

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

TITOLO: Approccio integrato alla protezione antincendio – antiesplorazione negli impianti di stoccaggio, movimentazione, macinazione combustibili solidi.

La crescente domanda di energia disponibile nonché i noti aspetti legati al costo del greggio ed alla tutela ambientale, fanno sì che il carbone, le biomasse, e più in generale i combustibili solidi siano in forte auge per la produzione di energia elettrica e di calore in moltissime attività industriali, quali ad esempio centrali termoelettriche, cementifici, e impianti di calcinazione (fornaci, ecc...).

L'alimentazione delle caldaie a combustibile solido avviene attraverso i impianti di stoccaggio trasporto e macinazione, mentre a valle delle stesse vengono posizionati filtri di abbattimento polveri (di tipo convenzionale o elettrostatico e unità di desolforazione (denominati 'FGD' – Flue Gas Desulfurization). Tutte le parti di impianto citate sono soggette alle problematiche di incendio e di esplosione, per la natura stessa del materiale trattato nonché della struttura intrinseca delle varie unità funzionali che compongono l'impianto.

(foto di impianto)

Senza entrare dettagliatamente nel merito delle leggi che regolano la materia di sicurezza incendio ed esplosione, è importante evidenziare che recentemente il corpo legislativo nazionale (seguendo quello europeo) ha accorpato in poche leggi le prescrizioni in merito alla sicurezza incendio ed esplosione; in particolare si citano l'ormai noto D.Lgs. Governo n° 81 del 09/04/2008 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro) e la cosiddetta Direttiva Macchine (Direttiva CEE/CEEA/CE n° 42 del 17/05/2006) che tracciano la 'road map' per datori di lavoro e costruttori in merito all'analisi dei rischi.

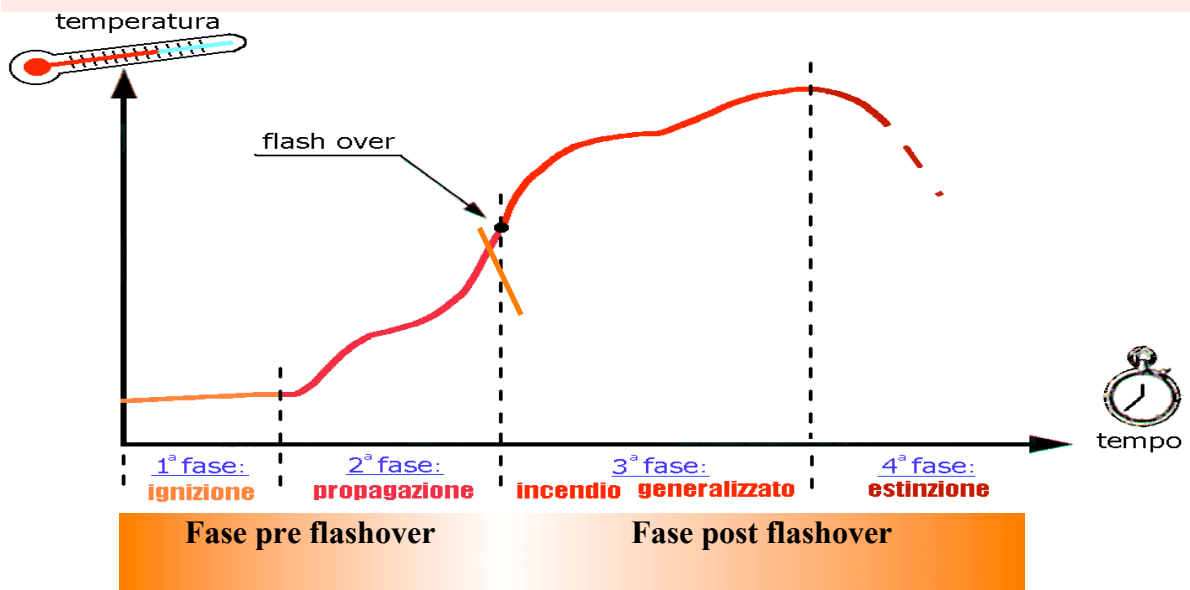
Congiuntamente ad alcune norme specifiche, nel settore del rischio incendio ed esplosione, è interessante valutare la seguente tabella:

	INCENDIO	ESPLOSIONE
Obblighi per il datore di lavoro	D.Lgs. Governo n° 81 Art. 46	D.Lgs. Governo n° 81 titolo XI
Obblighi per il costruttore	Direttiva n° 42 art. 1.5.6. Incendio	Direttiva n° 42 art. 1.5.7. Esplosione
Modalità di analisi del rischio	D.M. Interni del 10/03/1998 – Allegato 1	D.Lgs. Governo n° 81
Approccio ingegneristico	D.M. Interni del 9/05/2007	Mancanza norma specifica ma presenza di simulatori virtuali riconosciuti a livello internazionale

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

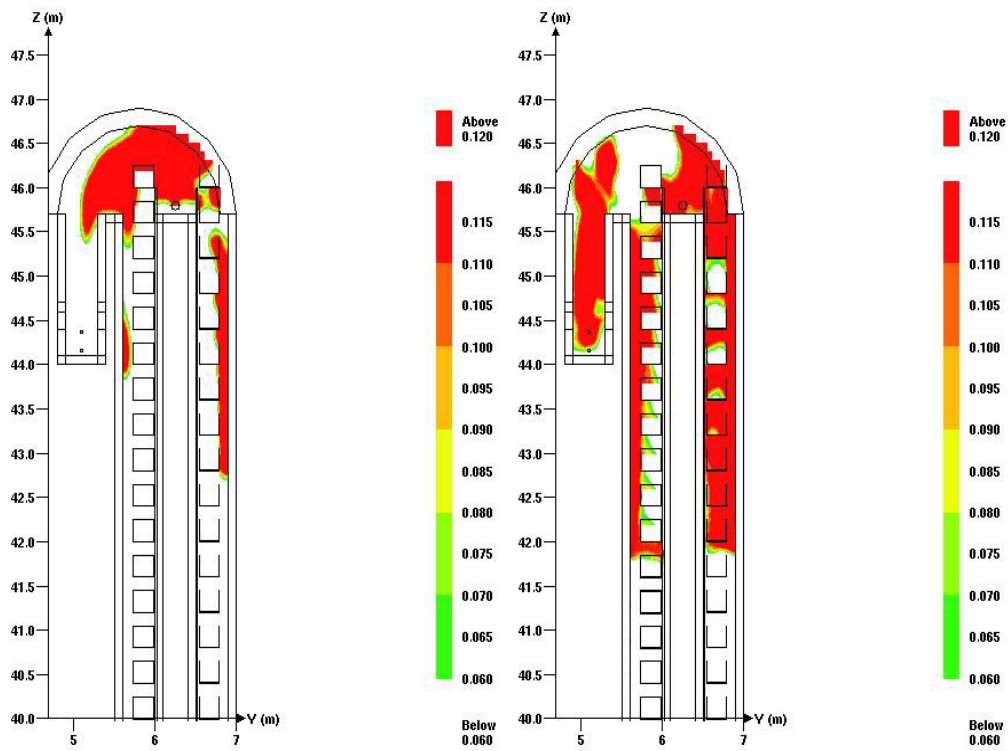
L'attuale approccio ingegneristico, pur non totalmente contemplato a livello normativo, costituisce oggi lo stato dell'arte e può essere utilizzato con valenza legale; allo stato attuale, i simulatori virtuali dei due fenomeni sono distinti per cui sono ancora necessarie competenze diverse, ma entrambi descrivono la fisica del fenomeno (come si evince dal grafico sotto riportato), per cui diviene fondamentale la conoscenza delle proprietà chimico fisiche delle sostanze combustibili.

1. PRE FLASHOVER (ignizione e propagazione)
2. FLASHOVER
3. POST FLASHOVER (incendio generalizzato ed estinzione)

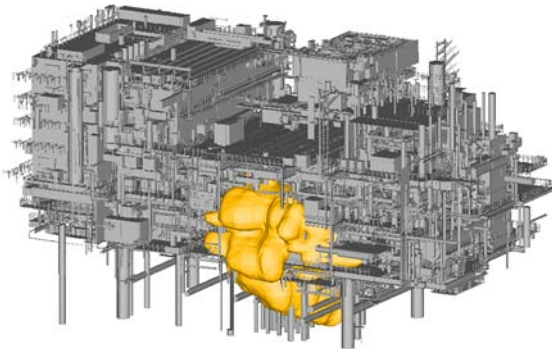


Simulazione di esplosione e propagazione incendio in un elevatore a tazze

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'



