Appendice B

CLASSIFICAZIONE ZONE A RISCHIO DI ESPLOSIONE (ATEX)
CLASSIFICAZIONE PRELIMINARE

Progetto: IMPIANTO per la PRODUZIONE di OSSIDO di ZINCO
Via Gramsci – Frazione Ferrania – Cairo Montenotte (SV)

ATTIVITA' PRINCIPALE:

Stabilimento e impianti ove si impiega gas infiammabili con quantità globali in ciclo superiore a 25 Nm^3/h
(n° 1.1/cat. C del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

ATTIVITA' SECONDARIE :

- **Impianti di decompressione di gas infiammabili con potenzialità superiore a 50 Nm^3/h**
(n. 34.2/cat .C del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

- **Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici**
(n. 49./cat. del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

- **Locali adibiti a depositi con superfice lorda superiore a 1000 m^2 con quantitativi di materiali o merci combustibili superiori complessivamente a 5000 kg**

(n. 70./cat. del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

- **Serbatoio distributore di gasolio per autotrazione con capacità < 9 m^3**
(n. 13.1/cat.A del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

- **Deposito di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o lubrificanti di qualsiasi derivazione con capacità geometrica complessiva compresa tra 1 m^3 2 50 m^3**
(n. 12./cat. B del D.P.R. n. 151 del 1/8/11)

Ubicazione: Frazione Ferrania - Via GRAMSCI - Cairo Montenotte (SV)

Oggetto:

Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di sostanze infiammabili
Classificazione Preliminare

Sommario

1. GENERALITA'
- 1.1 Definizione delle zone con pericolo di esplosione
- 1.2 Procedimento di classificazione dei luoghi con presenza di gas
- 1.3 Riferimenti normativi e legislativi

2. PROCESSO E AMBIENTE DI LAVORO
- 2.1 Produzione Ossido di Zinco – Luogo/Macchinari
- 2.2 Aree con presenza di gas
- 2.3 Caratteristiche del gas utilizzato

3. SIMBOLOGIA – Unità di misura

4. SORGENTI DI EMISSIONE – Grado delle Sorgenti

5. CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE A RISCHIO DI ESPLOSIONE DA GAS
- 5.1 Cabina di decompressione 1°salto – A monte del riduttore
- 5.2 Area secondo salto di pressione – A monte del riduttore
- 5.3 Area secondo salto di pressione – A valle del riduttore
- 5.4 Sfiati all'atmosfera di valvole di regolazione, stabilizzatori
- 5.5 Rampe gas bruciatori
- 5.6 Sommario risultati

1.0 GENERALITA'

La presente relazione ha lo scopo di eseguire la classificazione dei locali in progetto nell'insediamento produttivo di Zincol Ossidi S.p.A. sito in Frazione Ferrania – Via Gramsci - Cairo Montenotte (SV) in cui si svolgeranno le attività di cui in oggetto.
La classificazione è relativa a luoghi in cui vi è pericolo di esplosione per la presenza di sostanze infiammabili (gas metano). Lo scopo della classificazione è quello di stabilire il tipo e l'estensione delle zone pericolose e le caratteristiche che devono avere le costruzioni elettriche a servizio degli impianti, sia per quanto riguarda l'impianto elettrico di potenza (illuminazione, forza motrice, prese, ecc.) sia per le parti elettriche a servizio delle apparecchiature di processo. Scopo della classificazione è anche quello di costituire la base della valutazione dei rischi di esplosione sui luoghi di lavoro che dovrà essere eseguita dal datore di lavoro.
Il documento è redatto in conformità alle vigenti disposizioni normative e legislative e sulla base delle informazioni sul processo e sulle sostanze utilizzate, fornite dai responsabili della Società Zincol Ossidi S.p.A. che, sottoscrivendolo, si assumono la responsabilità della veridicità e completezza delle informazioni.

1.1 DEFINIZIONE DELLA ZONE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono ripartire in zone in base alla frequenza e alla durata della presenza di tale atmosfera.
Le zone pericolose sono così definite (D.Lgs 81/08 e CEI 31-30):

- ✓ Zona 0 – "Luogo dove è presente continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas";
- ✓ Zona 1 – "Luogo dove è possibile sia presente durante il funzionamento normale un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas";
- ✓ Zona 2 – "Luogo dove non è possibile sia presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas durante il funzionamento normale o, se ciò avviene, è possibile sia presente solo poco frequentemente o per breve periodi";
- ✓ Le zone 0 (NE), 1 (NE), 2 (NE) sono zone pericolose di estensione trascurabile (agli effetti pratici è come se tali zone non esistessero).

