



Misure tecniche per la prevenzione e la protezione contro le esplosioni da polveri

**Barbara Basso
(Arpa Piemonte)**

PREVENZIONE e PROTEZIONE contro le esplosioni

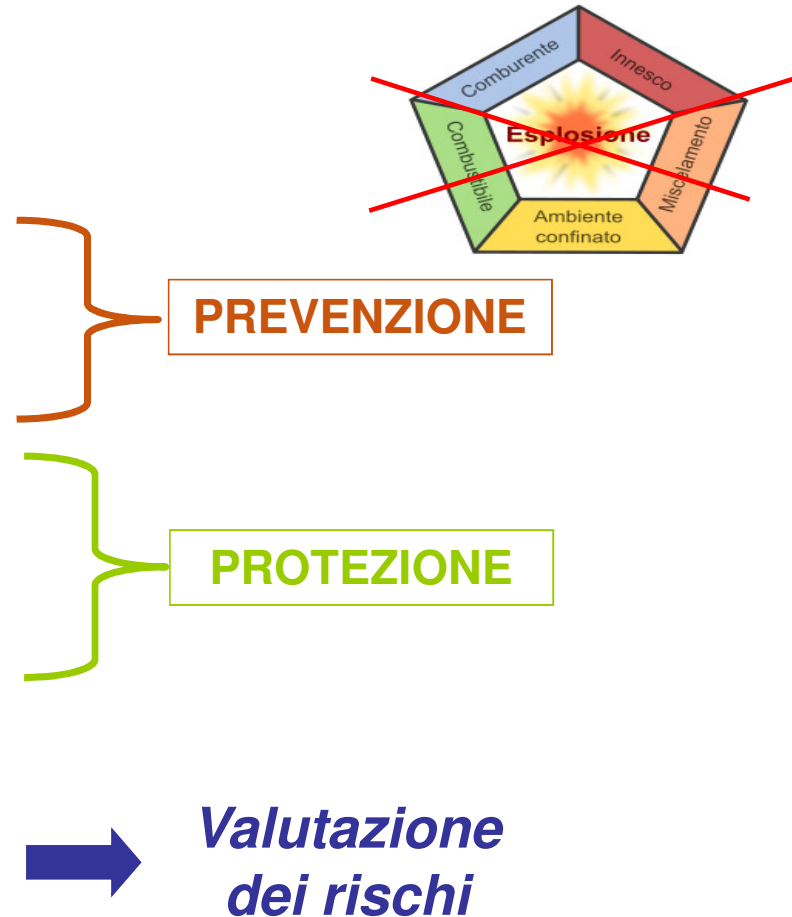
Riferimenti normativi: **D.Lgs. 81/2008 – Titolo XI**

(art. 289) Il datore di lavoro (DdL) adotta le misure tecniche e organizzative adeguate alla natura dell'attività; in particolare previene la formazione di atmosfere esplosive. Se la natura dell'attività non lo consente, il DdL deve:

- a) evitare l'accensione di atmosfere esplosive
- b) attenuare gli effetti di un'esplosione, in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori

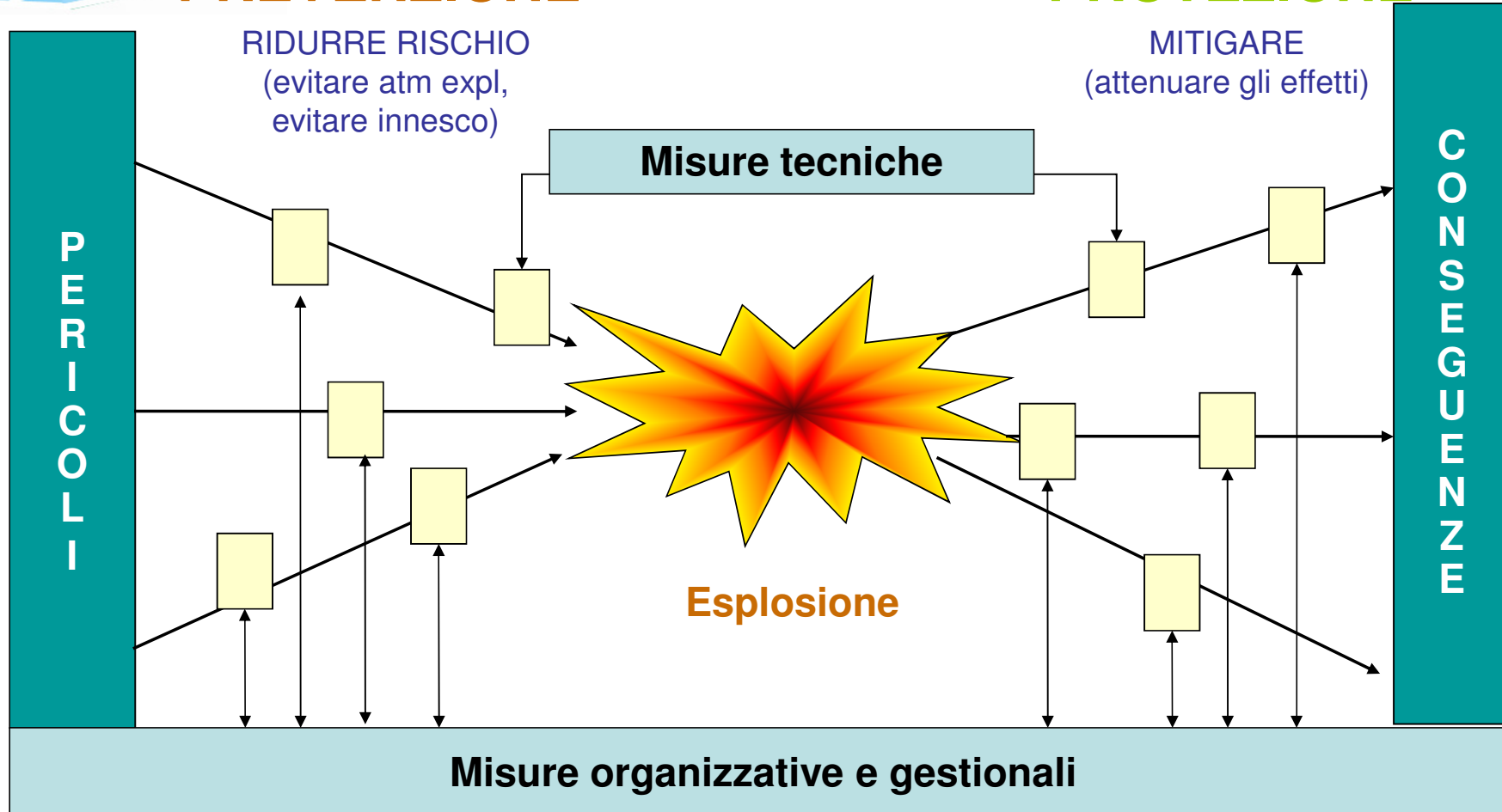
Le precedenti misure sono combinate ed integrate con altre contro la propagazione delle esplosioni

... sono **riesaminate periodicamente** e in caso di modifiche



PREVENZIONE

PROTEZIONE





Sistemi di PREVENZIONE

1. Evitare l'atmosfera esplosiva

Rimozione degli strati di polvere



La pulizia deve essere eseguita con sistema di aspirazione centralizzato o con aspiratori industriali mobili, provi di sorgenti di accensione o in esecuzione di sicurezza (almeno Gruppo II, Categoria 2D)



Sistemi di PREVENZIONE

2. EVITARE l'accensione

Può costituire sorgente di innesco qualsiasi superficie che possa surriscaldarsi raggiungendo $T > T$ critiche (MIT, LIT)

MIT = T min di accensione della nube di polvere

LIT = T min “ dello strato “

MIT e LIT sono caratteristiche della polvere (composizione e granulometria)



Per progettare un sistema di prevenzione occorre conoscere le **T di accensione** della polvere (MIT e LIT) e fissare i limiti di controllo delle potenziali sorgenti di innesco ed eventuali conseguenti azioni di **arresto della macchina**



Sistemi di PREVENZIONE

Per progettare correttamente i sistemi di prevenzione occorre tener presente i seguenti criteri:

- devono funzionare indipendentemente dai sistemi di misurazione e controllo del processo
- devono essere a sicurezza positiva (*fail safe*)
- per i parametri relativi alle potenziali sorgenti di innesco (es. temperatura, velocità, livello, vibrazioni) devono essere definiti:
 - i valori normali di funzionamento
 - i **valori critici**, al di sopra dei quali deve intervenire un allarme e/o blocco del processo



Sistemi di PROTEZIONE

In alcuni casi le azioni di prevenzione (sulla formazione di atmosfere esplosive e sulla presenza e/o inefficacia delle fonti di ignizione) NON sono attuabili con sufficiente sicurezza

Occorre quindi adottare misure che **limitano gli effetti di un'esplosione** a dimensioni non pericolose.

