveri elettroconduttrici*

- Costruzione "IP6X"                      garanzia di non penetrazione della polvere

*Per ZONA 22 con polveri non elettroconduttrici*

- Costruzione "IP5X"                      garanzia di non penetrazione della polvere

L'unica reale garanzia di sicurezza per impianti e custodie è che venga impedito l'accesso della polvere al proprio interno, ed in questo senso l'unica concreta caratteristica per le costruzioni "Ex" adatte rimane il grado di protezione IP (con riferimento alla prima cifra).

Per le apparecchiature elettriche da installare in luoghi con presenza di polveri combustibili, oltre al grado di protezione IP è fondamentale garantire altre due caratteristiche sostanziali, ovvero:

- Massima temperatura superficiale ammessa

Essa deve essere inferiore alla più bassa tra la temperatura di innesco di una nube di polvere e la temperatura di innesco di uno strato di polvere da 5mm.

In realtà a tali temperature di innesco vengono applicati dei coefficienti di riduzione, in modo tale da porsi in condizioni a favore della sicurezza; gli apparecchi utilizzati dovranno infatti avere una temperatura superficiale in gradi kelvin (K) inferiore alla più piccola tra: " $\frac{2}{3} T_{cl}$ " (dove  $T_{cl}$  è la temperatura di innesco di una nube di polvere), e " $T_{5mm} - 75K$ " (dove  $T_{5mm}$  è la temperatura di innesco di uno strato di polvere di spessore 5mm).

- Categoria costruttiva ATEX

Secondo la direttiva sono identificate tre categorie costruttive dei materiali Ex, per ambienti con presenza di polveri (D-dust), idonee per ciascun tipo di zona pericolosa:

- Il 1D per installazione in ZONA 20, ZONA 21, ZONA 22
- Il 2D per installazione in ZONA 21, ZONA 22
- Il 3D per installazione in ZONA 22