1.2 PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PRESENZA DI GAS

Il procedimento generale eseguito, per la classificazione dei luoghi in cui l'atmosfera esplosiva può essere generata da gas, vapori, nebbie attenendoci in particolare alla norma CEI EN 60079-10 (31-30), rispetta la seguente sequenza:

1. Verifica presenza di sostanze infiammabili che possono produrre un'atmosfera pericolosa;
2. Individuazione delle potenziali sorgenti di emissione;
3. Determinazione del grado di emissione delle singole sorgenti in relazione alla frequenza e alla durata dell'emissione stessa;
4. Valutazione dei parametri che possono influenzare il tipo e l'estensione delle zone, tra cui la portata, la concentrazione, la velocità di emissione, la ventilazione, ecc;
5. Determinazione del tipo, del grado e della disponibilità della ventilazione;
6. Determinazione del tipo e della estensione delle zone.

In particolare, per la determinazione dell'estensione delle zone pericolose si è analizzato ogni caso specifico, tenendo presente quanto riportato nei punti seguenti:

A. Caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze infiammabili con particolare riferimento a:
   - ❖ Temperatura di infiammabilità;
   - ❖ Massa molare;
   - ❖ Massa volumica;
   - ❖ Rapporto tra i calori specifici a pressione e volume costanti;
   - ❖ Coefficiente di diffusione dei gas;
   - ❖ Densità relativa all'aria dei gas;
   - ❖ Limiti di esplodibilità.

B. Caratteristiche del sistema di contenimento delle sostanze infiammabili con particolare riferimento a:
   - ❖ Temperatura della sostanza;
   - ❖ Pressione;
   - ❖ Tipo di contenitore;
   - ❖ Caratteristiche dei dispositivi di tenuta;
   - ❖ Condizioni di manutenzione e verifica dei contenitori e degli organi di tenuta.

C. Modalità d'emissione ragionevolmente ipotizzabile.

D. Ventilazione naturale o artificiale, con particolare riferimento a:

- ❖ Portata d'aria;
- ❖ Ricambio d'aria;
- ❖ Disponibilità della portata d'aria;
- ❖ Possibilità di miscelazione aria-sostanza pericolosa.
- ❖

1.4 Riferimenti normativi e legislativi

- D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81
- DPR n. 126 del 23/3/1998 Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE (ATEX) in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- DL n. 233 del 12/6/2003 Attuazione della direttiva 94/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive
- Norma CEI 64-8, quinta edizione 2003 Norma generale per gli impianti utilizzatori
- Norma CEI EN 50014 (CEI 31-8), terza edizione 1988 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive. Regole generali
- Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30), prima edizione 1996 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi
- Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), prima edizione 1998 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)
- Guida CEI 31-35, seconda edizione 2001 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi.

2.0 PROCESSO E AMBIENTE LAVORATIVO

La descrizione del processo è riportato al cap. della relazione generale antincendio.

L'attività lavorativa, oggetto della presente, viene svolta in parte in ambiente esterno (linea metano), nell'Edificio B (forni a crogiolo), nel locale caldaia della Palazzina Uffici

Di seguito sono analizzate esclusivamente quelle in cui è possibile o ipotizzabile la presenza di atmosfere esplosive.

3.0 AREE CON PRESENZA DI GAS METANO

Le aree interne agli edifici potenzialmente pericolose per la presenza di gas sono concentrate all'interno dell'Edificio B ove sono installati i forni a crogiolo e i forni rotativi in cui si ha la fusione e la sublimazione dello zinco a temperature di 800-1200 °C; l'energia termica è fornita da bruciatori alimentati da gas metano.

Le altre aree a rischio sono costituite dalla cabina di decompressione del gas , dai gruupo di decompressione (2° salto) posto all'esterno dell'Edificio B e dalle linee di trasporto del gas.

3.1 Cabina di decompressione e misura

Nella cabina di decompressione sono installate le apparecchiature per la riduzione della pressione da 50 bar a 2,5 bar e per la misura fiscale del consumo.

Le apparecchiature principali sono costituite da:

- valvola di intercettazione 50 bar
- gruppo di preriscaldamento del gas mediante scambiatore gas-acqua calda – 50 bar
- filtro – 50 bar
- riduttore- da 50 bar a 2,5 bar
- valvola di sicurezza con sfiato all'esterno
- gruppo di misura con misuratore di portata, by-pass per installazione di misuratore campione, sonde per rilievo temperatura e pressione
- valvole di intercettazione a 2,5 bar

Le apparecchiature son contenute all'interno di un edificio munito di aperture di aerazione nella parte bassa e nella parte alta delle pareti.

3.2 Area 2°salto di pressione

All'esterno dell'Edificio B, in corrispondenza al prospetto N-E dell'edificio stesso è presente una area ove avviene una seconda riduzione di pressione. L'apparecchiatura è costituita dalla tubazione di ingresso a 2,5 bar con valvola di intercettazione, dal gruppo filtri, da n. 2 riduttori in parallelo, da un collettore alla pressione di 0,5 bar e da n. 8 derivazioni, munite di valvola di intercettazione, che raggiungono le singole apparecchiature mediante linee interrate.

3.3 Aree interne - Zona Forni

All'interno dell'edifico B sono installati n. 7 forni a crogiolo dotati di bruciatori aventi una potenzialità di 930 KW ciascuno e n. 3 forni rotativi aventi una potenzialità di 107 KW ciascuno. Ciascun forno è dotato di una rampa gas dedicata comprendente gli organi di intercettazione, regolazione e controllo.