I sistemi di protezione devono essere progettati dimensionandoli correttamente sulla base dei parametri:

- pressione massima
- **indice di esplosività K_{st}** (misura la velocità di aumento della pressione nell'esplosione della polvere specificata e dà, quindi, indicazione della velocità di espansione delle fiamme associate all'esplosione)



Sistemi di PROTEZIONE

Le misure di protezione si configurano con:

- la progettazione resistente alle esplosioni;
- lo scarico della pressione di esplosione (*venting*);
- la soppressione delle esplosioni;
- l'isolamento delle esplosioni.



...anche in
combinazione tra loro



Progettazione resistente all'esplosione

Le installazioni (recipienti o condutture) sono costruite in modo da resistere ad un'esplosione interna senza squarciarsi.

Si distinguono 2 tipi di costruzione resistenti alle esplosioni:

1. costruzione per la sovrappressione massima di esplosione

costruito per resistere alla pressione statica e progettato per resistere all'esplosione senza deformarsi (la sovrappressione max di esplosione va generalmente da 8 a 10 bar);

**SENZA
scarico**

2. costruzione per la sovrappressione di esplosione ridotta in relazione allo scarico della pressione di esplosione o alla soppressione delle esplosioni tiene conto della velocità di incremento della pressione durante il fenomeno esplosivo ed è progettato per potersi deformare e quindi, in caso di esplosione, non è più riutilizzabile.

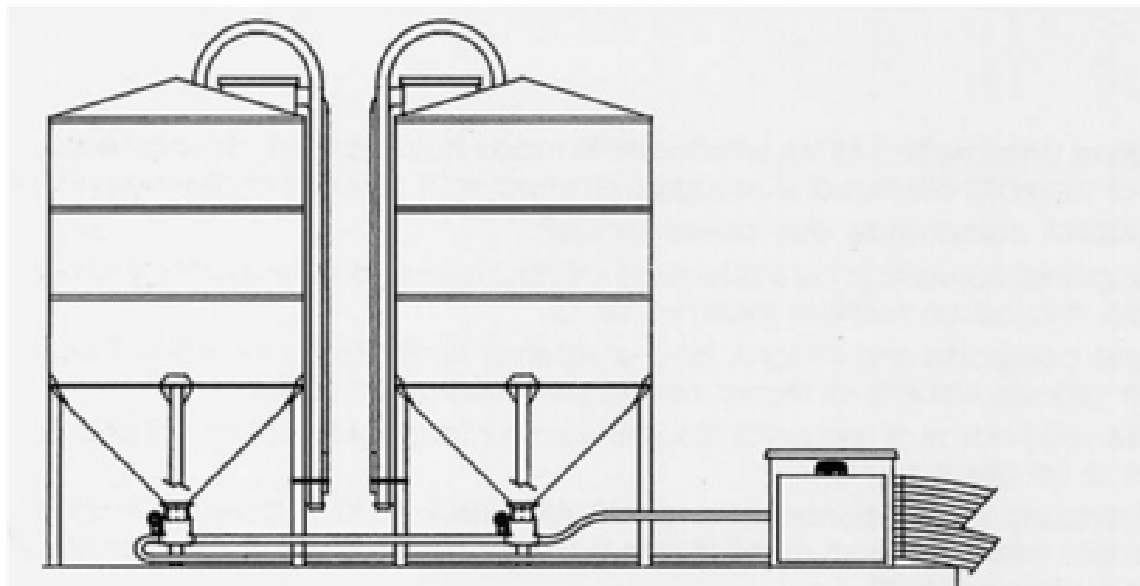
**CON
scarico**



Progettazione resistente all'esplosione

In caso di collegamento mediante tubazione di due recipienti, durante un'esplosione in un compartimento può aumentare la pressione nell'altro, il che può provocare un'esplosione anche nel secondo elemento

-> si generano dei picchi di pressione che possono essere più elevati del parametro tecnico "pressione massima di esplosione" determinato in condizioni atmosferiche.



Scarico della pressione di esplosione

Ci si riferisce in senso ampio a tutto ciò che serve, quando si genera o si propaga un'esplosione, ad **aprire** l'impianto originariamente chiuso, **per breve tempo o permanentemente**, mediante un dispositivo di scarico

es. dischi di sicurezza o pannelli/sportelli di esplosione

Tali dispositivi devono funzionare in modo tale che l'installazione non sia sollecitata al di là della sua resistenza alle esplosioni, portando così ad una sovrappressione di esplosione ridotta.

Per reazione dei dispositivi di scarico della pressione di esplosione si possono produrre notevoli effetti di fiamme e pressione in direzione dello scarico -> si deve fare in modo che **lo scarico** di pressione avvenga **in una direzione non pericolosa**.



Pannello di rottura Atex

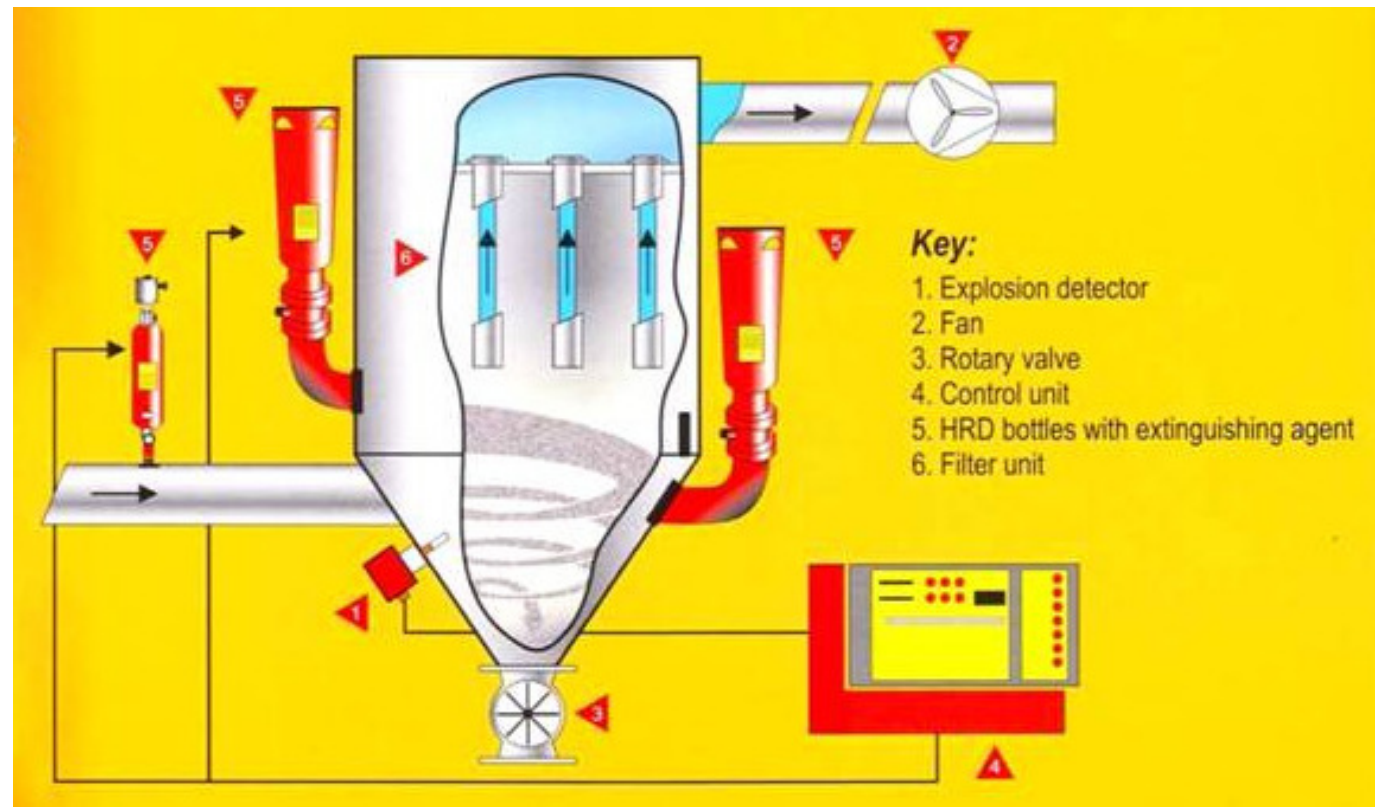


Soppressione delle esplosioni

Rapida immissione in recipienti ed impianti di opportuni materiali (**HRD** – High Rate Discharge)

Contrariamente allo scarico della pressione di esplosione, gli effetti di un'esplosione restano limitati all'interno dell'apparecchio.

I dispositivi di soppressione delle esplosioni impediscono il raggiungimento della pressione massima di esplosione.



