

# DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI

SEZIONE V2 – Decreto 3 Agosto 2015

**CPL CONCORDIA SOC. COOP.**

*DITTA*



**VIA P. BRINDANI 1 – BORGO VAL DI TARO (PR)**

*SEDE DELL'INTERVENTO*

**REVISIONE 1**

*REVISIONE*



**MAGGIO 2026**

*DATA*

**ALFA SOLUTIONS S.P.A.**

Viale delle Officine Meccaniche Reggiane, 1/D

42124 Reggio Emilia

Tel: +39 0522.550905

<http://www.studioalfa.it>

*REDAZIONE*





## SOMMARIO

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>2. INTRODUZIONE.....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| 2.1. SINTESI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE EFFETTUATA.....                          | 4         |
| <b>3. DEFINIZIONI .....</b>                                                                    | <b>5</b>  |
| 3.1. GENERALI .....                                                                            | 5         |
| 3.2. AREE CON PRESENZA DI GAS, VAPORI E NEBBIE INFIAMMABILI.....                               | 6         |
| <b>4. GLI AMBIENTI, LE SOSTANZE PERICOLOSE E LE SORGENTI DI EMISSIONE RAPPRESENTATIVE ....</b> | <b>9</b>  |
| 4.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI .....                                                       | 9         |
| 4.2. INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE .....                                            | 9         |
| 4.3. CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE .....                           | 9         |
| 4.4. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE RAPPRESENTATIVE.....                           | 10        |
| 4.5. INDIVIDUAZIONE DELLE ATTIVITÀ NON CONSIDERATE PERICOLOSE .....                            | 10        |
| <b>5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE .....</b>                                             | <b>11</b> |
| A. COGENERATORE .....                                                                          | 11        |
| B. COGENERATORE – AREA ESTERNA .....                                                           | 17        |
| <b>6. CRITERI SEGUITI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE.....</b>                               | <b>25</b> |
| 6.1. GAS, VAPORI E NEBBIE INFIAMMABILI .....                                                   | 25        |
| 6.1.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI.....                                                      | 25        |
| 6.1.2. INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI .....                                        | 25        |
| 6.1.3. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....                                        | 25        |
| 6.1.4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE.....                                          | 27        |
| 6.1.5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA D’ARIA DI VENTILAZIONE .....                               | 28        |
| 6.1.6. DETERMINAZIONE DEL GRADO E DELLA DISPONIBILITA’ DELLA VENTILAZIONE .....                | 30        |
| 6.1.7. DETERMINAZIONE DEL TIPO DI ZONA PERICOLOSA.....                                         | 31        |
| 6.1.8. DETERMINAZIONE DELL’ESTENSIONE DELLA ZONA PERICOLOSA.....                               | 32        |
| 6.1.9. INDIVIDUAZIONE DELLE APERTURE IN RELAZIONE ALLE ZONE PERICOLOSE .....                   | 33        |
| <b>7. CRITERI SEGUITI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE .....</b>                      | <b>35</b> |
| 7.1. LA PROBABILITA’ DI ESISTENZA DEL PERICOLO “P” .....                                       | 36        |
| 7.2. LA PROBABILITA’ CHE IL PERICOLO SIA CAUSA DI DANNO “C” .....                              | 37        |
| 7.3. GRAVITA’ DEL DANNO “D” .....                                                              | 40        |
| 7.4. IL RISCHIO DI ESPLOSIONE “R” .....                                                        | 41        |
| <b>8. MISURE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE PER RIDURRE IL RISCHIO DI ESPLOSIONE .....</b>          | <b>42</b> |
| 8.1. PREVENZIONE PRIMARIA DELLA ESPLOSIONI .....                                               | 42        |
| 8.1.1. SOSTITUZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE.....                                             | 42        |
| 8.1.2. RIDUZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....                                             | 42        |
| 8.1.3. INERTIZZAZIONE .....                                                                    | 42        |
| 8.1.4. DILUIZIONE PER VENTILAZIONE.....                                                        | 43        |
| 8.1.5. LIMITAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE .....                                                  | 43        |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.1.6. SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLODIBILITÀ .....                          | 43 |
| 8.2. PREVENZIONE SECONDARIA DELLE ESPLOSIONI .....                            | 44 |
| 8.2.1. SUPERFICI CALDE .....                                                  | 44 |
| 8.2.2. FIAMME E GAS CALDI .....                                               | 44 |
| 8.2.3. SCINTILLE DI ORIGINE MECCANICA .....                                   | 44 |
| 8.2.4. MATERIALE ELETTRICO .....                                              | 44 |
| 8.2.5. ELETTRICITÀ STATICA.....                                               | 44 |
| 8.2.6. FULMINI.....                                                           | 45 |
| 8.2.7. ALTRE SORGENTI DI INNESCO.....                                         | 45 |
| 8.3. PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI.....                                         | 45 |
| 8.3.1. PROGETTAZIONE RESISTENTE ALL'ESPLOSIONE.....                           | 45 |
| 8.3.2. SISTEMI DI SFOGO DELL'ESPLOSIONE (VENTING) .....                       | 45 |
| 8.3.3. SISTEMI DI SOPPRESSIONE DELL'ESPLOSIONE.....                           | 46 |
| 8.3.4. SISTEMI DI ISOLAMENTO DELL'ESPLOSIONE .....                            | 46 |
| 8.4. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE ..... | 46 |

## 1. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81</b>   | <i>Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.</i>                                                                                                                                                                                        |
| <b>Direttiva 99/92/CE</b>            | <i>Prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.</i>                                                                       |
| <b>Direttiva 2014/34/UE</b>          | <i>Apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.</i>                                                                                                                                |
| <b>D.Lgs. 19 Maggio 2016, n. 85</b>  | <i>Recepimento della Direttiva 2014/34/UE</i>                                                                                                                                                                                                  |
| <b>D.P.R. 462/01</b>                 | <i>Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.</i> |
| <b>CEI EN 60079-10-1</b>             | <i>Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas.</i>                                                                                                                                                                 |
| <b>CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88)</b> | <i>Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili.</i>                                                                                                                                                |
| <b>CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)</b>   | <i>Atmosfere esplosive. Progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.</i>                                                                                      |
| <b>CEI EN 60079-17 (CEI 31-34)</b>   | <i>Atmosfere esplosive. Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.</i>                                                                                                     |
| <b>CEI EN 61241-14 (CEI 31-67)</b>   | <i>Atmosfere esplosive. Scelta ed installazione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri.</i>                                                                                                 |
| <b>CEI EN 61241-17 (CEI 31-68)</b>   | <i>Atmosfere esplosive. Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri.</i>                                                                                                 |
| <b>UNI EN ISO 12100:2010</b>         | <i>Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio</i>                                                                                                                        |
| <b>UNI EN 1127-1:2019</b>            | <i>Atmosfere esplosive - Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione - Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia</i>                                                                                                       |
| <b>UNI EN 15198:2008</b>             | <i>Metodologia per la valutazione del rischio di apparecchi e componenti non elettrici destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.</i>                                                                                |

## 2. INTRODUZIONE

Il presente documento è finalizzato alla valutazione del rischio legato alla formazione di atmosfere esplosive, relativa all'installazione di un impianto di cogenerazione da 3,354 MWe presso la ditta Laminam S.p.a. sita in via Primo Brindani 1 a Borgo Val di Taro (PR).

La redazione è stata effettuata dall'ing. Daniele Bartoli per conto di Alfa Solutions S.p.A., sita in Viale delle Officine Meccaniche Reggiane 1/D a Reggio Emilia.