I bruciatori dei forni sono esclusi dalla classificazione dato che impiegano apparecchi soggetti al campo di applicazione del D.P.R. 661/96 e quindi marcati CE ai sensi della direttiva Gas 90/396/CE.

3.4 Caldaia per climatizzazione Uffici

La caldaia sarà installata all'interno di un apposito locale realizzato secondo le norme tecniche vigenti, con particolare riferimento alle dimensioni del locale e alla superficie di aerazione; all'esterno del locale, in posizione lontana da aperture di aerazione sarà installato un riduttore per portare la pressione da 0,5 bar circa a 0,040 bar; in prossimità del riduttore sarà instaòllata una valvola di intercettazione.

4.0 CARATTERISTICHE DEL GAS UTILIZZATO

Gas Metano

LEL % volume:	4,40
LEL (kg /m³):	0,029
UEL % volume:	17,00
Densità relativa all'aria:	0,554
Massa molare (kg/mole):	16,04
Coefficiente gamma (rapporto calori specifici):	1,31
Massa volumica del liquido (kg/m³):	415
Calore specifico a temperatura ambiente csl (J/(kg/K)):	3454
Coefficiente di diffusione del gas cd (m²/h):	0,074
Calore latente di vaporizzazione clv (J/kg):	5,10E5
Temperatura di ebollizione Tb (°C):	-161,4
Temperatura di accensione (°C):	537
Temperatura di infiammabilità (°C):	<0
Gruppo delle costruzioni elettriche:	IIA
Classe di temperatura:	T1

5.0 Simboli e unità di misura

Simbolo	Significato	Unità di Misura
A	Sezione del foro di emissione	**m²**
c	Coefficiente di efflusso	
C	Numero di ricambi di aria fresca per unità di tempo	**1/s**
dz	Distanza pericolosa	**m**
f	Coefficiente di efficacia della ventilazione	
g	Accelerazione di gravità	**m/s²**
hf	Altezza del foro di emissione rispetto alla base del contenitor	**m**
hliq	Altezza del liquido rispetto alla base del contenitore	**m**
LEL **LEL%**	Limite inferiore di esplodibilità	**Kg/m³** **%**
M	Massa molare	**Kg/mole**
n	Numero emissioni dello stesso grado previste in un anno	
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento	**Pa**
Pa	Pressione atmosferica, considerata pari a 101300 Pa	**Pa**
Pi	Pressione imposta sulla superficie del liquido	**Pa**
Plh	Pressione del battente liquido	**Pa**
Pv	Tensione di vapore della sostanza infiammabile	**Pa**
Qa	Portata aria	**m³/s**
Qamin	Portata minima di aria fresca	**m³/s**
Qg	Portata di emissione di gas o vapore	**Kg/s**
Qt	Portata totale di emissione, liquido o liquido più vapore	**Kg/s**
R	Costante universale dei gas (pari a 8314)	**J/(Kmol*K)**
ρliq	Densità (massa volumica) del liquido	**Kg/m³**
T	Temperatura ambiente	**°K**
Ta	Temperatura di accensione	**°C**
Te	Temperatura di ebollizione	**°C**
Ti	Temperatura di infiammabilità	**°C**
t	Tempo di persistenza dell'atmosfera esplosiva	**s, h**
te	Tempo di emissione	**s, h**
tt	Tempo totale di presenza dell'atmosfera esplosiva	**s, h**
V0	Volume totale da ventilare	**m³**
Vz	Volume ipotetico di atmosfera esplosiva intorno alla sorgente di emissione	**m³**
X0%	Concentrazione iniziale della sostanza infiammabile	**%**
Xm%	Concentrazione media della sostanza infiammabile	**%**
k	Fattore di sicurezza applicato al LEL	
w	Velocità dell'aria	**m/s**

Per il calcolo del LEL espresso in Kg/m³ si è usata la formula tratta dalla Guida CEI 31-35, valida per condizioni ordinarie a 30°C:

$$LEL\ (Kg/m^3) = 0{,}416 \cdot 10^{⅓} \cdot M \cdot LEL\ (\%vol) \cdot Pa/101325$$

6.0 Sorgenti di emissione – Grado delle sorgenti

Una **sorgente di emissione** (SE) è un punto o una parte da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore o un liquido infiammabile con modalità tali da originare un'atmosfera esplosiva.
Ogni sorgente è caratterizzata da un **grado di emissione** classificato, come di seguito riportato, in ordine decrescente di probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva per la presenza di gas o vapori.
Tale grado può essere:

- **Continuo :**l'emissione è continua o può avvenire per lunghi periodi
- **Primo :** l'emissione può avvenire periodicamente o occasionalmente durante il normale funzionamento
- **Secondo :** l'emissione non è prevista durante il normale funzionamento e, qualora dovesse avvenire, sarà poco frequente e per brevi periodi

Nel caso in oggetto si prendono in esame le seguenti sorgenti potenziali:

A) **Emissioni di gas dovute a possibili avarie** nelle linee di alimentazione del gas metano in corrispondenza a discontinuità quali: giunzioni a flangia, valvole di intercettazione, valvole automatiche, regolatori ecc.; in tutti i casi l'emissione si può verificare solo in caso di danneggiamento dei sistemi di tenuta e, quindi, poco frequentemente e per brevi periodi.