“La prevenzione delle esplosioni da polvere” - Vigone, 21 giugno 2017

Soppressione delle esplosioni

La soppressione dell'esplosione può avvenire mediante:

- estinzione
- cattura dei radicali liberi
- Impregnazione
- Inertizzazione

Per i dispositivi di soppressione delle esplosioni si deve provvedere ad un **isolamento** delle esplosioni per le parti dell'impianto collegate in serie.



Soppressione dell'esplosione su una
unità di filtrazione



Sistemi di isolamento dell'esplosione

Per limitare le esplosioni nelle singole parti dell'impianto:

nel caso in cui avvenga un'esplosione in una parte dell'impianto, questa può **propagarsi** alle altre parti collegate in serie e provocare in esse ulteriori esplosioni. Gli effetti dell'accelerazione, a causa delle installazioni presenti negli impianti, o la propagazione in condutture, possono portare ad un rafforzamento degli effetti dell'esplosione.

Le pressioni di esplosione conseguenti possono essere di gran lunga superiori alla pressione massima di esplosione in condizioni normali e portare alla **distruzione di parti dell'impianto** anche nel caso di costruzioni resistenti alla pressione di esplosione o all'urto di pressione dell'esplosione.



Sistemi di isolamento dell'esplosione

Si elencano alcuni dispositivi per evitare la propagazione di esplosioni di polveri in condutture collegate, in dispositivi di trasporto o di altro tipo, così come la fuoriuscita di fiamme dalle parti dell'impianto.

- **Barriere estinguenti.** L'esplosione viene riconosciuta mediante apparecchi **rivelatori** che attuano **l'immissione di sostanze antincendio** nelle condutture per lo spegnimento delle fiamme. La pressione di esplosione che si genera prima della barriera estinguente non viene influenzata; anche dopo la barriera estinguente si deve tarare la resistenza delle condutture e quella delle apparecchiature collegate in serie per la pressione prevista. Il materiale antincendio deve essere adatto al particolare tipo di polveri.
- **Valvole a chiusura rapida.** Se si supera una determinata velocità di flusso, si chiude una valvola nella condotta. La velocità necessaria per la chiusura è prodotta o dall'onda di pressione dell'esplosione o da una corrente ausiliaria azionata dal rivelatore (ad es. immissione di azoto sul cono della valvola).



Sistemi di isolamento dell'esplosione

- **Valvole rotative:** possono essere installate come "tagliafiamme" solo se la loro capacità di impedire il ritorno di fiamma e la loro tenuta di pressione per le relative condizioni d'impiego sono certificate. In caso di esplosione, la valvola deve essere chiusa automaticamente da un rivelatore, al fine di impedire la fuoriuscita di materiale ardente.
- **Deviatore di esplosione:** consta di parti di condutture collegate insieme mediante una particolare porzione di tubo. Un dispositivo di scarico (lastra di rivestimento o disco di sicurezza, sovrappressione di reazione di norma $p \leq 0,1$ bar) forma la chiusura della conduttura nei confronti dell'atmosfera. La trasmissione di un'esplosione deve essere impedita mediante il cambiamento di 180° della direzione del flusso, con il contemporaneo scarico della pressione di esplosione al punto di svolta, dopo l'apertura dei dispositivi di scarico. Si deve evitare che volino via alcune parti dei dispositivi di scarico, ad esempio mediante l'impiego di una gabbia di protezione. Questa misura di protezione è **inammissibile** qualora, mediante la liberazione di sostanze, possano essere messe in pericolo le persone o possa essere danneggiato l'ambiente.



Sistemi di isolamento dell'esplosione

- Ricevitore del prodotto. In relazione al sistema di protezione "scarico della pressione di esplosione" sono opportuni dei ricevitori del prodotto (ad es. al punto di scarico in un silo) di sufficiente altezza per isolare le parti dell'impianto. Lo stoccaggio del prodotto deve, di volta in volta, essere tale - e questo deve essere assicurato mediante indicatori di riempimento - che per il carico della pressione dell'esplosione non possa risultare un ritorno di fiamma attraverso il prodotto.
- Doppia valvola a cassetto. Gli scarichi di prodotto da apparecchi costruiti a prova di esplosione possono essere resi sicuri, nell'impedire un ritorno di fiamma, con un sistema a doppia valvola. Le valvole devono, quindi, avere almeno la stessa solidità dell'apparecchio. Mediante adeguati dispositivi di comando si deve garantire che, in modo alternato, una delle valvole sia sempre chiusa.



AREE / ATTREZZATURE CRITICHE

Si analizzano, a titolo esemplificativo, alcune aree/attrezzature presenti negli impianti di stoccaggio ed essiccazione cereali, ritenute particolarmente critiche:

1. aree di scarico prodotti dagli automezzi
2. silos di stoccaggio
3. sistemi di aspirazione e filtrazione
4. elevatori a tazze
5. macchine macinatrici

All'interno di tali aree e attrezzature è molto difficile o costoso limitare la presenza di sorgenti di emissione -> occorre limitare la possibilità che si generino inneschi efficaci, progettando adeguati sistemi di **PREVENZIONE**.

LISTE DI CONTROLLO

Alcune misure tecniche per limitare l'efficacia delle sorgenti di innesco sono:

- limitazione della T superficiale del materiale al di sotto della T_{min} di accensione della nube / strato (MIT/LIT);
- prevenzione della formazione delle scintille di origine meccanica;
- adozione di strutture conduttive e collegate a terra.

Nel Manuale tecnico sono riportate alcune liste di controllo, strutturate per tipologia di sorgenti di innesco, che riportano le **possibili misure di sicurezza tecniche e gestionali**.

Tale metodologia si può estendere alle altre attrezzature e aree che risultano **critiche** dalla valutazione dei rischi di esplosione, predisponendo analoghe liste di controllo.

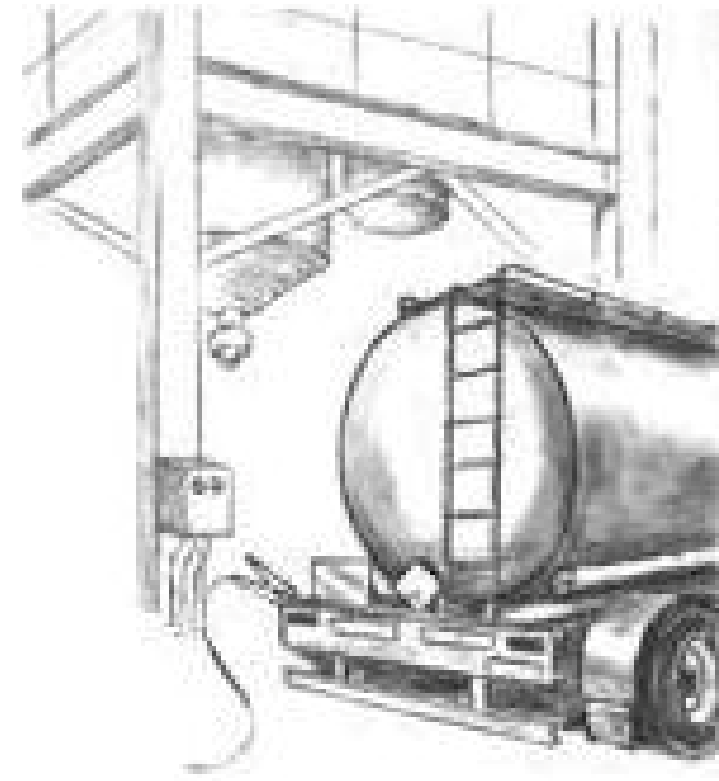




Stazione di scarico degli automezzi

Lo scarico dei prodotti sfusi dagli automezzi può avvenire in ambiente aperto o chiuso, secondo due modalità:

- **per gravità:** il prodotto scivola giù dall'automezzo inclinato e si raccoglie in una fossa, da dove viene poi prelevato per l'invio all'impianto;
- **mediante soffianti:** l'automezzo è collegato al sistema di trasporto pneumatico dell'impianto ed il prodotto è scaricato per differenza di pressione, creando una sovrappressione nel veicolo rispetto all'impianto in cui il prodotto è inviato.



La fossa di ricezione del prodotto può essere dotata o meno di sistema di aspirazione delle polveri.



Stazione di scarico degli automezzi

1) STAZIONE DI SCARICO DEGLI AUTOMEZZI

Configurazione impiantistica

- aperta chiusa (es. portone a pacchetto)
- dotata di griglia (per trattenere corpi estranei, a prevenzione della formazione di scintille di natura meccanica)
- scarico laterale scarico da retro altro (specificare) _____

Classificazione zone ATEX

- Volume interno fossa Zona 20 21 22 n.c.
- Stazione di scarico Zona 20 21 22 n.c.