Simulazione di esplosione e propagazione incendio in una piattaforma petrolifera

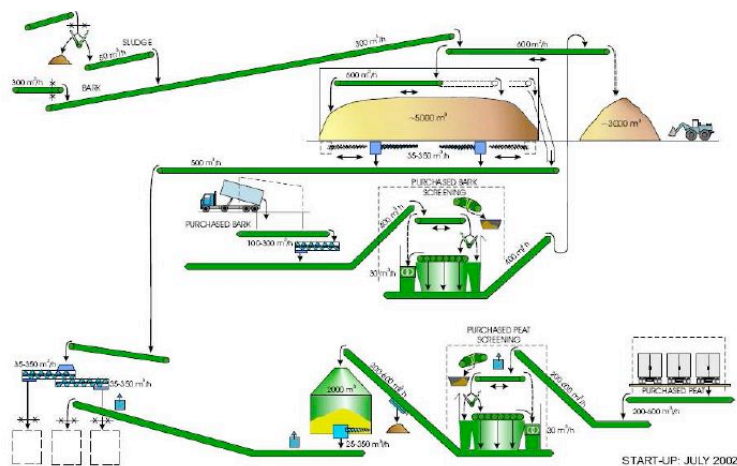


Tipicamente, negli impianti che trattano di combustibile solido, è possibile suddividere il processo nelle seguenti sezioni, per le quali esiste il pericolo congiunto di incendio ed esplosione:

- parco materia prima
- trasporto allo stoccaggio
- stoccaggio del grezzo

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

- torre di pulizia e macinazione
- stoccaggio del prodotto macinato
- invio del macinato alla caldaia
- combustione o pirolisi
- filtrazione
- desolforazione



Le problematiche di incendio ed esplosione sono legate alla natura combustibile del materiale trattato; in particolare, al variare della granulometria del prodotto lungo le varie sezioni del processo, vengono a modificarsi le proprietà esplosive; occorre inoltre tener conto dello sviluppo potenziale di gas combustibili (metano e idrocarburi più pesanti) in caso di processi di fermentazione del materiale grezzo; tali processi dipendono dal grado di umidità del materiale, dalla temperatura, dai tempi di stoccaggio, ecc....).

Assumendo il caso del carbone, si possono individuare i seguenti parametri di combustibilità per il prodotto grezzo in strato:

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| • Prodotto facilmente infiammabile: | no |
| • Temperatura di innesco: | 240 °C |
| • Temperatura di autoignizione: | 110 °C |
| • Classe ADR/RID: | 4.2 |

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| • Concentrazione limite ossigeno: | < 2% vol. |
|-----------------------------------|-----------|

e i seguenti parametri di esplosibilità per il prodotto in polvere aerodispersa:

- | | |
|-----------------------------------------|------------------------|
| • Classe esplosività polvere: | St 1 |
| • Massima pressione di esplosione Pmax: | 9 bar g |
| • Valore Kst: | 150 bar/m*s |
| • Limite inferiore di esplosività: | 40 g/m |
| • Limite superiore di esplosività: | 14.000 g/m |
| • Minima energia di innesco: | ca. 200 mJ |
| • Temperatura di innesco: | 450 °C |
| • Concentrazione limite ossigeno: | < 12% vol. |
| • Resistenza elettrica specifica: | 1 * 10 ¹⁰ m |

Qualora ci siano processi di fermentazione in corso, con sviluppo di gas combustibili, il livello di rischio risulta sensibilmente incrementato, in quanto esiste la possibilità di formazione di miscele ibride (gas – polveri combustibili), che presentano generalmente sensibilità molto più elevate alle potenziali sorgenti di innesco e parametri di reattività tipicamente superiori rispetto al caso delle miscele semplici (gas o polveri combustibili).

Come si evince dalla tabella dati sopra riportata, spesso i dati non sono semplicemente reperibili dalle schede di sicurezza (MSDS) al Cap. 9 ma bisogna avvalersi di banche dati specifiche e, su valutazione degli esperti, a test di laboratorio dedicati. E' essenziale ribadire che l'assenza di dati precisi e coerenti conduce inevitabilmente a valutazioni del rischio errate con conseguente scelta errata delle misure preventive e protettive.

L'esplosione e l'incendio, pur essendo fenomeni distinti, caratterizzati essenzialmente da diversi orizzonti temporali e differenti condizioni al contorno, sono comunque strettamente correlati nelle attività di tipo industriale, e spesso sono legati in una relazione di causa – effetto: a seguito di esplosioni non correttamente contenute o confinate nel processo sovente gli ambienti sono interessati da incendi; per contro braci o particelle incandescenti, originate da un fuoco latente, spesso possono diventare la sorgente di innesco di una esplosione, qualora vengano in contatto con una miscela di polvere combustibile e aria o con una miscela di gas e aria.