B) Nubi di polvere di carta nelle aree in cui il foglio asciugato viene rifilato, svolto o avvolto.

7.0 CLASSIFICAZIONE ZONE A RISCHIO DI ESPLOSIONE

7.1 Cabina di decompressione

Nella cabina sono presenti emissioni diffuse legati alla non perfetta tenuta delle giunzioni;

l'entità di tali perdite, sulla base anche delle indicazioni della Guida CEI 31-35, è moto bassa e

tale da generare, in prossimità di ogni giunzione una **Zona 0 NE** di dimensioni trascurabili.

A scopo di analisi, si ipotizza un guasto in un raccordo di una delle apparecchiature ad alta pressione con perdita di gas attraverso il raccordo stesso a causa di una tenuta danneggiata.
Trattandosi di accadimento accidentale la sorgente è classificabile, in via preliminare, come emissione di secondo grado.
Si riportano di seguito le valutazioni e i calcoli sulle caratteristiche dell'emissione per definire la classificazione e valutare l'estensione della relativa zona.
Sulla base del Punto GB3.1 della Guida CEI 31-35 si assume la sezione di guasto media raccomandata di 2,5 mm^2.
Essendo presenti apparecchiature, relativamente vicine, con analogo rischio di guasto, si svilupperà il calcolo per una singola apparecchiatura estendendo il risultato alle altre.

7.1.1 Caratteristiche della sorgente

Sostanza infiammabile	metano
Sorgente di emissione	Guasto su raccordo
Sezione di passaggio (A)	2,5 mm²
Limite inferiore di esplodibilità (LEL)	4,4%vol. (0,029359616 Kg/m³)
Massa molare	16,04 Kg/mole
Pressione assoluta (P)	51 bar
Coefficiente di emissione (c)	0,8
Regime di efflusso	Turbolento
Rapporto tra i calori specifici (Cp/Cv)	1,31
Grado di emissione	Secondo
Fattore di sicurezza applicato a LEL (k)	0,25
Caratteristiche del luogo	chiuso
Temperatura ambiente (T)	30°C (303°K)

Flusso: dalla relazione G.B. 4.1.1 della Guida CEI 31-35, essendo

$$Pa/P < (2/(\gamma+1))^{esp.\ \gamma/(\gamma-1)}, \text{ ove } \gamma=Cp/Cv$$

Il flusso sarà di tipo sonico.

7.1.2 Calcolo della portata di efflusso:

Con riferimento alla relazione 4.1.2 (Appendice GB CEI 31-35), sulla base dei dati di cui sopra, considerato il moto turbolento, si ha:

$$Qg = c\ A\ (Cp/Cv\ (\ \frac{2}{Cp/Cv + 1})^{esp.\beta}\ )^{esp.0,5}\ \frac{P}{(R\ T/M)^{esp.0,5}}$$

$$Qg = 0.8*2,5*10^{esp(-6)}*(1,31*0,86)^{esp.\ 7,45})^{esp.05} * \frac{5,1\cdot10^{esp.6}}{(8314 * 393/16,04)^{esp.0,5}} =$$

=0,0226 Kg/s

Essendo :

$$\beta = \frac{Cp/Cv + 1}{Cp/Cv - 1} = \frac{1,31 + 1}{1,31 - 1} = 7,45$$

Si avrà ***Qg = ca. 0,0226 Kg/s*** *= 81,4 Kg/h equivalente a :150,7 m³/h*

7.1.3 Calcolo dell'aerazione

Caratteristiche geometriche del locale.

Sup. in pianta : 17,5 m²
Altezza media locale = 3 m
Volume: 52,5 m³
Aerazione : n°2 aperture su parete Sud-Ovest: 1 m²/cad.

7.1.4 Portata aria per "effetto vento"

La portata di ventilazione è calcolata sulla base della combinazione dell'effetto vento; essendo le aperture sulla stessa parete si applicherà la formula GB 6.2.2.

Nell'area geografica in esame, la velocità del vento a maggiore frequenza è pari a 2-3 m/s. Ad esclusione di brevi periodi, di durata non significativa, è ragionevole assumere un valore base di 1m/s.