Attrezzature all'interno delle zone ATEX NO SI (riportare i dati per ciascuna attrezzatura presente)

| Attrezzatura | Marcatura CE (n. identificativo) | Anno di costruzione | Categoria | Tipo di costruzione elettrica | classe di T [°C] | Note |
|--------------|-------------------------------------|------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------|------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Scarico automezzo - esempi di classificazione

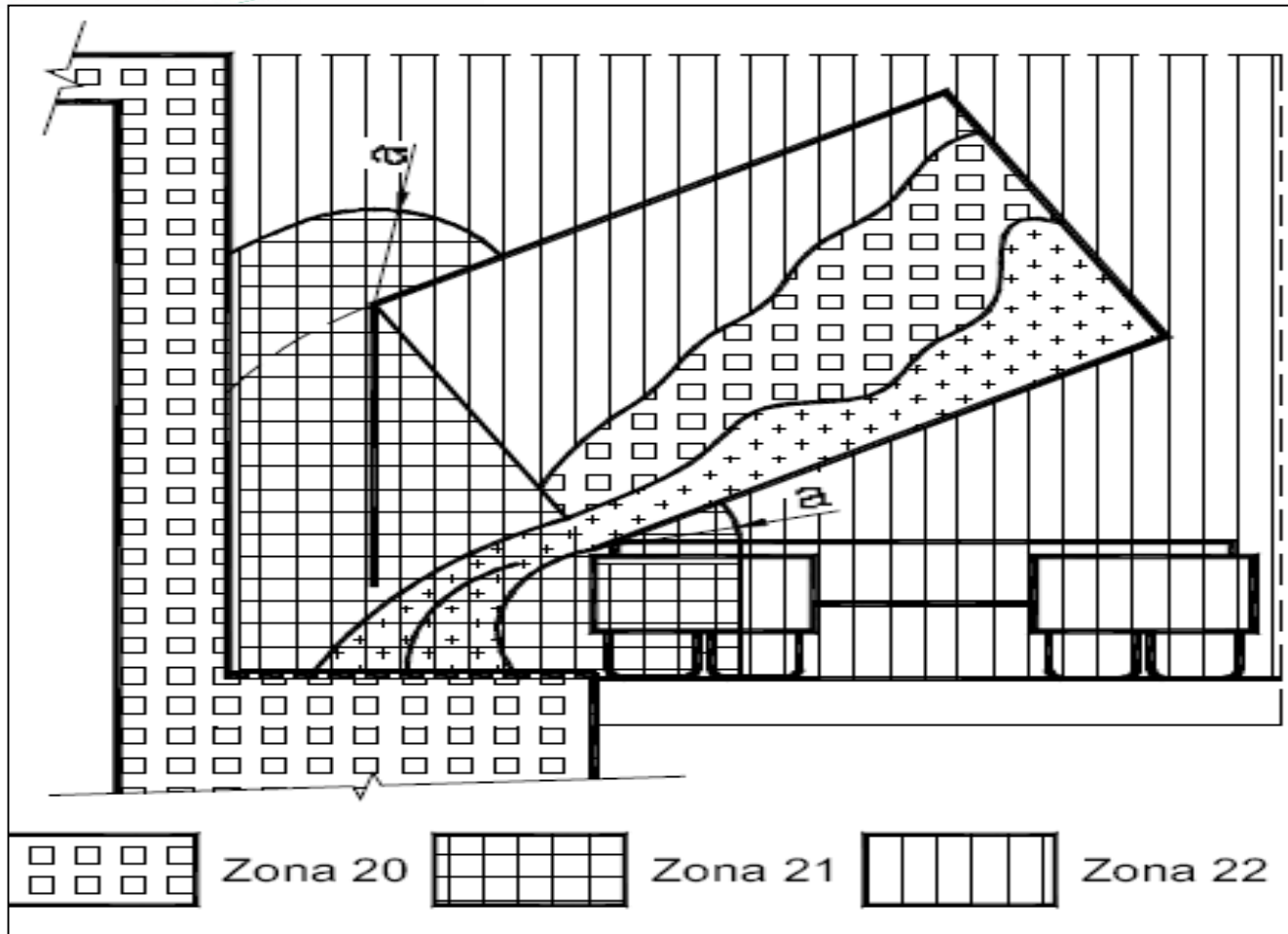


Fig. 5.9.4

Esempio di zone pericolose originate dallo svuotamento di un autocarro in una fossa di ricezione **PRIVA di mezzi di aspirazione polveri**, sita in ambiente chiuso

Guida CEI 31-56 Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili. Guida all'applicazione della norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri esplosive"

Scarico automezzo - esempi di classificazione

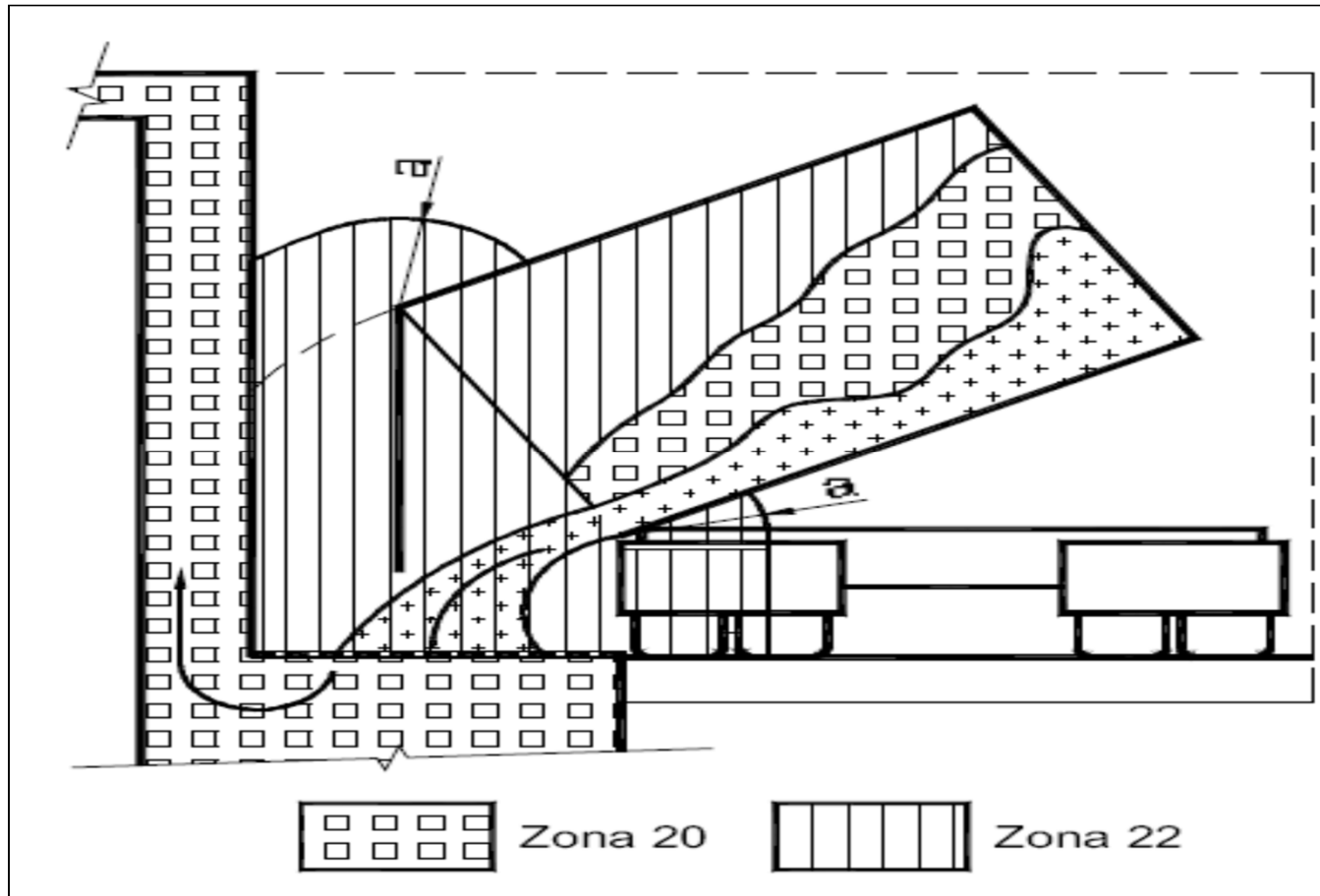


Fig. 5.9.5

Esempio di zone pericolose originate dallo svuotamento di un autocarro in una fossa di ricezione **CON sistema di aspirazione polveri**, sita in ambiente chiuso o aperto

Guida CEI 31-56 Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili. Guida all'applicazione della norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri esplosive"