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

Il moderno approccio integrato alla gestione del rischio incendio – esplosione, si basa, in accordo con la filosofia ispiratrice della nuova direttiva macchina 2006/42/CE, sul principio di integrazione della sicurezza, che prevede, dove possibile, l'eliminazione del rischio alla fonte: pertanto, si seguono i seguenti passi:

1. prevenzione primaria: vengono implementate misure impiantistiche, organizzative, procedurali, ecc.. per evitare, dove possibile, la formazione di atmosfere potenzialmente esplosive, o comunque per ridurne l'estensione nello spazio e la loro persistenza nel tempo (classificazione delle aree)
2. prevenzione secondaria: si implementano misure impiantistiche, organizzative, procedurali, ecc.. per evitare che sorgenti di innesco potenzialmente efficaci (così come definite e individuate dalla norma EN 1127-1) possano venire in contatto ed innescare le atmosfere potenzialmente esplosive che non è stato possibile eliminare.
3. protezione: per le situazioni impiantistiche per le quali non è possibile raggiungere un livello di rischio accettabile semplicemente mediante la prevenzione primaria e la prevenzione secondaria, occorre implementare idonee misure di protezione per limitare e contenere i danni relativi ad una esplosione o ad un incendio

Tale approccio, oltre a fornire le migliori prestazioni in termini di sicurezza (eliminando dove è possibile il rischio alla fonte), spesso consente di ottimizzare le risorse e ridurre i costi necessari agli adeguamenti di sicurezza, limitando i sistemi di protezione, che oltre ad avere molte volte un costo elevato, possono inoltre presentare difficoltà di interfacciamento con la gestione del processo.

Analizzando le varie sezioni tipiche di un impianto di stoccaggio, movimentazione, e macinazione di combustibile solido diventa possibile fornire alcuni esempi di come l'approccio integrato di gestione del rischio incendio – esplosione possa essere implementato.

Attraverso la attenta analisi delle proprietà chimico fisiche delle sostanze, delle caratteristiche delle sezioni dell'impianto di processo e dei parametri di processo (es. flusso, pressione, temperatura, tempo di persistenza, ecc), vengono definite le zone di rischio di presenza di atmosfere esplosive.

Classificazione della Zona	Probabilità di atmosfera esplosiva in 365 gg	Durata complessiva di atmosfera esplosiva in 365 gg
<i>Zona 0/20</i>	$P > 10^{-1}$	Oltre 1000 ore

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

<i>Zona 1/21</i>	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	Oltre 10 ore fino a 1000 ore
<i>Zona 2/22</i>	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$	Oltre 0,1 ore fino a 10 ore

(inserire P&Id con zonizzazione – immagine1)

PREVENZIONE E PROTEZIONE

Si elencano brevemente i sistemi integrati di prevenzione e protezione adottabili per alcune parti significative dell'impianto in oggetto.

Nastri di trasporto:

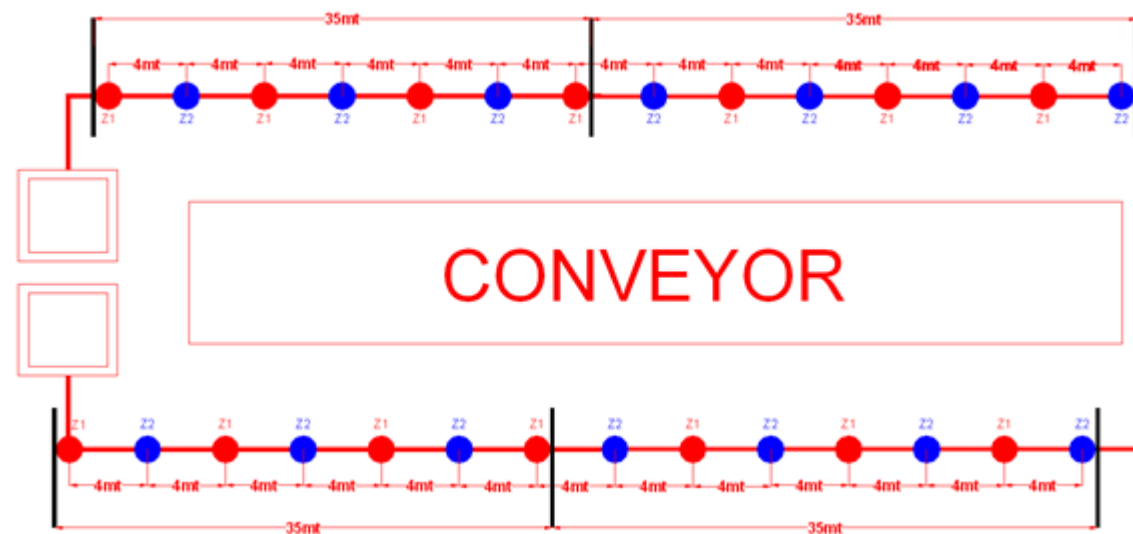
prevenzione primaria: per evitare la formazione di miscele potenzialmente esplosive legata alla presenza di polvere aerodispersa, è possibile dotare i nastri di idoneo sistema di aspirazione, è prevedere sistema di bagnatura in prossimità dei salti. Qualora per esigenza impiantistiche sia necessario avere delle fermate prolungate, è opportuno implementare idonee procedure di evacuazione del materiale, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di fermentazione.