### 2.1. SINTESI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE EFFETTUATA

Di seguito è riportata la sintesi della valutazione del rischio esplosione effettuata per tutte le sorgenti di emissione rappresentative scelte.

| ID                                   | DESCRIZIONE                                  | GRADO   | SOSTANZA     | CLASSIF.  | RISCHIO      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|
| <b>A COGENERATORE</b>                |                                              |         |              |           |              |
| 1                                    | Valvole/Giunti – Rampa gas principale        | Secondo | Gas Naturale | ZONA 2 NE | TRASCURABILE |
| 2                                    | Valvole/Giunti – Rampa gas precamera         | Secondo | Gas Naturale | ZONA 2 NE | TRASCURABILE |
| <b>B COGENERATORE – AREA ESTERNA</b> |                                              |         |              |           |              |
| 1                                    | Valvole/Giunti – Linea di adduzione generale | Secondo | Gas Naturale | ZONA 2 NE | TRASCURABILE |
| 2                                    | Valvole/Giunti – Linea principale            | Secondo | Gas Naturale | ZONA 2 NE | TRASCURABILE |
| 3                                    | Valvola automatica – Linea precamera         | Secondo | Gas Naturale | ZONA 2 NE | TRASCURABILE |

**A seguito della valutazione del rischio esplosione eseguita, le attività presenti risultano conformi a quanto richiesto nella Sezione V2 del Decreto 3 Agosto 2015.**

## 3. DEFINIZIONI

### 3.1. GENERALI

- **Atmosfera esplosiva:** una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo accensione, la combustione si propaga nell'insieme della miscela incombusta.
- **Area esposta a rischio esplosione:** un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori interessati è considerata area esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.
- **Area non esposta a rischio esplosione:** un'area in cui non è da prevedere il formarsi di un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione è da considerare area non esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.
- **Sorgente di emissione (SE)** Un punto o una parte di impianto da cui può essere emessa nell'atmosfera un gas, un vapore o un liquido infiammabile con modalità tale da originare un'atmosfera esplosiva
- **Combustione:** Reazione esotermica di ossidazione di una sostanza con un comburente, generalmente accompagnata da sviluppo di fiamme e/o di incandescenze e/o di fumo.
- **Deflagrazione:** Esplosione che si propaga a velocità subsonica.
- **Detonazione:** Esplosione che si propaga a velocità supersonica e caratterizzata da un'onda d'urto
- **Esplosione:** Brusca reazione di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della pressione e/o della temperatura (onda di pressione e gradiente di temperatura).
- **Luogo pericoloso:** Spazio (tridimensionale) in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'impiego dei Prodotti e degli impianti. Il luogo pericoloso costituisce l'involuppo delle zone pericolose.
- **Zona pericolosa:** La zona pericolosa è lo spazio di estensione determinata, in un luogo pericoloso, entro il quale devono essere adottati provvedimenti particolari contro l'esplosione. Per quanto si riferisce al campo di applicazione della presente guida, le zone pericolose si distinguono in zona 0, zona 1, zona 2.
- **Sistema o provvedimento di bonifica:** Sistema o provvedimento volto ad allontanare o inertizzare la sostanza infiammabile eventualmente presente nell'ambiente o impedirne l'ingresso, o inertizzare l'ambiente.
- **Sorgente di accensione:** Sorgente di energia sufficiente ad accendere un'atmosfera esplosiva.
- **Campo di esplodibilità (LEL – UEL):** Per gas e polveri, esiste un campo di esplodibilità, compreso tra un limite inferiore (LEL) ed un limite superiore (UEL), al di fuori del quale non è possibile l'innesco dell'esplosione.
- **Ambiente:** Parte di un luogo nella quale esistono condizioni ambientali omogenee (es. ambiente aperto, ambiente chiuso). In uno stesso luogo possono esistere più ambienti quando nelle diverse sue parti esistono condizioni ambientali diverse (es. una fossa può essere un ambiente diverso dal volume libero del luogo dove l'aria di ventilazione può circolare liberamente o solo con qualche impedimento).
- **Condizioni atmosferiche:** si intendono condizioni nelle quali la concentrazione di ossigeno nell'atmosfera è approssimativamente del 21% e che includono variazioni di pressione e temperatura al di sopra e al di sotto dei livelli di riferimento, denominate condizioni atmosferiche normali, purché tali variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive della sostanza infiammabile o combustibile.
- **Prodotto:** Per prodotto si intende ogni apparecchio, sistema di protezione, dispositivo, componente e relative combinazioni.
- **Opera:** Ogni tipologia di manufatto dell'uomo (es. edificio, immobile, impianto, applicazione, intervento, lavoro, ecc.).

### 3.2. AREE CON PRESENZA DI GAS, VAPORI E NEBBIE INFIAMMABILI

- **Temperatura d'infiammabilità  $T_i$ :** la temperatura d'infiammabilità è la più bassa temperatura di un liquido alla quale, in condizioni specifiche normalizzate, esso emette vapori in quantità sufficiente a formare con l'aria una miscela infiammabile.

Le sostanze che, a temperatura ambiente sono allo stato di gas o vapore, hanno una temperatura di ebollizione inferiore ed una temperatura d'infiammabilità ancora minore.

Una sostanza allo stato liquido o solido, per essere infiammabile deve avere una temperatura d'infiammabilità  $T_i$  uguale o inferiore alla massima temperatura alla quale essa si trova o può trovarsi se emessa nell'ambiente. Ne consegue che se una sostanza non è riscaldata o non può venire in contatto con superfici calde, si debba fare riferimento alla massima temperatura ambiente.

Se la sostanza ha una temperatura d'infiammabilità maggiore della massima temperatura alla quale si trova o può trovarsi, non presenta pericoli d'esplosione per la presenza di gas. La temperatura d'infiammabilità di una miscela di sostanze infiammabili deve essere riferita alla medesima miscela; tuttavia, in assenza di dati specifici, si può considerare la temperatura d'infiammabilità più bassa tra quelle delle sostanze che la compongono.

- **Densità relativa all'aria dei gas:** la densità relativa all'aria di un gas (o vapore) è la densità espressa in rapporto a quella dell'aria alle medesime condizioni di pressione e temperatura (la densità relativa dell'aria è uguale a 1).

$$\rho_{gas} / \rho_{aria}$$

Un gas con densità relativa all'aria inferiore a 0,8 viene considerato *leggero*; un gas con densità relativa all'aria superiore a 1,2 viene considerato *pesante*.

Un gas con densità relativa all'aria compresa tra 0,8 e 1,2 viene considerato *intermedio* e si può comportare sia come gas pesante sia come gas leggero, a seconda delle condizioni di emissione e ambientali contingenti.

- **Massa volumica del gas  $\rho_{gas}$ :** rappresenta la densità ed è espressa in  $\text{kg/m}^3$ . Può essere ricavata mediante la seguente formula:

$$\rho_{gas} = \frac{P_a \cdot M}{R \cdot T}$$

dove:

- **$P_a$ :** pressione atmosferica dell'ambiente considerato [Pa]
- **$M$ :** massa molare della sostanza infiammabile [kg/kmol]
- **$R$ :** costante universale dei gas = 8314 J/kmol K
- **$T$ :** temperatura di riferimento, o temperatura assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido [K].

- **Massa volumica del liquido  $\rho_{liq}$ :** la massa volumica  $\rho_{liq}$  (detta anche densità) è la massa dell'unità di volume, si esprime in  $\text{kg/m}^3$ .
- **Rapporto tra i calori specifici  $\gamma$ :** il rapporto tra i calori specifici a pressione costante ed a volume costante  $\gamma = c_p/c_v$ ; per molti gas è compreso tra 1,1 a 1,8. In mancanza di dati, il valore può essere stabilito per analogia con le sostanze riportate nella Tabella GA-2 della Guida CEI 31-35 o nella letteratura, considerando che  $\gamma$  diminuisce con l'aumentare della complessità della molecola.
- **Calore specifico a temperatura ambiente  $c_{si}$ :** il calore specifico è il calore necessario per innalzare di un grado l'unità di massa della sostanza (J/kg·K). Il calore specifico a temperatura ambiente  $c_s$  è utilizzato per stabilire la frazione di liquido che evapora nell'emissione.
- **Calore latente di vaporizzazione  $c_{lv}$ :** il calore latente di vaporizzazione è la quantità di calore necessaria per far evaporare un'unità di massa della sostanza che si trova alla temperatura di ebollizione  $T_b$ , (J/kg).
- **Massa molare  $M$ :** la massa molare  $M$  di una sostanza è la quantità di massa di una mole (o kilomole),

espressa in grammi (o kilogrammi), numericamente pari alla somma delle masse atomiche degli atomi costituenti la molecola. Per una qualunque miscela di gas, la massa molare si calcola considerando che ciascun componente contribuisce secondo le percentuali volumetriche o di massa di composizione, pesando attraverso la massa molare propria.