Stazione di scarico degli automezzi

| SORGENTI DI INNESCO | MISURE TECNICHE PREVENTIVE |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elettricità statica | <ul style="list-style-type: none">✓ Messa a terra di tutte le parti conduttive✓ Esistono <u>pinze per la messa</u> a terra degli automezzi, con relativa certificazione ATEX✓ Tali pinze sono conservate in buono stato ed utilizzate✓ Tali pinze sono provviste di un sistema di controllo preventivo per il loro corretto collegamento (es. doppio circuito capacitivo-resistivo con allarme acustico - luminoso) |
| Impianti elettrici | Sono adeguati rispetto alle zone ATEX in cui sono installati |
| Fulmini | L'area è protetta contro le fulminazioni |

Scarico degli automezzi – pinze di messa a terra

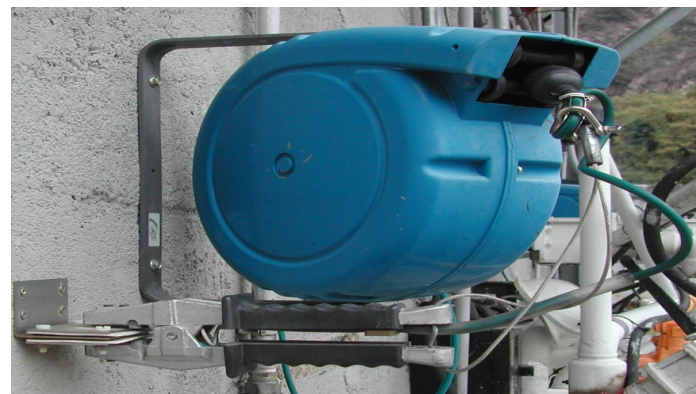
E' necessario garantire e verificare l'avvenuto collegamento a terra dell'automezzo **PRIMA** di procedere con le operazioni di movimentazione dei prodotti. Le pinze di messa per la terra degli automezzi in fase di travaso del prodotto devono essere:

- disponibili
- funzionanti e conservate in buono stato, ad es. con sistema avvolgicavo
- provviste di un sistema di controllo preventivo per il loro corretto collegamento (es. doppio circuito capacitivo-resistivo con allarme acustico-luminoso)

Pinza di messa a terra **di tipo resistivo** (ohmica)



Pinza di messa a terra **di tipo capacitivo**





Stazione di scarico degli automezzi

MISURE GESTIONALI PREVENTIVE

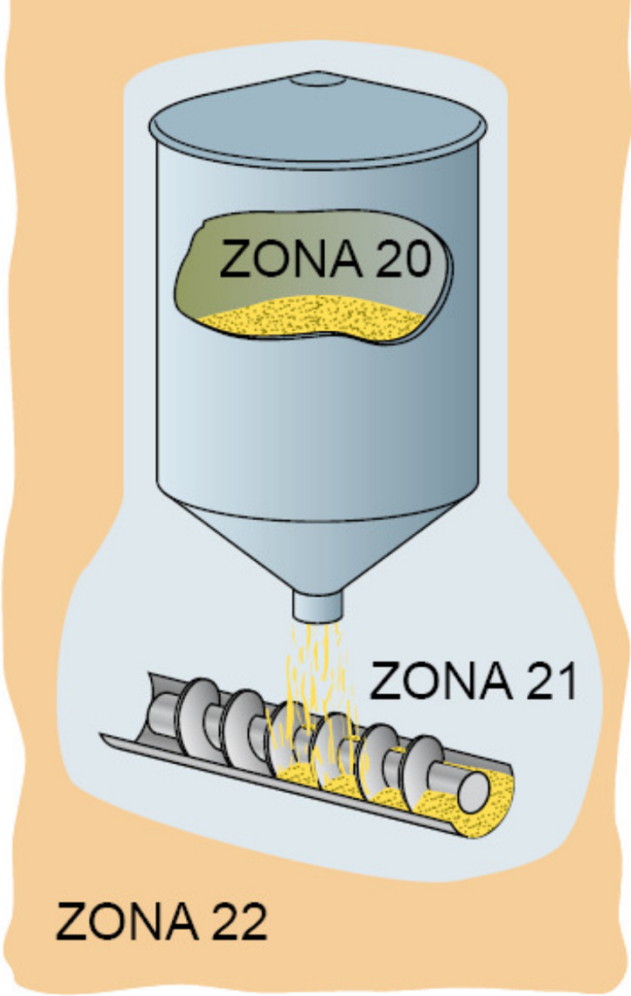
Predisposizione di istruzioni operative:

- per il controllo dell'accesso degli automezzi con indicazione del **controllo della temperatura della marmitta degli automezzi** in ingresso per evitare la presenza di superfici calde
- sulle modalità di scarico (e carico) degli automezzi, con le azioni da compiere sia durante la normale attività, sia in condizioni anomale e di emergenza;
- per la pulizia periodica dell'area;
- di controllo periodico dell'efficienza della pinza di messa a terra.

Tali istruzioni devono essere **diffuse ed illustrate agli operatori** attraverso **momenti di formazione/informazione** rivolti al personale **dipendente e di imprese terze** (es. autotrasportatori)

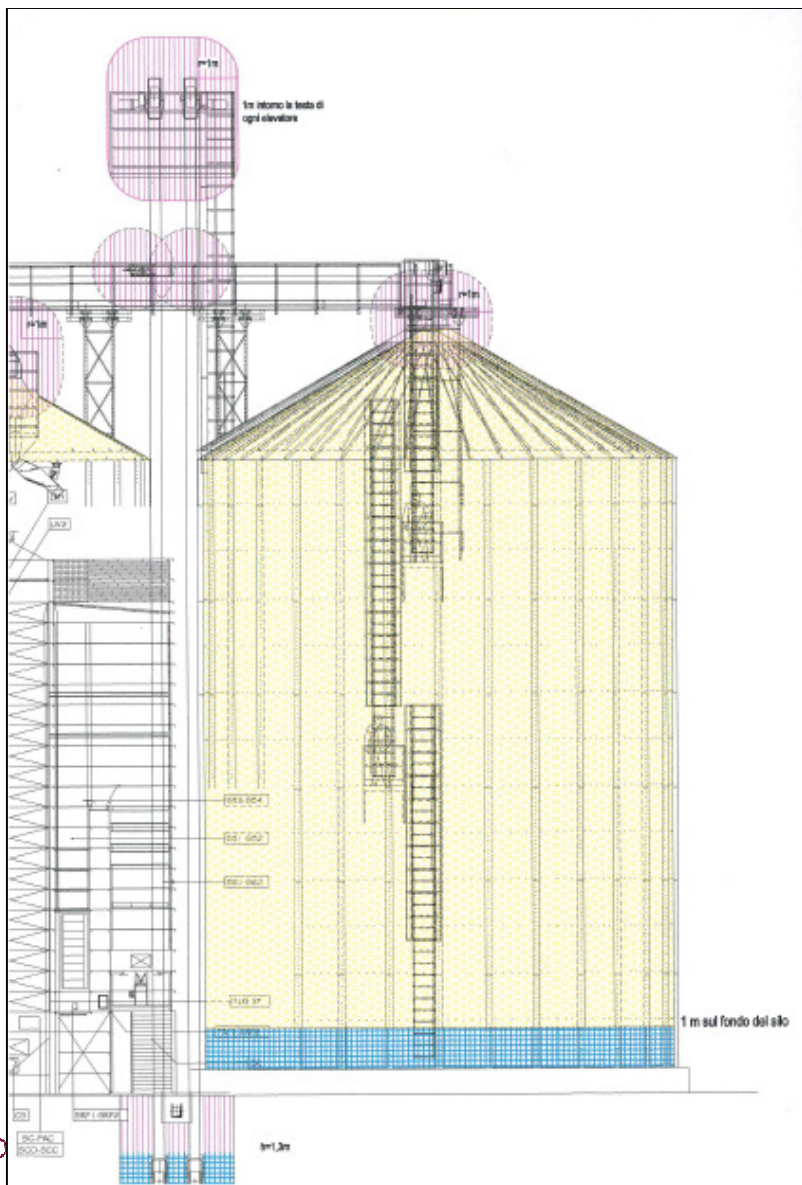


Silos di stoccaggio

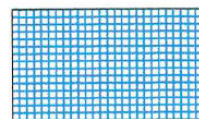




Esempio di classificazione delle aree



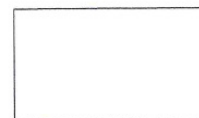
ZONA 20 CON IMPIANTI ELETTRICI TIPO
Ex II 1 D



ZONA 21 CON IMPIANTI ELETTRICI TIPO
Ex II 2 D



ZONA 22 CON IMPIANTI ELETTRICI TIPO
Ex II 3 D



ALL'ESTERNO DELLE SUDDETTE ZONE GLI IMPIANTI SARANNO DI TIPO ORDINARIO, FATTO SALVO IL NECESSARIO GRADO DI PROTEZIONE RICHIESTO DAL LUOGO DI INSTALLAZIONE



Silos di stoccaggio

SILO DI STOCCAGGIO

Configurazione impiantistica

Materiale stoccato: _____

Ubicazione: all'esterno di un edificio all'interno di un edificio

Anno di costruzione: _____ Marcatura CE (n. identificativo): _____ Categoria: _____