prevenzione secondaria: per quanto riguarda i nastri di trasporto, delle potenziali sorgenti di innesco individuate dalla norma EN 1127-1 sono sicuramente da considerare significative le superfici calde, legate agli attriti delle varie parti in movimento; al fine di controllare tale potenziale sorgente di innesco è possibile effettuare il controllo della temperatura lungo il nastro, a mezzo di rilevatori termovelocimetrici lineari. Mediante tali dispositivi è possibile monitorare sia la temperatura massimale, sia l'incremento di temperatura differenziale nel tempo, fornendo in tal modo una segnalazione assolutamente tempestiva degli eventuali riscaldamenti anomali. Ovviamente la sensoristica utilizzata deve essere idonea alla zona classificata di impiego (e dotata quindi di idonea marcatura ATEX), per poter garantire che essa stessa non sia una potenziale sorgente di innesco.

protezione: è possibile dotare i nastri di trasporto di opportuno sistema di spegnimento: generalmente si utilizzano sistemi di spegnimento ad acqua nebulizzata o 'water spray', che consentono di ottimizzare le prestazioni di spegnimento garantendo al tempo stesso un consumo estremamente limitato di acqua.

Esempio di cavo termovelocimetrico lineare doppio in trasportatore carbone

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'



Sili di stoccaggio del materiale grezzo:

prevenzione primaria: per ridurre la formazione di miscele aerodisperse di polvere combustibile è opportuno dotare i silos di sistemi di aspirazione, per contenere la polverosità durante la fase di carico e di movimentazione del materiale; è inoltre opportuno dotare i silos di sistemi di controllo dell'atmosfera, per rilevare in modo tempestivo la formazione di gas metano (indice di processi di fermentazione in corso); attraverso tali presidi è possibile attivare sistemi di aerazione e implementare procedure organizzative di evacuazione di emergenza del prodotto insilato, al fine di evitare la formazione di miscele potenzialmente esplosive per la presenza di gas e polveri combustibili (miscele ibride, che come è noto sono in genere significativamente più sensibili alle potenziali sorgenti di innesco e tendono a reagire con maggiore violenza).

prevenzione secondaria: tra le potenziali sorgenti di innesco devono sicuramente essere considerate le eventuali particelle calde provenienti dal sistema di carico, gli agglomerati di materiale caldo (focolai di autocombustione) proveniente dal parco di stoccaggio, e le scintille generate dall'urto degli eventuali corpi estranei sulle pareti dei silos durante la fase di carico. Oltre ai controlli tipicamente presenti sui sistemi di carico, è opportuno dotare il silos di sistemi di controllo della temperatura (sia il valore massimale, sia il valore di incremento differenziale) distribuiti sul volume del silo, in modo da garantirne una copertura il più possibile uniforme. Un ulteriore presidio, per consentire di individuare in tempi estremamente rapido l'insorgere di focolai o principi di incendio all'interno dello stoccaggio, consiste nella rilevazione della presenza di monossido di carbonio all'interno dell'atmosfera dei silos.

protezione: i silos di stoccaggio del materiale grezzo sono generalmente protetti contro le esplosioni per mezzo di dispositivi di vent, da dimensionare in accordo alla normativa EN 14491: tipicamente questi dispositivi sono abbinati a opportuni sistemi di isolamento e compartimentazione (valvole

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

stellari compartimentanti, sistemi di compartimentazione chimica delle esplosioni, ghigliottine ad azionamento rapido, ecc..), per evitare di propagare l'esplosione a monte e a valle del silos stesso.