- **Temperatura di ebollizione  $T_b$ :** la temperatura di ebollizione di un liquido è la temperatura alla quale il liquido presenta una tensione di vapore esattamente uguale alla pressione atmosferica. La temperatura di ebollizione normale è quella riferita alla pressione atmosferica normale. Alla temperatura di ebollizione, l'evaporazione si verifica contemporaneamente e tumultuosamente in tutta la massa. Per miscele di liquidi, deve essere considerata la temperatura iniziale di ebollizione (senza frazionamenti).
- **Tensione di vapore  $P_v$ :** la tensione di vapore  $P_v$  di una sostanza è la pressione esercitata dal suo vapore saturo. Il valore può essere calcolato con la seguente formula.

$$P_v = P_a \cdot e^{\frac{c_{lv} \cdot M \cdot (T_b - c_2)^2}{R \cdot 0,97 \cdot T_b^2} \left[ \frac{1}{(T_b - c_2)} - \frac{1}{(T - c_2)} \right]} \quad c_2 = -18 + 0,19 \cdot T_b$$

- **Temperatura di accensione  $T_{acc}$ :** la temperatura di accensione di una sostanza, detta anche temperatura di autoaccensione, è la minima temperatura di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate, avviene l'accensione di detta sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore in miscela con l'aria. La temperatura superficiale dei prodotti ATEX non deve pertanto superare la temperatura di accensione delle sostanze infiammabili presenti.  
La temperatura di accensione di una miscela di sostanze infiammabili deve essere riferita alla miscela stessa; tuttavia, in assenza di dati specifici, si può considerare l'80% della temperatura di accensione più bassa tra quelle delle sostanze che la compongono, escludendo a priori le sostanze presenti in piccole quantità, complessivamente inferiori al 5% in volume.
- **Classe di temperatura:** per i prodotti ATEX del gruppo II, le massime temperature superficiali sono suddivise in classi da T1 a T6 secondo i limiti indicati nella tabella 5.5-A della Guida CEI 31-35.

| CLASSE DI TEMPERATURA | MASSIMA TEMPERATURA SUPERFICIALE<br>DEI PRODOTTI ATEX | TEMPERATURA DI ACCENSIONE<br>DELLA SOSTANZA INFIAMMABILE |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| T1                    | 450 °C                                                | > 450 °C                                                 |
| T2                    | 300 °C                                                | > 300 °C                                                 |
| T3                    | 200 °C                                                | > 200 °C                                                 |
| T4                    | 135 °C                                                | > 135 °C                                                 |
| T5                    | 100 °C                                                | > 100 °C                                                 |
| T6                    | 85 °C                                                 | > 85 °C                                                  |

- **Temperatura di emissione  $T_0$ :** la temperatura di emissione  $T_0$  è la temperatura all'interno del sistema di contenimento, nel punto di emissione (sorgente di emissione SE), oppure è la temperatura del liquido quando la SE è costituita da una superficie di liquido infiammabile; essa è espressa in K.  
La temperatura di emissione in diversi punti dell'impianto potrebbe non essere la stessa; pertanto, per evitare errori, essa deve essere attribuita alle singole SE (Guida CEI 31-35, 5.5.16)
- **Pressione di emissione  $P_0$ :** la pressione di emissione  $P_0$  è la pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento, nel punto di emissione (sorgente di emissione SE), essa è espressa in Pa.  
La pressione di emissione in diversi punti dell'impianto potrebbe non essere la stessa; pertanto, per evitare errori, essa deve essere attribuita alle singole SE (Guida CEI 31-35, 5.5.17).
- **Classificazione aree:** Come indicato nell' Allegato XLIX (Atmosfere Esplosive – Ripartizione delle Aree in cui possono formarsi Atmosfere Esplosive), le aree a Rischio di Esplosione per la presenza di Gas, vapori o nebbie

sono ripartite in zone in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive. Esse risultano così classificate.

| ZONA           | DESCRIZIONE                                                                                                                                              |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ZONA 0</b>  | Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva.                                                       |
| <b>ZONA 1</b>  | Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.                                 |
| <b>ZONA 2</b>  | Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata. |
| <b>ZONA NE</b> | Area in cui non è possibile che si formi un'atmosfera esplosiva.                                                                                         |

- **Grado di emissione:** Sono considerati tre gradi di emissione: continuo, primo o secondo, in relazione alla probabilità che essa avvenga e quindi di presenza di atmosfera esplosiva di volume non trascurabile nell'intorno della SE, come illustrato nella seguente tabella.
- **Grado di ventilazione:** Quantità di aria di ventilazione che investe la Sorgente di Emissione in rapporto alla quantità di sostanze infiammabili emesse nell'ambiente. Il rapporto può essere tale da limitare in varia misura la presenza di atmosfera esplosiva e di ridurre o meno il tempo di persistenza della stessa al cessare della emissione.
- **Disponibilità della ventilazione:** La disponibilità della ventilazione ha, ovviamente, influenza sulla presenza o formazione di un'atmosfera esplosiva. La Guida CEI 31-35 considera i seguenti tre livelli di disponibilità: BUONA, ADEGUATA e SCARSA.
- **Zone pericolose in funzione della ventilazione:** La probabilità di formazione di zone pericolose dipende dalle caratteristiche del sistema di ventilazione. Nella tabella seguente (Guida CEI 31-35, tabella B.1) è riportato un sistema di determinazione delle zone pericolose in funzione delle caratteristiche del sistema di ventilazione (grado e disponibilità) e del grado di emissione delle SE.

## 4. GLI AMBIENTI, LE SOSTANZE PERICOLOSE E LE SORGENTI DI EMISSIONE RAPPRESENTATIVE

### 4.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI

Dall'analisi effettuata sui luoghi di lavoro è stato possibile individuare i seguenti ambienti, nei quali possono formarsi atmosfere potenzialmente esplosive:

A. COGENERATORE

B. COGENERATORE – AREA ESTERNA

### 4.2. INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

Le sostanze, scelte in base alle caratteristiche chimico-fisiche e alle condizioni di utilizzo, risultano:

| SOSTANZE RAPPRESENTATIVE SCELTE |                |     |                           |
|---------------------------------|----------------|-----|---------------------------|
| SOSTANZA                        | COMPONENTI     | %   | CARATTERISTICHE           |
| GAS NATURALE                    | • Gas naturale | 100 | Estremamente infiammabile |

### 4.3. CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

#### GAS NATURALE

|                                                          |                  |                       |                      |
|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| Limite inferiore di esplosività in percentuale di volume | LEL <sub>%</sub> | 3,93                  | [-]                  |
| Limite superiore di esplosività in percentuale di volume | UEL <sub>%</sub> | 17,5                  | [-]                  |
| Limite inferiore di esplosività in massa                 | LEL <sub>m</sub> | 2,92·10 <sup>-2</sup> | [kg/m <sup>3</sup> ] |
| Densità relativa alla aria                               | -                | 0,65                  | [-]                  |
| Massa molare                                             | M                | 17,85                 | [kg/kmol]            |
| Temperatura di infiammabilità                            | T <sub>i</sub>   | < 0                   | [°C]                 |
| Temperatura di ebollizione                               | T <sub>b</sub>   | -185                  | [°C]                 |
| Temperatura di autoaccensione                            | T <sub>a</sub>   | 482                   | [°C]                 |
| Massa volumica del liquido                               | P <sub>liq</sub> | 415                   | [kg/m <sup>3</sup> ] |
| Rapporto calori specifici                                | γ                | 1,31                  | [-]                  |
| Calore specifico a temperatura ambiente                  | C <sub>sl</sub>  | 3.454                 | [J/kg·K]             |
| Calore latente di vaporizzazione                         | C <sub>lv</sub>  | 5,1·10 <sup>5</sup>   | [J/kg]               |
| Tensione di vapore (20 °C)                               | P <sub>v</sub>   | -                     | [Pa]                 |
| Coefficiente di diffusione del gas                       | C <sub>gd</sub>  | 0,09                  | [m <sup>2</sup> /h]  |
| Indice di esplosione                                     | K <sub>g</sub>   | 55                    | [bar·m/s]            |
| Gruppo e classe di temperatura                           | -                | IIA T1                | [-]                  |