E' presente un sistema di aspirazione del silo? SI _____ NO (in caso affermativo compilare anche la check list "sistema di aspirazione")

E' presente un sistema di ventilazione del silo? SI _____ NO

E' presente un rimescolatore? SI _____ NO

E' presente un sistema di controllo del livello per evitare il sovraccarico del silo? SI _____ NO



Silos di stoccaggio

| SILO DI STOCCAGGIO | | | | |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|
| Misure di prevenzione tecniche e gestionali adottate | | | | |
| Sorgente di innesco | Misure adottate | SI | NO | Note |
| Elettricità statica | Tutte le parti conduttive siano messe in equipotenzialità rispetto a terra | | | |
| | Tutti i raccordi flessibili e mobili sono conduttivi o almeno antistatici, con relativa certificazione | | | |
| Elettricità statica + scintille di origine meccanica | <p>I componenti presenti nel silo (es. rimescolatore, sistema di controllo del livello) sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati ▪ provvisti di certificazione | | | |
| Superfici calde | Sono presenti sensori di temperatura a sicurezza intrinseca | | | |
| | <p>Sono presenti altre misure atte ad evitare le sorgenti di innesco per superfici calde o scintille meccaniche (specificare):</p> <p>_____</p> <p>_____</p> | | | |
| Impianti elettrici | I componenti elettrici sono adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati (es. sensori di livello a sicurezza intrinseca) | | | |
| Fulmini | L'attrezzatura è protetta contro le fulminazioni | | | |

Silos di stoccaggio

| SILO DI STOCCAGGIO | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Altre misure di prevenzione gestionali adottate | | |
| Esistono procedure operative sulle modalità di utilizzo del silo, con indicazione: – dei sistemi di controllo presenti (es. sistema di controllo di livello, sensori di temperatura) – dei valori dei parametri operativi e dei sistemi di tali controllo | | |
| Tali istruzioni contengono le azioni da compiere sia nelle condizioni di normale funzionamento/operabilità, avvio e fermata degli impianti ed emergenza | | |
| Sono adottate procedure per la pulizia periodica dei silos mediante l'utilizzo di macchinari/sistemi conformi alla normativa ATEX | | |
| Tali istruzioni sono state diffuse agli operatori | | |
| Sono effettuati i controlli periodici manutentivi sull'attrezzatura | | |
| Misure di protezione tecniche e gestionali adottate | | |
| Sono presenti membrane antiscoppio dotate di cavetto segnalatore | | |
| E' presente una compartimentazione realizzata in modo che in caso di esplosione venga sezionata l'alimentazione elettrica e si fermino tutti i motori e gli organi in movimento (es. coclee) | | |



Sistema di aspirazione e filtrazione

Sistemi di aspirazione e filtrazione delle parti leggere contenute nell'aria proveniente dalle linee di ricezione, pre-pulitura dei cereali, carichi alla rinfusa o a servizio colonne essiccanti.

Consentono di ripulire l'ambiente di lavoro da sostanze polverose prodotte nelle lavorazioni industriali.





Sistema di aspirazione

SISTEMA DI ASPIRAZIONE

Configurazione impiantistica

Ubicazione: all'esterno di un edificio all'interno di un edificio

centralizzato localizzato (il condotto di aspirazione è zona classificata 20 o 21)

Il ventilatore di aspirazione aria è posizionato a valle del filtro/ciclone? SI NO

L'aria pulita (estrazione filtro) sia convogliata all'esterno in zona sicura? SI NO

Anno di costruzione: _____ Marcatura CE (n. identificativo): _____ Categoria: _____

Sistema di aspirazione – prevenzione tecniche

| SISTEMA DI ASPIRAZIONE | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|
| Misure di prevenzione tecniche adottate | | | | |
| Sorgente di innesco | Misure adottate | SI | NO | Note |
| Elettricità statica | Tutte le parti conduttive siano messe in equipotenzialità rispetto a terra | | | |
| | Tutti i raccordi flessibili e mobili sono conduttivi o almeno antistatici, con relativa certificazione | | | |
| Elettricità statica + scintille di origine meccanica | I componenti del sistema di aspirazione (es. ventilatore di aspirazione) sono: <ul style="list-style-type: none"> ▪ adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati ▪ provvisti di certificazione | | | |
| | Se il ventilatore di aspirazione è posizionato a monte del filtro, sul lato polvere, è antiscintilla | | | |
| | Sono presenti altre misure atte ad evitare le sorgenti di innesco (specificare): _____ | | | |
| Impianti elettrici | I componenti elettrici sono adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati | | | |
| Fulmini | L'attrezzatura è protetta contro le fulminazioni | | | |



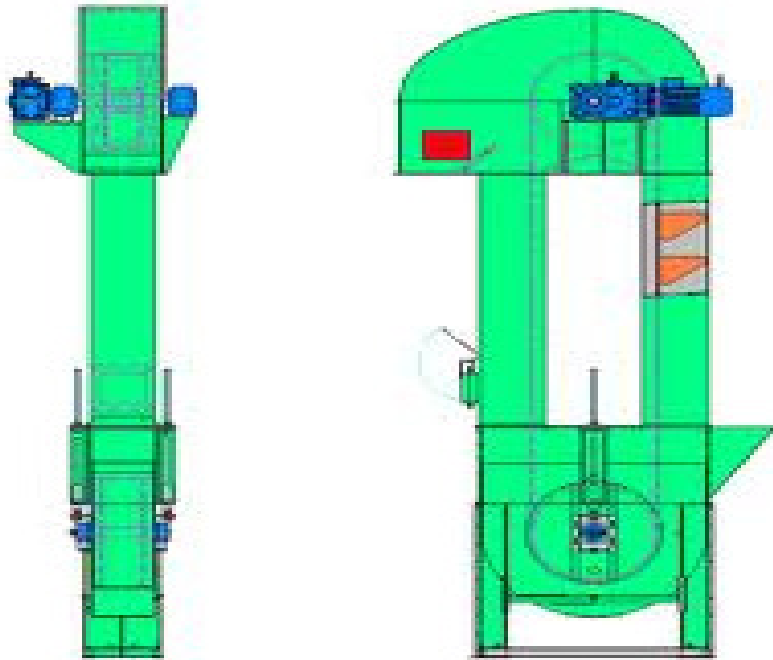
Sistema di aspirazione – prevenzione gestionali

| SISTEMA DI ASPIRAZIONE | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Misure di prevenzione gestionali adottate | | |
| Esistono procedure operative sulle modalità di utilizzo del sistema di aspirazione, con indicazione: – dei sistemi di controllo presenti – dei valori dei parametri operativi e dei sistemi di tali controllo | | |
| Tali istruzioni contengono le azioni da compiere sia nelle condizioni di normale funzionamento/operabilità, avvio e fermata degli impianti ed emergenza | | |
| Sono adottate procedure per la pulizia periodica dei filtri mediante l'utilizzo di macchinari/sistemi conformi alla normativa ATEX | | |
| Tali istruzioni sono state diffuse agli operatori | | |
| Sono effettuati i controlli periodici manutentivi sull'attrezzatura | | |

Sistema di aspirazione - protezione

| SISTEMA DI ASPIRAZIONE | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Misure di protezione tecniche adottate | | |
| Sui filtri sono presenti misure protettive (se necessarie): | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - membrane antiscoppio dotate di cavetto segnalatore - se ubicato all'interno di edificio: membrane antiscoppio con condotto verso l'esterno in zona sicura - se ubicato all'interno dell'edificio verificare che sia protetto da sistema di soppressione delle esplosioni - per batterie di filtri, verificare la presenza di sistemi di compartimentazione per ciascun filtro (valvola, rotocella) | | |
| Il condotto di aspirazione è isolato dai filtri tramite barriera chimica o altro sistema certificato ATEX | | |
| Se il ventilatore di aspirazione è posizionato a monte del filtro, sul lato polvere, sono adottate misure protettive? (specificare) | | |
| Se il ventilatore è posizionato sui condotti di trasferimento polveri, esso è protetto con un sistema di compartimentazione a barriera chimica comandato da un rivelatore di scintilla IR a fibra ottica per intercettare ed estinguere eventuali particelle incandescenti o fiamme generatesi nel ventilatore | | |
| Se il ventilatore è posizionato sui condotti di aria pulita e lo sfogo a valle avviene in luogo chiuso, esso è protetto con un sistema di compartimentazione a barriera chimica o con valvola rapida di sicurezza comandata dal cavetto del disco di rottura o da altro sensore di sicurezza | | |
| Se l'aria pulita (estrazione filtro) non è convogliata all'esterno in zona sicura sono adottati sistemi di compartimentazione (barriera chimica in aree non presidiate, barriera meccanica in aree presidiate) | | |
| In caso di esplosione viene sezionata l'alimentazione elettrica e si fermano tutti i motori e gli organi in movimento (es. coclee) | | |

Elevatore a tazze



Utilizzato per trasportare qualsiasi tipo di prodotto sfuso
Consente di raggiungere altezze considerevoli ed elevate portate orarie

Costituito da un nastro continuo montato direttamente su un albero motore e una puleggia di rinvio, su una struttura incorporante rulli di trasmissione e rulli folli.