Qaw = Cs·Aw··w·(ΔCp)esp0,5**= 0,62 m³/s (Formula GB 6.2.3)** Dove:

w = 1 m/s (velocità vento)
A1=1 m²
A2=1 m²
essendo A1=A2 sono le aperure sulla parete S-O

Aw è dato dalla relazione:
$1/Aw^2=1/(A1^2+1/A2^2)$
Cs= 0,65
ΔCp=0,9

7.1.5 N° ricambi/ora convenzionali

Co = Qaw/Vo =0,62/52,5=0,0118/s equivalente a ca. 42,5 Volumi/ora

7.1.6 Verifica dell'efficacia della ventilazione

7.1.6.1 Portata minima aria

Portata minima di aria necessaria a mantenere le concentrazioni al di sotto del 25% LEL

$$\textbf{Qamin} = \frac{Qg}{0,25 \cdot LEL} \cdot \frac{Ta}{293} = \textbf{3,22 m³/s}$$ Dove:

Qg = portata di emissione della sorgente (0,0226 Kg/s
LEL = 0,029 Kg/m³
Ta = temperatura ambiente massima assunta pari a 30°C (303 °K)

7.1.6.2 Efficacia della ventilazione

Calcolo del volume interessato da una situazione di esplosività

$$\textbf{Vz} = \frac{\textbf{f·Qamin}}{\textbf{Co}} = \textbf{273 m³}$$ Dove:

f = fattore di distribuzione dell'aria nel locale (assunto pari a 1 essendo il locale sgombro da ostacoli)

Il valore di Vz molto elevato rispetto a Vo indica che l'efficacia della ventilazione è di livello **" Basso" (VL).**

7.1.7 Disponibilità della ventilazione

Trattandosi di aperture permanenti**,** il grado di disponibilità della ventilazione può essere considerato "Adeguato".

7.1.8 Estensione della zona (Relazione G.B. 5.1.2.)

$$Dz = \left(\frac{42300 \cdot Qg \cdot f}{M \cdot w \cdot LEL(\%vol)}\right)E0{,}55 \cdot 1{,}2 \cdot Kz = 28\ m$$ Dove:

w = Co·Lo = 0,0118 *3,69=0,0435 m/s (velocità media dell'aria)
in cui: Lo = VoE(⅓) =74E(⅓) ca. 3,69 m (lato del cubo equivalente)

Si è assunto f=1 considerando che il flusso di aria, pur molto basso, lambisca la sorgente.

L'ampiezza della zona con concentrazione superiore a 25% LEL è superiore alle dimensioni del locale; deve essere considerata a rischio di esplosione anche la zona esterna in prossimità delle aperture di aerazione; indicativamente: 1 m in orizzontale e in verticale sopra filo superiore delle aperture, 0,5 m in verticale sotto al filo inferiore
Sulla base di quanto sopra non ha senso valutare l'insieme delle apparecchiature ad alta pressione e, ancor meno, quelle a pressione ridotta.

7.1.9 Classificazione della zona

Trattandosi di guasto accidentale la sorgente è di grado 2; l'area dovrà essere classificata come Zona 2; tenuto conto che si tratta di area non presidiata un eventuale guasto potrebbe perdurare per tempi relativamente lunghi, superiori a quelli ammessi per la zona 2. Per questo motivo, in assenza di sistemi di rilevamento e di allarme, facendo anche riferimento a letteratura specializzata, è raccomandabile trattare l'area come Zona 1

7.2 Area secondo salto di pressione a monte del riduttore da 2,5 bar a 0,5 bar

Tipo di ambiente: aperto

Pressione atmosferica (Pa): 101325

Temperatura ambiente (°C): 30

Fattore di efficacia della ventilazione f: 1

Disponibilità della ventilazione: Buona

Tipo di ventilazione: Naturale

7.2.1 Sorgenti di emissione : Valvola di intercettazione manuale DN100, filtro riduttore.

Essendo presenti apparecchiature relativamente vicine si svilupperà il calcolo per una singola apparecchiatura supponendo un guasto ad una guarnizione ed estendendo i risultati all'intero gruppo di riduzione

Grado di emissione: secondo

Modalità di emissione: gas-vapore

Pressione all'interno del sistema di contenimento:

Relativa (bar): 2,5 Assoluta (Pa): 351325

Area del foro di emissione (mm²): 2,5

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza: 30 °C (302 °K)

Caratteristiche del luogo	Aperto
Minima velocità del vento (w)	0,5 m/s
Ricambi aria equivalenti (C)	0,03/s
Fattore di efficacia (f)	1
Temperatura ambiente (T)	303°K
Concentrazione max. del gas (Xo)	100%

Flusso: dalla relazione G.B. 4.1.1 della Guida CEI 31-35, essendo

$Pa/P < (2/(\gamma+1))^{esp.\ \gamma/(\gamma-1)}$, ove $\gamma=Cp/Cv$

Il flusso sarà di tipo sonico.