#### 4.4. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE RAPPRESENTATIVE

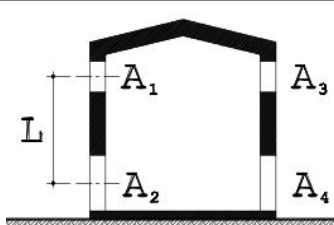
Le sorgenti di emissioni rappresentative individuate – in base al grado, alla tipologia e alle condizioni di emissione – sono riportate nella seguente tabella.

| SORGENTE EMISSIONE<br>RAPPRESENTATIVA |                                              | SOSTANZA INFIAMMABILE<br>RAPPRESENTATIVA |              |       |                        |                         |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|-------|------------------------|-------------------------|
| ID                                    | DESCRIZIONE                                  | GRADO                                    | SOSTANZA     | STATO | T <sub>e</sub><br>[°C] | P <sub>e</sub><br>[bar] |
| <b>A COGENERATORE</b>                 |                                              |                                          |              |       |                        |                         |
| 1                                     | Valvole/Giunti – Rampa gas principale        | Secondo                                  | Gas Naturale | Gas   | 25                     | 0,45                    |
| 2                                     | Valvole/Giunti – Rampa gas precamera         | Secondo                                  | Gas Naturale | Gas   | 25                     | 4,5                     |
| <b>B COGENERATORE – AREA ESTERNA</b>  |                                              |                                          |              |       |                        |                         |
| 1                                     | Valvole/Giunti – Linea di adduzione generale | Secondo                                  | Gas Naturale | Gas   | 25                     | 5,0                     |
| 2                                     | Valvole/Giunti – Linea principale            | Secondo                                  | Gas Naturale | Gas   | 25                     | 0,45                    |
| 3                                     | Valvola automatica – Linea precamera         | Secondo                                  | Gas Naturale | Gas   | 25                     | 4,5                     |

#### 4.5. INDIVIDUAZIONE DELLE ATTIVITÀ NON CONSIDERATE PERICOLOSE

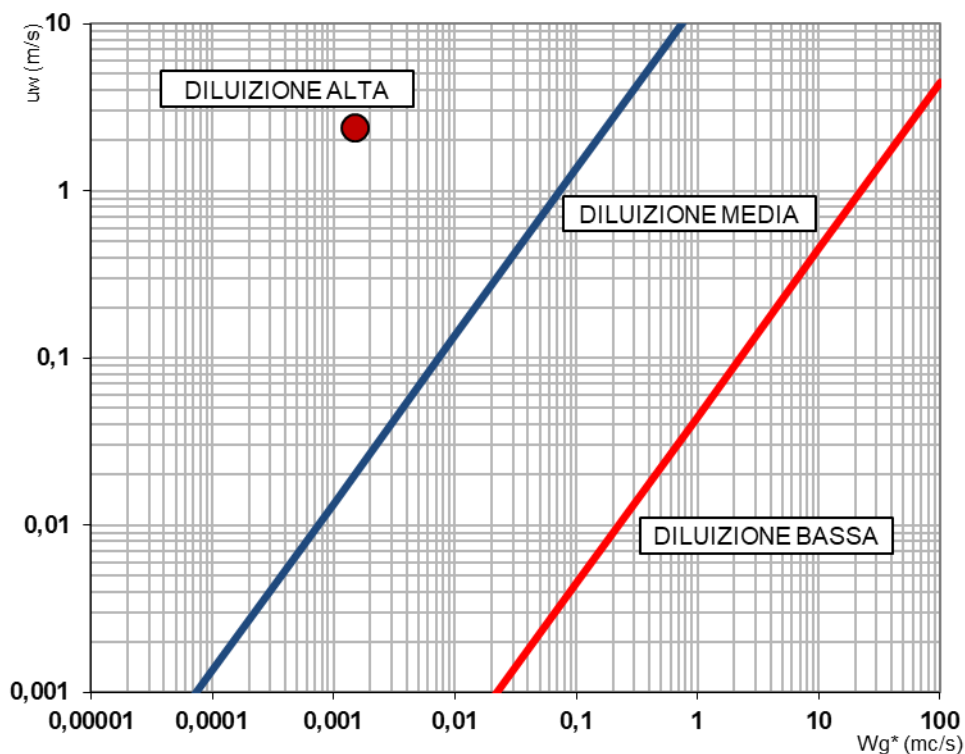
**TUBAZIONI SALDATE:** Le tubazioni delle linee gas saldate non sono considerate sorgenti di emissione e pertanto non risultano pericolose per la formazione di atmosfere potenzialmente esplosive.