Per lo spegnimento di eventuali focolai di incendio, rilevabili mediante sistemi di rilevazione del monossido di carbonio e sistemi di controllo della temperatura, è possibile utilizzare sistemi di spegnimento a gas (tipicamente azoto o anidride carbonica), dimensionati per portare a saturazione il volume dello stoccaggio.

In molti casi viene inoltre previsto un sistema di raffreddamento ad acqua, tipicamente ad azionamento manuale, che consente di tenere sotto controllo la temperatura del mantello esterno del silo in caso di incendio, garantendo quindi la possibilità di un maggior tempo di intervento.

Immagine di protezione con vent con quench di fiamma dei silos di stoccaggio carbone



Macinazione:

prevenzione primaria: nella fattispecie non è possibile applicare tale tipo di prevenzione all'impianto di macinazione.

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

prevenzione secondaria: Per la rilevazione nella parte di impianto in esame è necessario prevedere un sistema di rilevazione di fiamma infrarosso 'Hot Spot' da installare direttamente a monte e a valle del mulino di macinazione per rilevare eventuali particelle incandescenti o principi di fiamma.

protezione: è possibile spegnere l'eventuale fiamma Installazione di un impianto di spegnimento a CO₂ per la protezione interna del dispositivo. Il sistema è previsto ad attivazione automatica, comandato dai sistemi di rilevazione (temperatura, IR) posti all'interno del dispositivo. Qualora il mulino abbia caratteristica costruttiva di 'resistenza alle esplosioni' è necessario pensare a sistemi di protezione di 'isolamento' basati su elementi meccanici (ghigliottine o valvole rotative); se il mulino non presentasse tale resistenza, è necessario installare un sistema di protezione contro le esplosioni di tipo 'vent' o 'soppressione' con relativo isolamento.

Filtrazione:

prevenzione primaria: generalmente si tende a diluire la quantità di polvere in modo da raggiungere raramente o in caso di anomalia di funzionamento la concentrazione esplosiva. Nel caso in esame si tratta di gas di combustione che, sebbene già raffreddati, entrano nel filtro ad una temperatura relativamente elevata, trasportando particolato che potrebbe essere parzialmente incombusto o possedere ancora una energia termica tale da innescare un incendio.

prevenzione secondaria: Per la rilevazione nel sistema in esame è necessario prevedere un sistema di rilevazione di fiamma infrarosso 'Hot Spot' da installare direttamente sulla struttura per rilevare eventuali particelle incandescenti sul collettore di ingresso.

protezione: è possibile spegnere l'eventuale fiamma tramite l'utilizzo di un sistema 'water spray', dimensionato secondo NFPA15 per "control of burning", oppure a gas CO₂ , Nel caso di filtri elettrostatici, aumenta anche il rischio di esplosione, per cui è necessario prevedere sistemi di sfogo delle esplosioni (vent) opportunamente ubicati e dimensionati.

Nella foto sottostante si può vedere un posizionamento non corretto di pannelli antiesplosione

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'



Desolfurazione: in funzione del tipo di impianto di desolfurazione, può essere possibile il verificarsi di un incendio, per cui si applica un sistema di prevenzione secondaria e protezione equivalente a quello della sezione filtrazione.

Immagine di protezione della stazione filtrante

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'



CONCLUSIONI

Come si evince da quanto sopra, l'analisi congiunta del rischio incendio ed esplosione è ampiamente mutuata dalle vigenti normative ed esistono tecnologie 'combinabili'. L'approccio integrato, oltre che costituire lo stato dell'arte, permette di analizzare compiutamente i possibili fenomeni esotermici, la loro potenziale concatenazione e propagazione, dando al progettista la possibilità di studiare il 'concetto di sicurezza' più adeguato ed economicamente conveniente.

E' necessario però avvalersi di competenze tecniche multiple con capacità di impiego dei differenti simulatori virtuali (dove necessario) ed esperienza diretta nella corretta applicazione dei sistemi preventivi e protettivi.

Esempio di concetto integrato antincendio e antiesplosione

TESTO PER ARTICOLO SU 'ILSOLE24'