7.2.2 Calcolo della portata di efflusso

Con riferimento alla relazione 4.1.2 (Appendice GB CEI 31-35), sulla base dei dati di cui sopra, considerato il moto turbolento, si ha:

$$Qg = \varphi \cdot c \cdot A \left(Cp/Cv \left(\frac{2}{Cp/Cv + 1}\right)^{esp.\beta}\right)^{esp.0,5} * \frac{P}{(R * T/M)^{esp.0,5}}$$

Ove:
Φ=1 (flusso sonico)
C= 0,8

$$\beta = \frac{Cp/Cv + 1}{Cp/Cv - 1} = \frac{1,31 + 1}{1,31 - 1} = 7,45$$

Si avrà Qg = ca. 0,00188 Kg/s

7.2.3 **Portata minima di aria** per diluire il gas fino a concentrazione <50%LEL

$$Qa\ min = \frac{Qg*T}{k* LEL} * \frac{T}{293} = \frac{0,00188*303}{0,5*0,029*293} = 0,134\ m^3/s$$

7.2.4 Volume ipotetico di atmosfera con possibilità di concentrazione > 50%LEL

$$Vz = \frac{f\ Qa\ min}{C} = \frac{1 * 0{,}134}{0{,}03} = 4{,}47\ m^3$$

7.2.5 Tempo (massimo) di persistenza delle condizioni pericolose al cessare dell'emissione

$$t = -\frac{f}{C} \ln \frac{LEL * k}{Xo} = -\frac{1}{0{,}03} \ln \frac{5 * 0{,}5}{100} = 123\ s$$

assumendo conservativamente Xo=100%

7.2.6 Classificazione e dimensioni della zona

Il volume è modesto, il tempo di persistenza è contenuto; In relazione al volume Vz, non trascurabile, si verifica una unica zona di Classe 2 attorno alla sorgente.

7.2.7 Distanza pericolosa – GB 5.3.1

Allo scopo di determinare l'estensione della zona, si calcola la distanza "dz" sulla scorta delle indicazioni riportate nell'Appendice GB.5.1 della Guida CEI 31-35

$$dz = (42300\ Qg * f / M * LEL\ \%vol * w)\ exp.0{,}55$$

Si avrà:

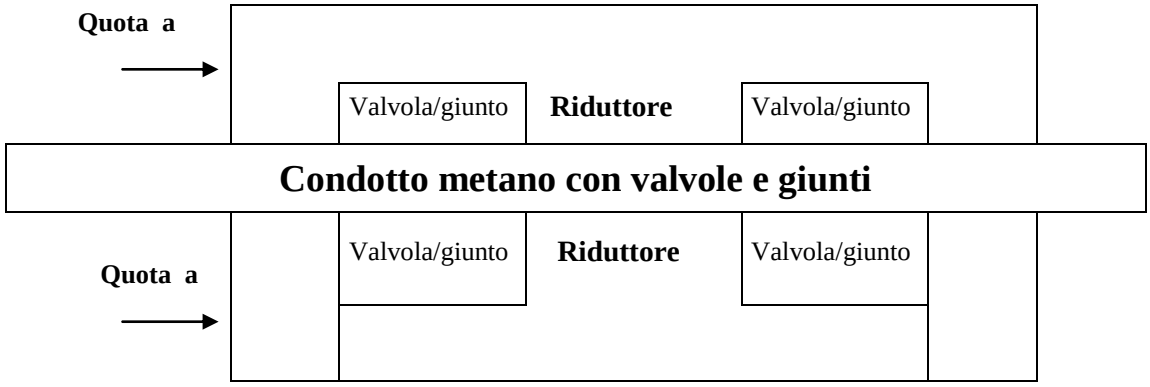
$$dz = (42300 * 0{,}00188 * 1 / 16 * 4{,}4 * 0{,}5)\ exp.0{,}55 = 1{,}56\ m$$

L'estensione della zona sarà definita da una sfera con centro nella sorgente e diametro pari a:

$$a = 2\ m$$

7.2.8 Estensione all'intero gruppo di riduzione

Le possibili sorgenti a 2,5 bar sono relativamente vicine rispetto alla distanza dz di cui al punto 7.2.7, per cui le zone pericolose dovute alle varie sorgenti si sovrappongono; la risultante sarà costituita da un cilindro orizzontale avente un raggio di 2 m che si estende di circa 2 m oltre gli estremi del gruppo di apparecchi. Lo schema seguente illustra la forma della zona pericolosa.



7.3 Area secondo salto di pressione a valle del riduttore

L'area comprende le valvole di intercettazione installate sulle singole mandate del collettore; si procede in modo analogo al punto precedente

Tipo di ambiente: aperto

Pressione atmosferica (Pa): 101325

Temperatura ambiente (°C): 30

Fattore di efficacia della ventilazione f: 1

Disponibilità della ventilazione: Buona

Tipo di ventilazione: Naturale

Grado della sorgente: secondo

Modalità di emissione: gas-vapore

Pressione all'interno del sistema di contenimento:

Relativa (bar): 0,5 Assoluta (Pa): 151325

Area del foro di emissione (mm^2): 2,5

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza: 303 °K

Caratteristiche del luogo	Aperto
Minima velocità del vento (w)	0,5 m/s
Ricambi aria equivalenti (C)	0,03/s
Fattore di efficacia (f)	1
Temperatura ambiente (T)	30°C (303°K)

Flusso: dalla relazione G.B. 4.1.1 della Guida CEI 31-35, essendo

$$Pa/P > (2/(\gamma+1))^{esp.\ \gamma/(\gamma-1)}$$

Il flusso sarà di tipo sub-sonico.