## 5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

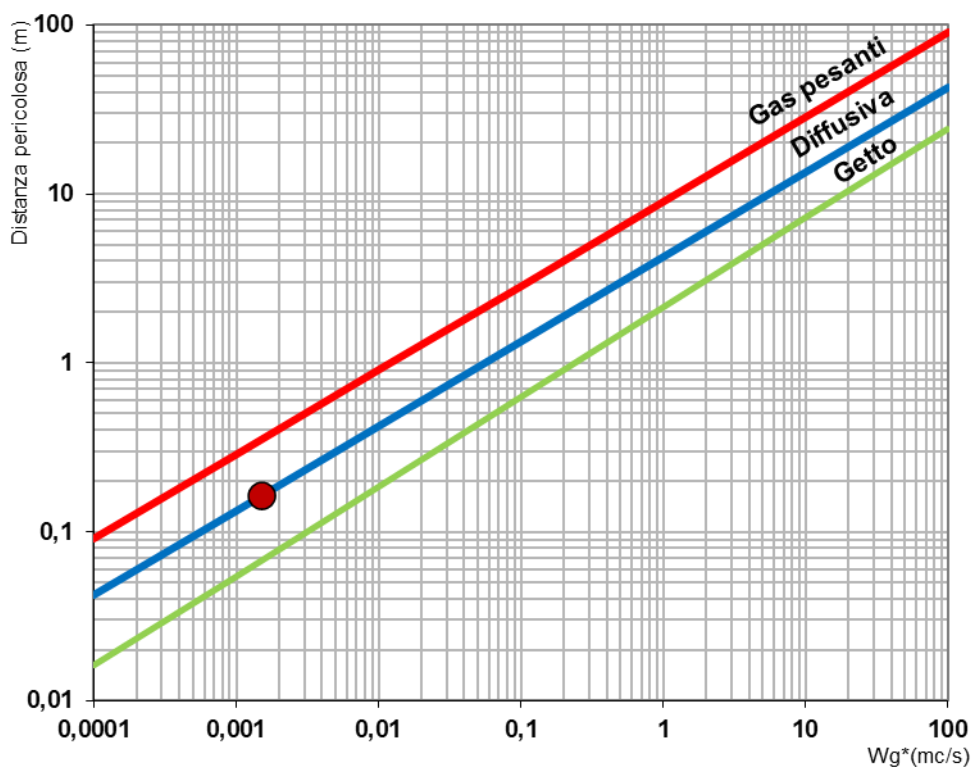
| CONDIZIONI AMBIENTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMBIENTE: <b>A. COGENERATORE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Nel locale sarà installato un cogeneratore da 3.354 kWe alimentato a gas naturale. La linea di adduzione a 5 bar viene si divide in una linea a 0,45 bar di alimentazione del motore e una a 4,5 bar per le precamere.</p> <p>Il locale sarà dotato di aperture di ventilazione pari a 2,1 m<sup>2</sup> ed una ventilazione forzata con 4 ventilatori aventi una portata complessiva massima di 150.000 m<sup>3</sup>/h e disponibilità buona.</p> <p>Il locale sarà dotato di un sistema di controllo dell'esplosibilità che in caso di superamento del 15% del LEL azionerà la ventilazione al 100% ed intercetterà il gas all'esterno del locale. Nel caso di superamento del 25% sarà interrotta l'alimentazione elettrica del locale.</p> |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| SUPERFICIE: <b>65 m<sup>2</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ALTEZZA MEDIA: <b>4,0 m</b>               | VOLUME: <b>250 m<sup>3</sup></b>                                                                                                                                                                                                                               | TIPOLOGIA: <b>CHIUSO</b>                                                                                                                                                                                                         |
| PARETI PERIMETRALI:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           | COPERTURA:                                                                                                                                                                                                                                                     | PAVIMENTAZIONE:                                                                                                                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/> Muratura o blocchi REI<br><input type="checkbox"/> Pannelli prefabbricati in c.a.<br><input checked="" type="checkbox"/> Pannelli sandwich insonorizzati<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input type="checkbox"/> Altro: ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           | <input type="checkbox"/> Latero cemento<br><input type="checkbox"/> Pannelli prefabbricati in c.a.<br><input checked="" type="checkbox"/> Pannelli sandwich insonorizzati<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input type="checkbox"/> Altro: ... | <input type="checkbox"/> Battuto di cemento<br><input type="checkbox"/> Mattonelle ceramiche<br><input type="checkbox"/> Asfalto<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input checked="" type="checkbox"/> Altro: ... |
| VENTILAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| VENTILAZIONE NATURALE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | A <sub>1</sub> : -                        | A <sub>3</sub> : -                                                                                                                                                                                                                                             | SCHERMATURA: <b>NON SCHERMATO</b>                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | A <sub>2</sub> : <b>2,1 m<sup>2</sup></b> | A <sub>4</sub> : -                                                                                                                                                                                                                                             | U <sub>we</sub> : <b>0,5 m/s</b>                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | L: <b>2,0 m</b>                           |                                                                                                                                                                                                                                                                | H <sub>we</sub> : <b>2,0 m</b>                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ΔC <sub>p</sub> : -                       |                                                                                                                                                                                                                                                                | ΔT: -                                                                                                                                                                                                                            |
| PORTATA D'ARIA PER EFFETTO DELLA SPINTA DEL VENTO (Q <sub>aw</sub> ): <b>2,63·10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/s</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| PORTATA D'ARIA PER EFFETTO CAMINO (Q <sub>at</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| PORTATA D'ARIA PER INFILTRAZIONI NATURALI (Q <sub>ai</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| VENTILAZIONE ARTIFICIALE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| PORTATA D'ARIA PER VENTILAZIONE ARTIFICIALE (Q <sub>aa</sub> ): <b>41,7 m<sup>3</sup>/s</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| DISPONIBILITA' DELLA VENTILAZIONE ARTIFICIALE: <b>BUONA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Interblocco impianti di processo <input type="checkbox"/> Alimentazione da gruppo elettrogeno/continuità <input checked="" type="checkbox"/> Allarme in caso di guasto in luogo presidiato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |
| VENTILAZIONE TOTALE: <b>41,7 m<sup>3</sup>/s</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                  |

| VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE                      |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| AMBIENTE: <b>A. COGENERATORE</b>                           |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| S.E.: <b>ID. 1 – VALVOLE/GIUNTI – RAMPA GAS PRINCIPALE</b> |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       | SOSTANZA: <b>GAS NATURALE</b>                                                                                               |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       | STATO: <b>GAS MONOFASE</b>                                                                                                  |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       | PRESSIONE RELATIVA: <b>0,45 bar</b>                                                                                         |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       | AREA EMISSIONE: <b>0,25 mm<sup>2</sup></b>                                                                                  |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       | TEMPERATURA SOSTANZA: <b>25 °C</b>                                                                                          |                                                              |                                                                                                                             |          |
| $U_w$ : <b>2,35 m/s</b>                                    | $W_g^*$ : <b><math>1,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}</math></b> | $X_b$ : <b><math>0,001 &lt; X_{crit}</math></b>                                                                             | EMISSIONE DIFFUSIVA                                          |                                                                                                                             |          |
| GRADO DI EMISSIONE: <b>SECONDO</b>                         |                                                                       | <b>ZONA 2 NE</b>                                                                                                            | <b>ZONA PERICOLOSA<br/>DI ESTENSIONE<br/>TRASCURABILE</b>    | $a_j$ : -                                                                                                                   |          |
| GRADO DI DILUIZIONE: <b>ALTO</b>                           |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              | $a_d$ : <b>0,16 m</b>                                                                                                       |          |
| DISPONIBILITA' VENTILAZIONE: <b>BUONA</b>                  |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| SISTEMA DI CONTROLLO: <input checked="" type="checkbox"/>  |                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Allarme in luogo presidiato<br><input type="checkbox"/> Attivazione ventilazione suppl. |                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> Disatt. immediata SE<br><input checked="" type="checkbox"/> Disatt. sorgenti accensione |          |
| DISPONIBILITA': <b>BUONA</b>                               |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              | <b>ZONA 2 NE</b>                                                                                                            |          |
| INERTIZZAZIONE: <input type="checkbox"/> DISPONIBILITA': - |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| <b>FATTORE DI PERICOLO "P"</b>                             | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                                                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                                                                                                    | <b>0</b> |
| Zona                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                                                                                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                           |          |
| <b>FATTORE DI CONTATTO "C"</b>                             | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                                                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                                                                                                    | <b>1</b> |
| Superfici calde                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Fiamme e gas caldi                                         | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Scintille origine meccanica                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Materiale elettrico                                        | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Elettricit  statica                                        | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Fulmine                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Altre sorgenti                                             | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| <b>FATTORE DI DANNO "D"</b>                                | <b>0</b>                                                              | <b>0,2</b>                                                                                                                  | <b>0,4</b>                                                   | <b>0,6</b>                                                                                                                  | <b>1</b> |
| Zona                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                                                                                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                           |          |
| $K_g$ sostanza                                             | <input type="checkbox"/> ( $K_g < 10$ )                               | <input type="checkbox"/> ( $K_g 10 \div 50$ )                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> ( $K_g 51 \div 100$ )    | <input type="checkbox"/> ( $K_g > 100$ )                                                                                    |          |
| Presenza lavoratori                                        | <input type="checkbox"/> (Nessuna)                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Occasionale)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Saltuaria)                         | <input type="checkbox"/> (Continua)                                                                                         |          |
| Distanza dai lavoratori ( $P_m$ )                          | <input checked="" type="checkbox"/> ( $P_m > 10 \cdot a$ )            | <input type="checkbox"/> ( $3 \cdot a < P_m < 10 \cdot a$ )                                                                 | <input type="checkbox"/> ( $1,5 \cdot a < P_m < 3 \cdot a$ ) | <input type="checkbox"/> ( $P_m < 1,5 \cdot a$ )                                                                            |          |
| Confinamento nube                                          | <input type="checkbox"/> (-)                                          | <input type="checkbox"/> (Non confinata)                                                                                    | <input type="checkbox"/> (Parz. confin.)                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Compl. conf.)                                                                          |          |
| <b>RISCHIO DI ESPLOSIONE "R"</b>                           | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b>                                           |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             | <b>0</b> |