Esistono diversi tipi di elevatori in base alla direzione di trasporto, al tipo di caricamento manuale o a coclea

La scelta dei componenti di sicurezza incide fortemente sul modo di prevenire e proteggere dal rischio di esplosione

Elevatore a tazze - esempi di classificazione

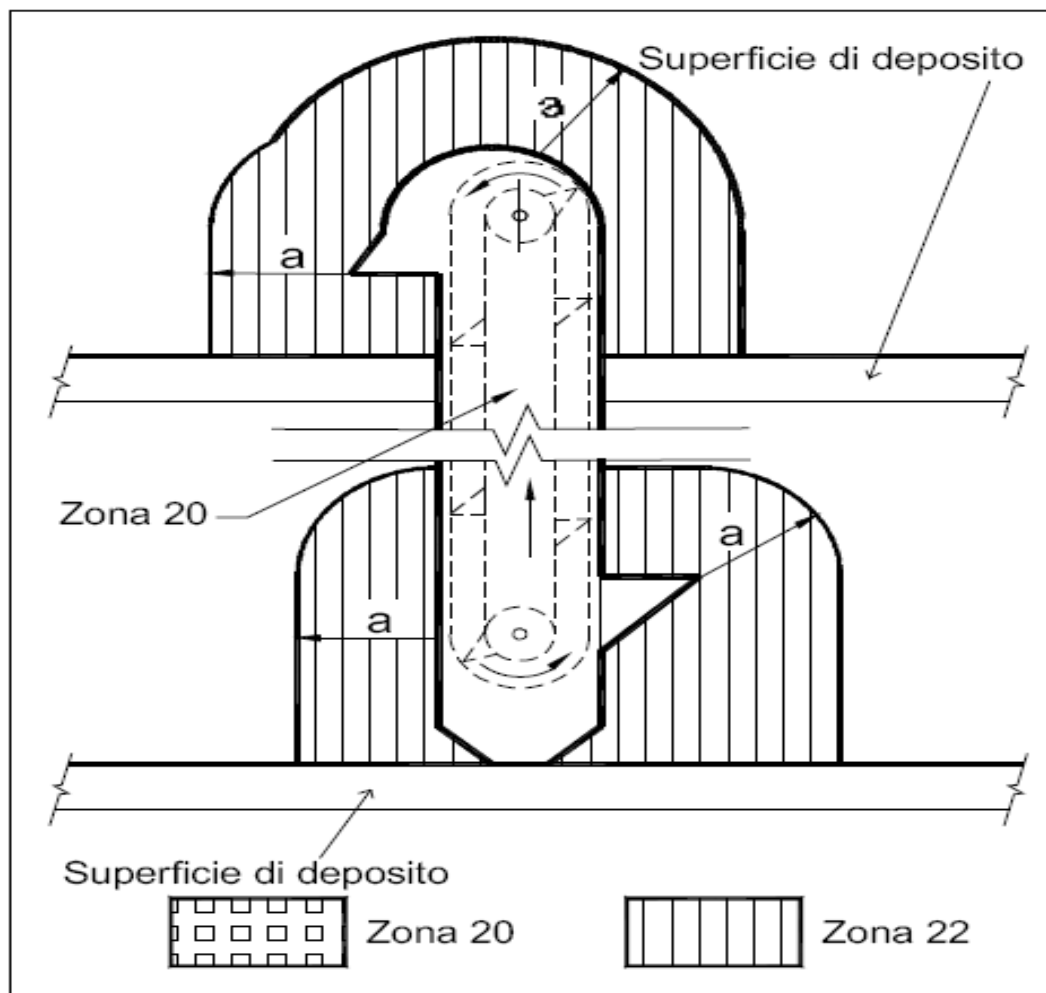


Fig. 5.9.11

Esempio di zone pericolose originate da un elevatore a tazze sito in ambiente chiuso o aperto provvisto di sistemi di controllo dell'efficienza

NOTA: i trasportatori e gli elevatori chiusi non provvisti di sistemi di controllo dell'efficienza possono dare origine a zone 22 di estensione maggiore e non solo in corrispondenza delle estremità.

Guida CEI 31-56 Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili. Guida all'applicazione della norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri esplosive"



Elevatore a tazze - esempi di classificazione

Interno dell'elevatore:

zona 20, in caso di assenza di inertizzazione o altro sistema di eliminazione dell'atmosfera potenzialmente esplosiva interna



Apparecchi, componenti e sistemi di protezione di **categoria 1**

Esterno dell'elevatore:

zona 21 o zona 22 a seconda della ventilazione adottata



Alcuni componenti esterni **possono** essere di **categoria 2** se la zona esterna è 21

I sistemi di controllo, sicurezza e protezione **devono** essere di **categoria 1**, in quanto devono garantire un livello di protezione molto elevato

“Prevenzione dall'esplosione nei sistemi di trasporto polveri. Il controllo delle sorgenti di innesco” – Iuri Mazzarelli INAIL



Sorgenti di innesco:

- superfici calde (avvio delle cinghie di trasmissione, cuscinetti, attrito e impatto causati dall'ingresso di materiali estranei)
- scintille di origine meccanica (attriti e/o impatti tra le tazze di sollevamento ed eventuali supporti danneggiati)
- materiale elettrico
- elettricità statica

Elevatore a tazze

Le misure di prevenzione devono:

- rendere le sorgenti di innesco inefficaci (sistemi di controllo e procedure operative)
oppure
- ridurre la probabilità di comparsa delle sorgenti di innesco efficaci.

Tali misure di sicurezza possono o attivare un **allarme** e/o causare **l'arresto della macchina**, preferibilmente automatico.

L'affidabilità del sistema deve essere garantita adottando componenti con idonei ratei di guasto in relazione al livello di sicurezza richiesto (SIL) ed effettuando opportuna attività di manutenzione.



Elevatore a tazze

2) ELEVATORE A TAZZE

Configurazione impiantistica

Ubicazione: all'esterno di un edificio all'interno di un edificio

Anno di costruzione: _____ Marcatura CE (n. identificativo): _____ Categoria: _____

Misure di prevenzione tecniche / gestionali adottate

| Sorgente di innesco | Misure adottate | SI | NO | Note |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|
| Elettricità statica | Tutte le parti conduttive sono messe a terra | | | |
| | I materiali utilizzati (es. cinghie di trasmissione, guarnizioni) sono: <ul style="list-style-type: none">antistatici ed adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installatiprovvisi di certificazione | | | |
| Scintille di origine meccanica + superfici calde | <ul style="list-style-type: none">Sono presenti dispositivi antislittamento sulle cinghie di trasporto (es. controllo numero di giri: velocità della puleggia inferiore = velocità puleggia superiore)Tali dispositivi determinano il blocco automatico di emergenza dell'Attrezzatura | | | |
| | <ul style="list-style-type: none">Sono presenti dispositivi antisbandamento sulle cinghie di trasporto (es. sensori di temperatura)Tali dispositivi determinano il blocco automatico di emergenza dell'Attrezzatura | | | |



Elevatore a tazze

| | | | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| | Sono presenti sistemi di controllo di temperatura sui cuscinetti | | | |
| | Sono presenti altre misure atte ad evitare le sorgenti di innesco per superfici calde o scintille meccaniche (specificare): _____ _____ | | | |
| Impianti elettrici | Sono adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati | | | |
| Fulmini | L'attrezzatura è protetta contro le fulminazioni | | | |



La T superficiale massima delle attrezzature non deve superare la minore tra la Tmax calcolata con le due formule (UNI EN 1127-1):

- per la nube: $T_{max} \leq 2/3 T_{CL}$
- per strati di polvere con spessore fino a 5 mm: $T_{max} = T_{5\text{ mm}} - 75\text{ °C}$

dove: T_{max} delle attrezzature

T_{CL} = T minima di accensione della nube di polvere (MIT)

$T_{5\text{ mm}}$ = T minima di accensione dello strato di polvere di 5 mm (LIT)



Elevatore a tazze

ASPETTI GESTIONALI

Predisposizione di istruzioni operative:

- per il funzionamento
- per la pulizia e la manutenzione periodica

Informazione / formazione dei lavoratori (dipendenti e di imprese terze): diffusione di tali istruzioni operative

| Altre misure di prevenzione gestionali adottate | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Esistono procedure operative sulle modalità di utilizzo dell'elevatore a tazze, con indicazione: – dei sistemi di controllo presenti (es. i dispositivi antislittamento sulle cinghie di trasporto dell'elevatore a tazze) – dei valori dei parametri operativi e dei sistemi di tali controllo | | | |
| Tali istruzioni contengono le azioni da compiere sia nelle condizioni di normale funzionamento/operabilità, avvio e fermata degli impianti ed emergenza | | | |
| Tali istruzioni sono state diffuse agli operatori | | | |
| Sono adottate procedure per la pulizia periodica dell'attrezzatura | | | |
| Sono effettuati i controlli periodici manutentivi sull'attrezzatura | | | |



Elevatore a tazze – sistemi di protezione

NB Nella lista di controllo si sono analizzate solo le misure di controllo delle sorgenti di innesco, ma nella pratica comune gli elevatori sono dotati anche di **sistemi di protezione**, quali ad esempio:

- sistemi di venting
- arrestatori di fiamma

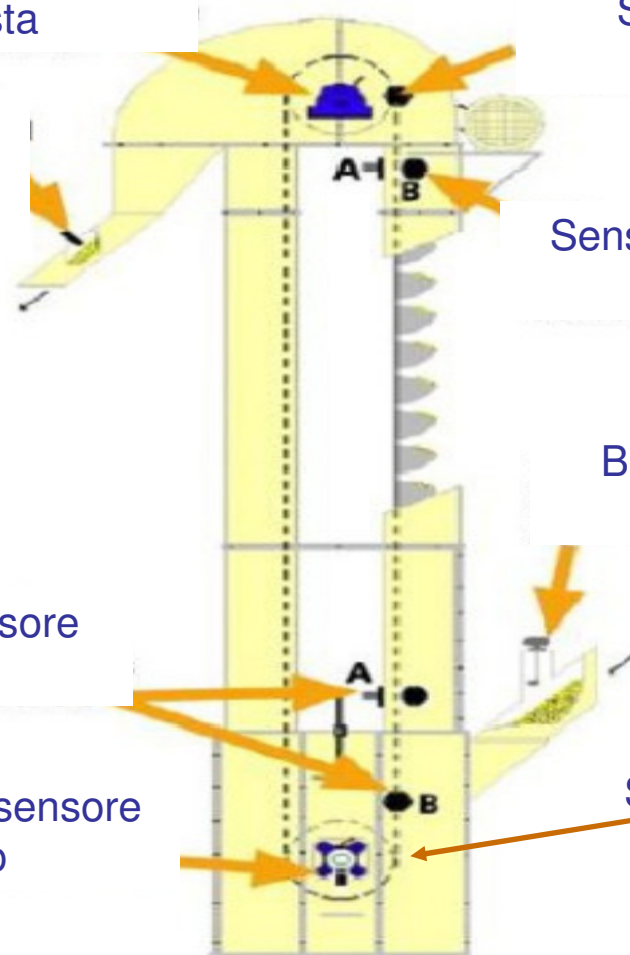
per evitare la propagazione dell'esplosione e del materiale incandescente

Elevatore a tazze

Sensore di temperatura cuscinetto di testa

Sensore allineamento tappeto e allineamento puleggia

Arresto scarico nel caso di esplosione attivata con soppressori



Sensore velocità tappeto e sensore allineamento tazza

Blocco carico massimo associato a controllo livello

Sensore velocità tappeto e sensore allineamento tazza

Sensore velocità e sensore allineamento

Sensore di temperatura cuscinetto di coda

Macchina macinatrice

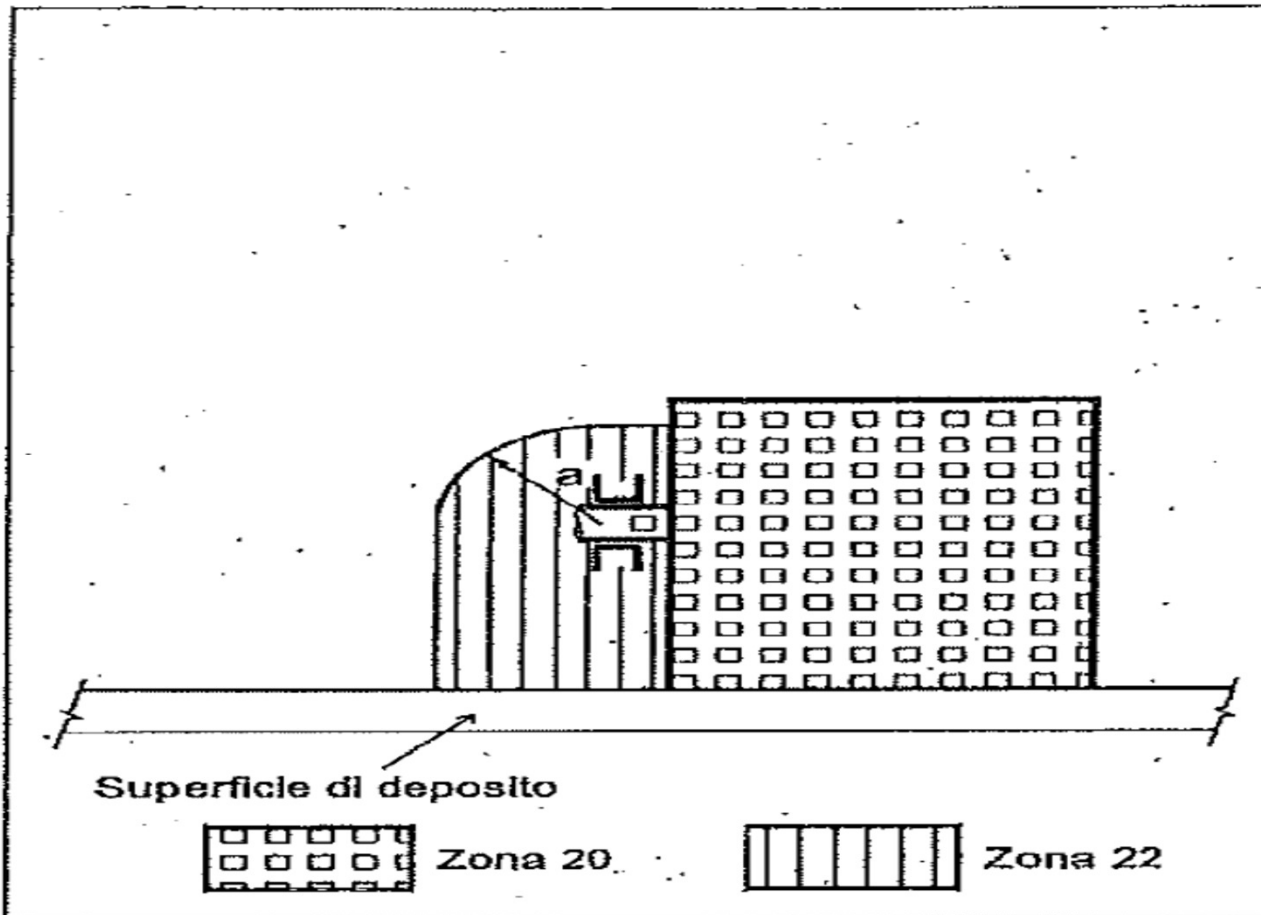


Fig. 5.9.9

Esempio di zona pericolosa originata dalla tenuta dell'albero di una macchina macinatrice, sita in ambiente chiuso o aperto

Guida CEI 31-56 Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili. Guida all'applicazione della norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri esplosive"



Macchina macinatrice

EI

4) LAMINATOIO (MULINO A CILINDRI)

Configurazione impiantistica

Ubicazione: all'esterno di un edificio all'interno di un edificio

Anno di costruzione: _____ Marcatura CE (n. identificativo): _____ Categoria: _____

Misure di prevenzione tecniche / gestionali adottate

| Sorgenti di innesco | Misure adottate | SI | NO | Note |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|
| Elettricità statica | Tutte le parti conduttive sono messe a terra | | | |
| | I materiali utilizzati (es. <i>raccordi flessibili e mobili</i>) sono antistatici ed adeguati rispetto alle aree ATEX in cui sono installati | | | |
| Scintille di origine meccanica + superfici calde | È presente un sistema di captazione di corpi estranei (es. sistemi di classificazione scarti, magnete, griglie) | | | |
| | <ul style="list-style-type: none">Sono presenti sensori di vibrazioneTali dispositivi determinano il blocco automatico di emergenza dell'attrezzatura | | | |
| | <ul style="list-style-type: none">Sono presenti sensori antingolfamento sullo scaricoTali dispositivi determinano il blocco automatico di emergenza dell'attrezzatura | | | |
| | <ul style="list-style-type: none">Sono presenti altre misure atte ad evitare le sorgenti di innesco per superfici calde o scintille meccaniche (specificare): _____ | | | |



Grazie per l'attenzione!