7.3.1 Calcolo della portata di efflusso

Procedendo in modo analogo al punto 6.1.2,si ha:

$$Qg = \varphi \cdot c \cdot A \left(\gamma \left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{esp.\beta}\right)^{esp.0,5} * \frac{P}{(R * T/M)^{esp.0,5}}$$

Ove: C= 0,8

$$\beta = \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} = \frac{1,31 + 1}{1,31 - 1} = 7,45$$

Trattandosi di flusso sub-sonico il valore di φ si ricava mediante la formula

$$\Phi = (Pa/P)^{esp.1/\gamma} \cdot [1-(Pa/P)^{esp.(\gamma-1)/\gamma}]^{esp.0,5} \cdot [2/(\gamma-1) \cdot ((\gamma+1)/2)^{esp.\beta}]^{esp.0,5}$$

Si avrà: φ=0,953
Da cui:

Qg = ca. 0,00073 Kg/s

Procedendo in modo analogo ai punti precedenti si avrà:

7.3.2 Portata minima di aria per diluire il gas fino a concentrazione <50%LEL

Qa min = 0,052 mc/s

7.3.3 Volume ipotetico di atmosfera con possibilità di concentrazione > 50%LEL

Vz = 1,73 m^3

7.3.4 Tempo (massimo) di persistenza delle condizioni pericolose al cessare dell'emissione

t = 123 s

7.3.5 Classificazione e dimensioni della zona

Il volume è significativo, il tempo di persistenza è contenuto; in relazione al volume Vz non trascurabile, si verifica una unica zona di Classe 2 attorno alla sorgente.

7.3.6 Distanza pericolosa – GB 5.3.1

Allo scopo di determinare l'estensione della zona, si calcola la distanza "dz" sulla scorta delle indicazioni riportate nell'Appendice GB.5.1 della Guida CEI 31-35

dz = 0,93 m

L'estensione della zona sarà definita da una sfera intorno alla sorgente con raggio

a = 1 m

In analogia con il caso precedente, l'area a rischio sarà costituito da un cilindro orizzontale, avente un raggio di 1 m, che ha per asse la line che unisce le valvole di intercettazione delle varie linee di mandata e che si estende di 1 m oltre il collettore;
data la vicinanza dei dispositivi a valle del riduttore da quelli a monte dello stesso, la zona è,

per gran parte interna alla zona generata dalle apparecchiature a monte del riduttore

7.4 Rampa gas forni a crogiolo

Si ipotizza un guasto in un raccordo di una delle apparecchiature con perdita di gas attraverso il raccordo stesso a causa di una tenuta danneggiata.
Si considera la pressone di 0,5 bar. Trattandosi di ambiente chiuso, il procedimento di calcolo è analogo a quello della cabina di decompressione; le differenze molto rilevanti riguardano il volume del locale, l'aerazione e la pressione del gas.

7.4.1 Caratteristiche della sorgente

Sostanza infiammabile	metano
Sorgente di emissione	Guasto su raccordo
Sezione di passaggio (A)	2,5 mm²
Limite inferiore di esplodibilità (LEL)	4,4%vol. (0,029359616 Kg/m³)
Massa molare	16,04 Kg/mole
Pressione assoluta (P)	1,5 bar
Coefficiente di emissione (c)	0,8
Regime di efflusso	Turbolento
Rapporto tra i calori specifici (Cp/Cv)	1,31
Grado di emissione	Secondo
Fattore di sicurezza applicato a LEL (k)	0,25
Caratteristiche del luogo	chiuso
Temperatura ambiente (T)	30°C (303°K)

Flusso: dalla relazione G.B. 4.1.1 della Guida CEI 31-35, essendo

$$Pa/P < (2/(\gamma+1))^{\gamma/(\gamma-1)}, \text{ ove } \gamma=Cp/Cv$$

Il flusso sarà di tipo sonico.

7.4.2 Calcolo della portata di efflusso:

Con riferimento alla relazione 4.1.2 (Appendice GB CEI 31-35), sulla base dei dati di cui sopra, considerato il moto turbolento, si ha:

$$Qg = c\ A\ (Cp/Cv\ (\ \frac{2}{Cp/Cv + 1})^{esp.\beta}\ )^{esp.0,5}\ \frac{P}{(R\ T/M)^{esp.0,5}}$$

$$Qg = 0.8*2,5*10^{esp(-6)}*(1,31*0,86^{esp.\ 7,45})^{esp.05} * \frac{0,15\cdot10^{esp.6}}{(8314 * 393/16,04)^{esp.0,5}} =$$

=0,00066 Kg/s

7.4.3 Calcolo dell'aerazione

Caratteristiche geometriche del locale.
Sup. in pianta : 4000 m²
Altezza media locale = 9,5 m
Volume: 38000 m³
Aerazione : aperture permanenti a soffitto per un totale di 50 m²
aperture nella parte inferiore del locale almeno equivalenti a quelle a soffitto