## VALUTAZIONE DEL GRADO DI DILUIZIONE

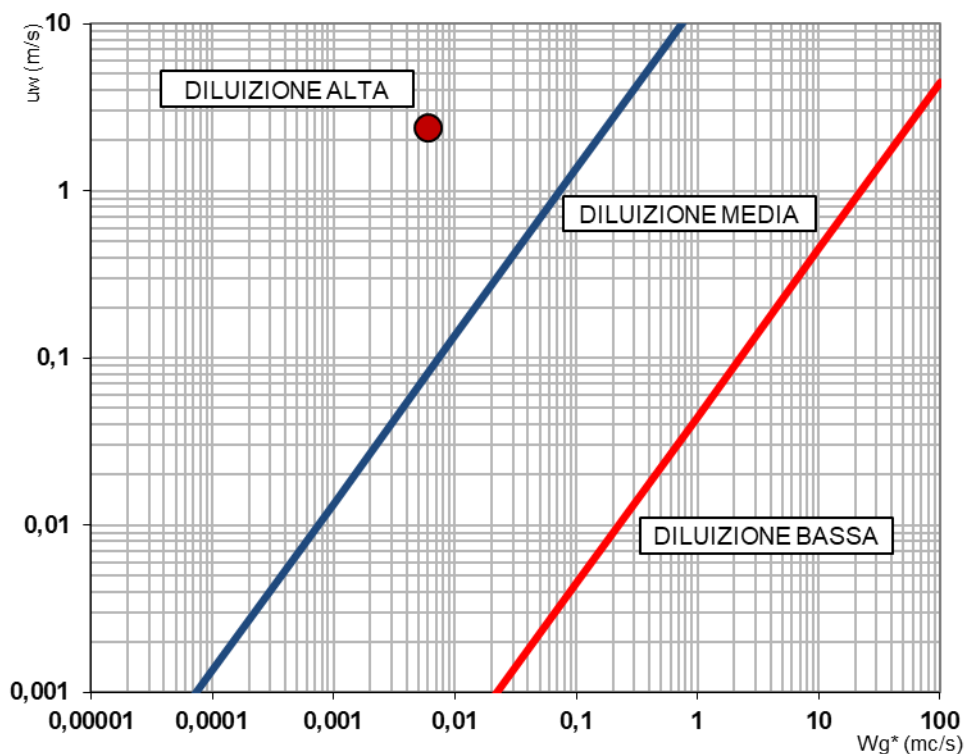


## STIMA DELLE DISTANZE PERICOLOSE

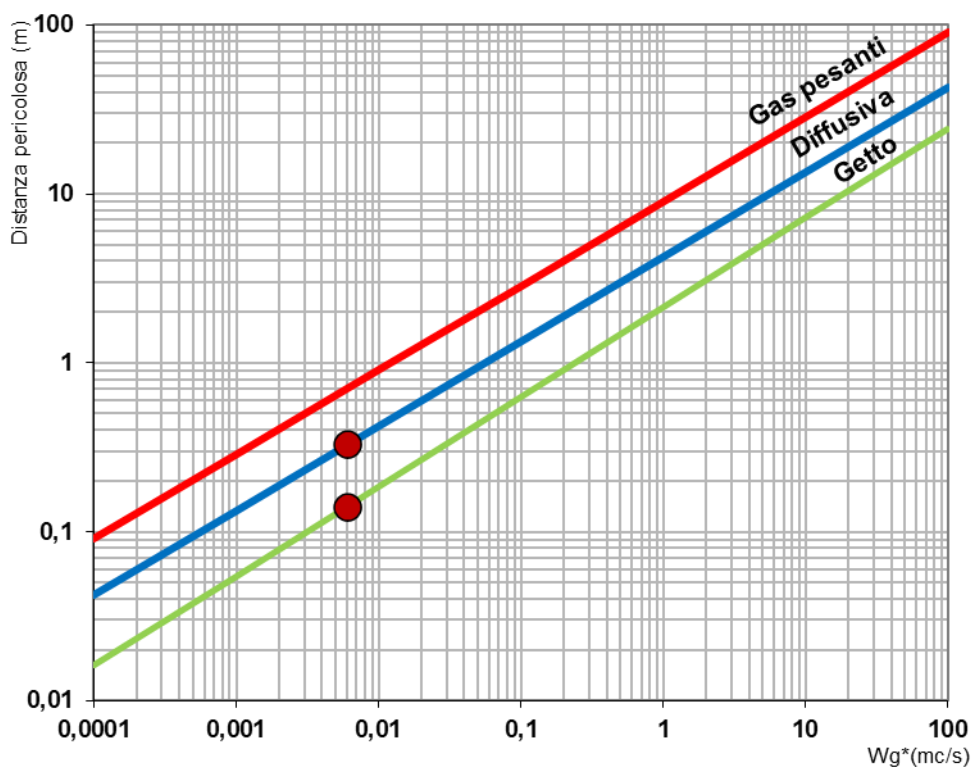


| VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE                      |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| AMBIENTE: <b>A. COGENERATORE</b>                           |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| S.E.: <b>ID. 2 – VALVOLE/GIUNTI – RAMPA GAS PRECAMERE</b>  |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       |                                                                                                                             | SOSTANZA: <b>GAS NATURALE</b>                                |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       |                                                                                                                             | STATO: <b>GAS MONOFASE</b>                                   |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       |                                                                                                                             | PRESSIONE RELATIVA: <b>4,5 bar</b>                           |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       |                                                                                                                             | AREA EMISSIONE: <b>0,25 mm²</b>                              |                                                                                                                             |          |
|                                                            |                                                                       |                                                                                                                             | TEMPERATURA SOSTANZA: <b>25 °C</b>                           |                                                                                                                             |          |
| $U_w$ : <b>2,35 m/s</b>                                    | $W_g^*$ : <b><math>6,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}</math></b> | $X_b$ : <b><math>0,001 &lt; X_{crit}</math></b>                                                                             | EMISSIONE A GETTO + DIFFUSIVA                                |                                                                                                                             |          |
| GRADO DI EMISSIONE: <b>SECONDO</b>                         |                                                                       | <b>ZONA 2 NE</b>                                                                                                            | <b>ZONA PERICOLOSA DI ESTENSIONE TRASCURABILE</b>            | $a_j$ : <b>0,14 m</b>                                                                                                       |          |
| GRADO DI DILUIZIONE: <b>ALTO</b>                           |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              | $a_d$ : <b>0,33 m</b>                                                                                                       |          |
| DISPONIBILITA' VENTILAZIONE: <b>BUONA</b>                  |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| SISTEMA DI CONTROLLO: <input checked="" type="checkbox"/>  |                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Allarme in luogo presidiato<br><input type="checkbox"/> Attivazione ventilazione suppl. |                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> Disatt. immediata SE<br><input checked="" type="checkbox"/> Disatt. sorgenti accensione |          |
| DISPONIBILITA': <b>BUONA</b>                               |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              | <b>ZONA 2 NE</b>                                                                                                            |          |
| INERTIZZAZIONE: <input type="checkbox"/> DISPONIBILITA': - |                                                                       |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             |          |
| <b>FATTORE DI PERICOLO "P"</b>                             | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                                                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                                                                                                    | <b>0</b> |
| Zona                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                                                                                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                           |          |
| <b>FATTORE DI CONTATTO "C"</b>                             | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                                                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                                                                                                    | <b>1</b> |
| Superfici calde                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Fiamme e gas caldi                                         | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Scintille origine meccanica                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Materiale elettrico                                        | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Elettricità statica                                        | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Fulmine                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| Altre sorgenti                                             | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                                                                                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                      |          |
| <b>FATTORE DI DANNO "D"</b>                                | <b>0</b>                                                              | <b>0,2</b>                                                                                                                  | <b>0,4</b>                                                   | <b>0,6</b>                                                                                                                  | <b>1</b> |
| Zona                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                                                                                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                           |          |
| $K_g$ sostanza                                             | <input type="checkbox"/> ( $K_g < 10$ )                               | <input type="checkbox"/> ( $K_g 10 \div 50$ )                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> ( $K_g 51 \div 100$ )    | <input type="checkbox"/> ( $K_g > 100$ )                                                                                    |          |
| Presenza lavoratori                                        | <input type="checkbox"/> (Nessuna)                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Occasionale)                                                                           | <input type="checkbox"/> (Saltuaria)                         | <input type="checkbox"/> (Continua)                                                                                         |          |
| Distanza dai lavoratori ( $P_m$ )                          | <input checked="" type="checkbox"/> ( $P_m > 10 \cdot a$ )            | <input type="checkbox"/> ( $3 \cdot a < P_m < 10 \cdot a$ )                                                                 | <input type="checkbox"/> ( $1,5 \cdot a < P_m < 3 \cdot a$ ) | <input type="checkbox"/> ( $P_m < 1,5 \cdot a$ )                                                                            |          |
| Confinamento nube                                          | <input type="checkbox"/> (-)                                          | <input type="checkbox"/> (Non confinata)                                                                                    | <input type="checkbox"/> (Parz. confin.)                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Compl. conf.)                                                                          |          |
| <b>RISCHIO DI ESPLOSIONE "R"</b>                           | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b>                                           |                                                                                                                             |                                                              |                                                                                                                             | <b>0</b> |

## VALUTAZIONE DEL GRADO DI DILUIZIONE



## STIMA DELLE DISTANZE PERICOLOSE



## PREVENZIONE E PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI

AMBIENTE: **A. COGENERATORE**

S.E.: **ID. 1-2 – VALVOLE/GIUNTI – RAMPE GAS**

### MISURE DI PREVENZIONE PRIMARIA

|                                           |                                                 |                                          |                                                       |         |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| <i>Sostituzione sostanze pericolose</i>   | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Riduzione sorgente di emissione</i>    | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile)            | Nota 1. |
| <i>Inertizzazione</i>                     | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Aumento della ventilazione</i>         | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile)            | Nota 2. |
| <i>Limitazione della concentrazione</i>   | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Sistemi di controllo esplodibilità</i> | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile)            | Nota 3. |

### MISURE DI PREVENZIONE SECONDARIA

|                                    |                                                 |                                          |                                            |                                             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Superfici calde</i>             | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Nota 4.                                     |
| <i>Fiamme e gas caldi</i>          | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non previste.                               |
| <i>Scintille origine meccanica</i> | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non previste.                               |
| <i>Materiale elettrico</i>         | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Nota 5.                                     |
| <i>Elettricità statica</i>         | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non prevista.                               |
| <i>Fulmine</i>                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | L'area è protetta dal rischio fulminazione. |
| <i>Altre sorgenti</i>              | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non sono presenti altre sorgenti efficaci.  |

### MISURE DI PROTEZIONE

|                                 |                                      |                                          |                                                       |  |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|
| <i>Progettazione resistente</i> | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Membrana a rottura</i>       | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Porta antiscoppio</i>        | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Soppressione esplosione</i>  | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Barriera estinguente</i>     | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Deviatore di esplosione</i>  | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Valvola ad azione rapida</i> | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |

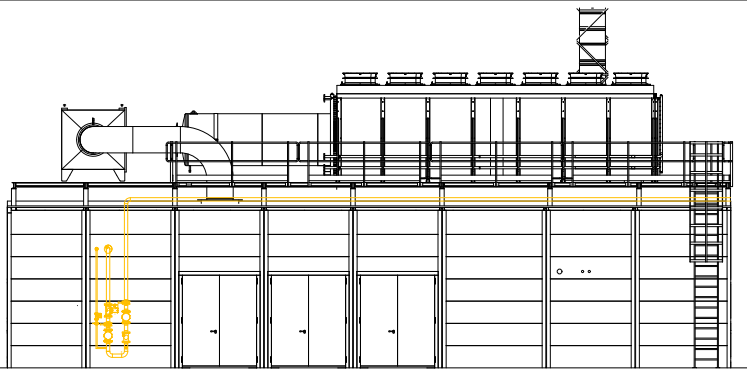
### MISURE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE DI PREVENZIONE PREVISTE

- Sarà effettuata un'opportuna formazione degli addetti, ivi comprese eventuali figure esterne.
- Sarà prestata massima attenzione alle manutenzioni ordinarie e straordinarie, in modo particolare nel caso sia necessario utilizzare fiamme libere.

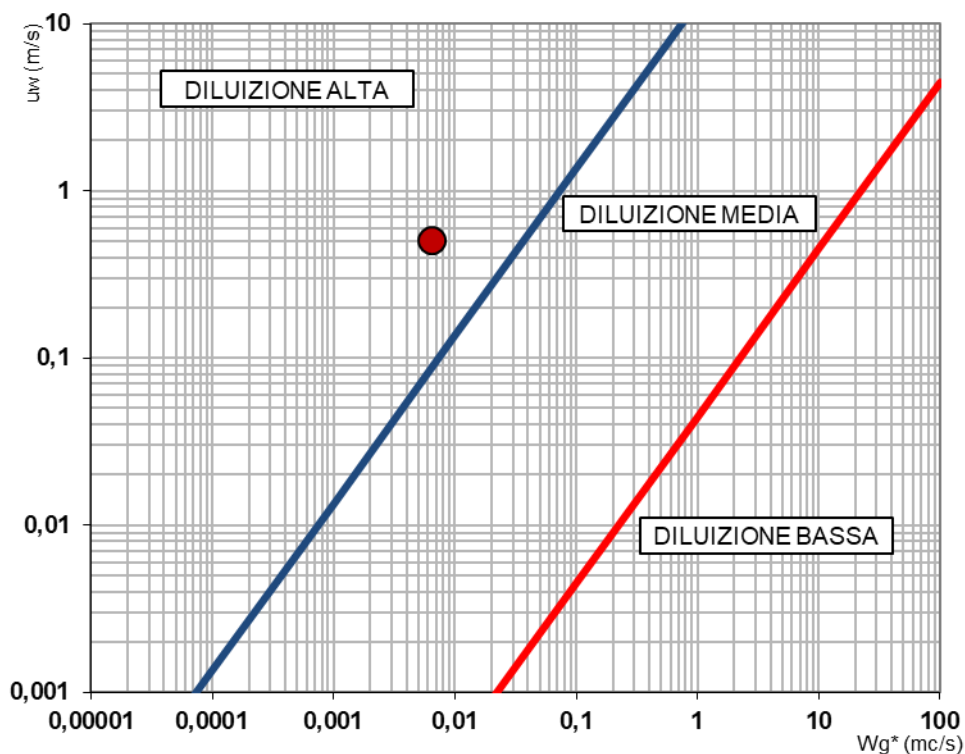
### NOTE

1. Le guarnizioni utilizzate e la manutenzione programmata ridurranno al minimo tecnicamente possibile le sorgenti di emissione presenti.
2. Il ricambio d'aria del locale avverrà da un sistema di ventilazione forzata avente portata complessiva di 150.000 m<sup>3</sup>/h e disponibilità buona.
3. Il locale sarà dotato di un sistema di controllo dell'esplodibilità che in caso di superamento del 15% del LEL azionerà la ventilazione al 100% ed intercetterà il gas all'esterno del locale. Nel caso di superamento del 25% del LEL sarà interrotta l'alimentazione elettrica del locale.
4. Non saranno previste temperature superiori ai 400 °C.
5. Il materiale elettrico all'interno del locale sarà di tipo ordinario (non ATEX).