7.4.4 Portata aria

Qaw = Cs·Aw··w·(ΔCp)esp0,5**= 43,8 m³/s (Formula GB 6.2.3)** Dove:

w = 1 m/s (velocità vento)
A1=50 m²
A2=50 m²
essendo A1=A2 sono le aperure sulla pareti e a soffitto
1/Aw²=1/(A1²+1/A2²); W= 70,7 m²
Cs= 0,65
ΔCp=0,9

7.4.5 N° ricambi/ora convenzionali

Co = Qaw/Vo =43,8/38000=0,00115/s equivalente a ca. 4,15 Volumi/ora

7.4.6 Verifica dell'efficacia della ventilazione

7.4.6.1 Portata minima aria

Portata minima di aria necessaria a mantenere le concentrazioni al di sotto del 25% LEL

$$\mathbf{Qamin} = \frac{Qg}{0{,}25 \cdot LEL} \cdot \frac{Ta}{293} = \mathbf{0{,}094\ m^3/s}$$ Dove:

Qg = portata di emissione della sorgente (0,00066 Kg/s
LEL = 0,029 Kg/m³
Ta = temperatura ambiente massima assunta pari a 30°C (303 °K)

7.4.6.2 Efficacia della ventilazione

Calcolo del volume interessato da una situazione di esplosività

$$\mathbf{Vz} = \frac{\mathbf{f \cdot Qamin}}{\mathbf{Co}} = \mathbf{81{,}7\ m^3}$$ Dove:

Il valore di Vz anche significativo è minimo rispetto al volume Vo del locale la ventilazione risulta a livello **"Medio"**

7.4.7 Disponibilità della ventilazione

Trattandosi di aperture permanenti**,** il grado di disponibilità della ventilazione può essere considerato "Adeguato".

7.4.8 Estensione della zona (Relazione G.B. 5.1.2.)

$$Dz = \left(\frac{42300 \cdot Qg \cdot f}{M \cdot w \cdot LEL(\%vol)}\right)^{E0,55} \cdot 1,2 \cdot Kz = 4,3 \text{ m}$$ Dove:

w = Co·Lo = 0,00115 *32,4=0,037 m/s (velocità media dell'aria)
in cui: Lo = VoE(⅓) =38000E(⅓) ca. 32,4 m (lato del cubo equivalente)

La zona si estende per un raggio di circa 4,5 m attorno alla sorgente

7.4.9 Classificazione della zona

Trattandosi di guasto accidentale, di ventilazione adeguata e con buona disponibilità la zona è classificabile come zona 2.

7.0 APPARECCHIATURE

La scelta dettagliata delle costruzioni elettriche e delle loro custodie è eseguita in fase di progettazione dell'impianto elettrico del reparto e quindi non rientra negli obbiettivi della presente classificazione.

7.2 Cabina di decompressione, Linea gas, bruciatori forni

Per la **zona 1** si possono utilizzare:

- Tutti i metodo di protezione riconosciuti idonei per la zona 0 (esecuzione Ex-ia), che

risultano ridondanti per questa zona

- Costruzioni elettriche progettate specificatamente per la zona 1 (costruzioni Ex-d (EN 60079-1), Ex-p (EN 60079-2), Ex-q (EN60079-5), Ex-o (EN60079-6), Ex-e (EN 60079-7), Ex-i (EN 60079-11), Ex-m (EN 60079-18))

Per la **zona 2** si possono utilizzare:

- Tutti i metodo di protezione riconosciuti idonei per la zona 0 (esecuzione Ex-ia), che risultano ridondanti per questa zona:

- Tutti i metodi di protezione riconosciuti idonei per la zona 1 (costruzioni Ex-d (EN 60079-1), Ex-p (EN 60079-2), Ex-q (EN60079-5), Ex-o (EN60079-6), Ex-e (EN 60079-7), Ex-i (EN 60079-11), Ex-m (EN 60079-18)) che risultano ridondanti per questa zona.

- Costruzioni elettriche progettate specificatamente per la zona 2 (i.e. con il modo di protezione "n"(EN 60079-15))

- Costruzioni elettriche conformi alle prescrizioni di una Norma riconosciuta e aventi determinati requisiti (CEI EN 60079-14, art. 5.2.3).

- Devono essere usate costruzioni elettriche di gruppo II (costruzioni per luoghi con atmosfera esplosiva per la presenza di gas, diversi dalle miniere con presenza di grisou) e sottogruppo IIB, adatte anche per le sostanze per le quali è previsto il sottogruppo IIA.
- Secondo la direttiva 94/9/CE (DPR 126/98):

- in zona 1 sono ammessi componenti del gruppo II, categoria 2G e, a maggior ragione, quelli di categoria 1G
- in zona 2 sono ammessi componenti del gruppo II, categoria 3G e, a maggior ragione, quelli di categoria 2G e 1G

Ferrania,

Zincol Ossidi S.p.A. **Il tecnico**

Allegati:
- Classificazione aree TAV. 07ZO