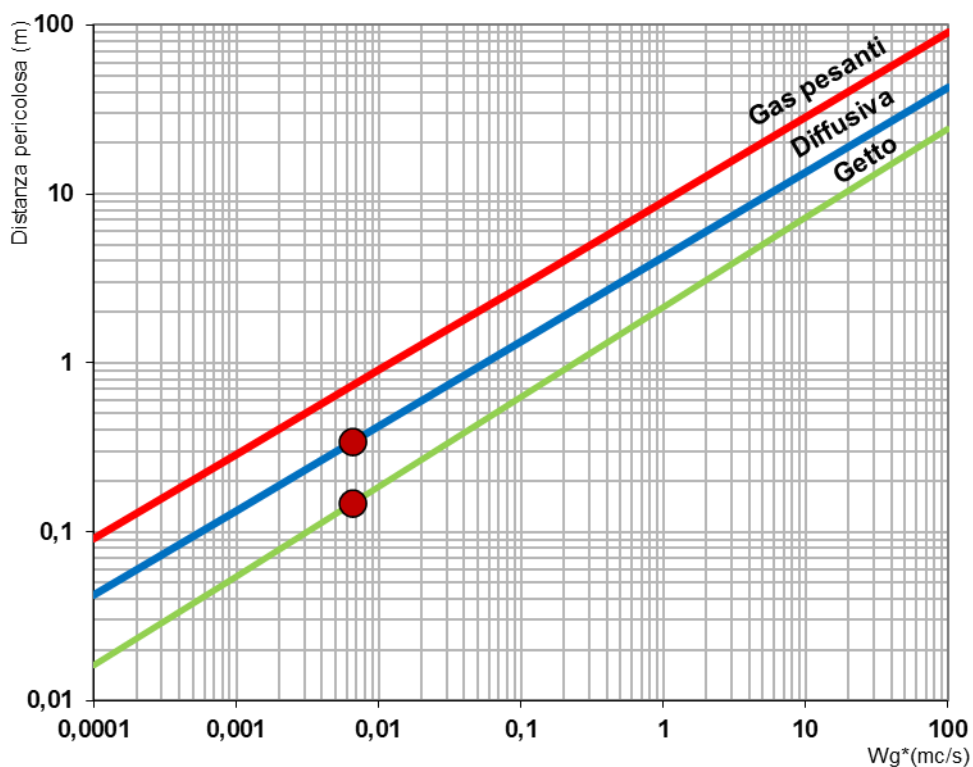
| <b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>AMBIENTE: B. COGENERATORE – AREA ESTERNA</b>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| <p>All'esterno del locale sarà installata una linea di adduzione a 5 bar che si dividerà in una a 0,45 bar di alimentazione del motore e una a 4,5 bar per le precamere.</p> <p>Sulle linee saranno installate valvole di intercettazione manuale ed automatiche.</p>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| SUPERFICIE: -                                                                                                                                                                                                                                                                             | ALTEZZA MEDIA: -                                                                                                                                                                                                                                                         | VOLUME: -                                                                                                                                                                                                                                       | TIPOLOGIA: <b>APERTO</b>         |
| <b>PARETI PERIMETRALI:</b><br><input type="checkbox"/> Muratura o blocchi REI<br><input type="checkbox"/> Pannelli prefabbricati in c.a.<br><input type="checkbox"/> Pannelli sandwich insonorizzati<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input type="checkbox"/> Altro: ... | <b>COPERTURA:</b><br><input type="checkbox"/> Latero cemento<br><input type="checkbox"/> Pannelli prefabbricati in c.a.<br><input type="checkbox"/> Pannelli sandwich insonorizzati<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input type="checkbox"/> Altro: ... | <b>PAVIMENTAZIONE:</b><br><input type="checkbox"/> Battuto di cemento<br><input type="checkbox"/> Mattonelle ceramiche<br><input type="checkbox"/> Asfalto<br><input type="checkbox"/> Lamiera metallica<br><input type="checkbox"/> Altro: ... |                                  |
| <b>VENTILAZIONE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| <b>VENTILAZIONE NATURALE</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           | A <sub>1</sub> : -                                                                                                                                                                                                                                                       | A <sub>3</sub> : -                                                                                                                                                                                                                              | SCHERMATURA: -                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           | A <sub>2</sub> : -                                                                                                                                                                                                                                                       | A <sub>4</sub> : -                                                                                                                                                                                                                              | U <sub>we</sub> : <b>0,5 m/s</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           | L: -                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | H <sub>we</sub> : <b>1,0 m</b>   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ΔC <sub>p</sub> : -                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 | ΔT: -                            |
| PORTATA D'ARIA PER EFFETTO DELLA SPINTA DEL VENTO (Q <sub>aw</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| PORTATA D'ARIA PER EFFETTO CAMINO (Q <sub>at</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| PORTATA D'ARIA PER INFILTRAZIONI NATURALI (Q <sub>ai</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| <b>VENTILAZIONE ARTIFICIALE</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| PORTATA D'ARIA PER VENTILAZIONE ARTIFICIALE (Q <sub>aa</sub> ): -                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| DISPONIBILITA' DELLA VENTILAZIONE ARTIFICIALE: -                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| <input type="checkbox"/> Interblocco impianti di processo <input type="checkbox"/> Alimentazione da gruppo elettrogeno/continuità <input type="checkbox"/> Allarme in caso di guasto in luogo presidiato                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| <b>VENTILAZIONE TOTALE: -</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |

| VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| AMBIENTE: <b>B. COGENERATORE - AREA ESTERNA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   |                       |
| S.E.: <b>ID. 1 – VALVOLE/GIUNTI – LINEA DI ADDUZIONE GENERALE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                                                        | SOSTANZA: <b>GAS NATURALE</b>                               |                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                                                        | STATO: <b>GAS MONOFASE</b>                                  |                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                                                        | PRESSIONE RELATIVA: <b>5,0 bar</b>                          |                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                                                        | AREA EMISSIONE: <b>0,25 mm<sup>2</sup></b>                  |                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                                                        | TEMPERATURA SOSTANZA: <b>25 °C</b>                          |                                                   |                       |
| $U_w$ : <b>0,5 m/s</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $W_g^*$ : <b><math>6,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}</math></b> | $X_b$ : -                                              | EMISSIONE A GETTO + DIFFUSIVA                               |                                                   |                       |
| GRADO DI EMISSIONE: <b>SECONDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ZONA 2 NE</b>                                                      |                                                        | <b>ZONA PERICOLOSA DI ESTENSIONE TRASCURABILE</b>           |                                                   | $a_j$ : <b>0,15 m</b> |
| GRADO DI DILUIZIONE: <b>ALTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   | $a_d$ : <b>0,35 m</b> |
| DISPONIBILITA' VENTILAZIONE: <b>BUONA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   |                       |
| <b>SISTEMA DI CONTROLLO:</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Allarme in luogo presidiato</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Disatt. immediata SE</i><br><b>DISPONIBILITA':</b> <b>BUONA</b> <input type="checkbox"/> <i>Attivazione ventilazione suppl.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Disatt. sorgenti accensione</i> |                                                                       | <b>ZONA 2 NE</b>                                       |                                                             |                                                   |                       |
| <b>INERTIZZAZIONE:</b> <input type="checkbox"/> <b>DISPONIBILITA':</b> -                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                                                        |                                                             |                                                   |                       |
| <b>FATTORE DI PERICOLO "P"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                               | <b>2</b>                                                    | <b>3</b>                                          | <b>0</b>              |
| <i>Zona</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                      | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                 |                       |
| <b>FATTORE DI CONTATTO "C"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                               | <b>2</b>                                                    | <b>3</b>                                          | <b>1</b>              |
| <i>Superfici calde</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                 | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Fiamme e gas caldi</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                 | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Scintille origine meccanica</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                 | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Materiale elettrico</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Elettricit  statica</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Fulmine</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <i>Altre sorgenti</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                 | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)            |                       |
| <b>FATTORE DI DANNO "D"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>0</b>                                                              | <b>0,2</b>                                             | <b>0,4</b>                                                  | <b>0,6</b>                                        | <b>1</b>              |
| <i>Zona</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                      | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                 |                       |
| <i>K<sub>g</sub> sostanza</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> < 10)                        | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> 10÷50)        | <input checked="" type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> 51÷100) | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> > 100)   |                       |
| <i>Presenza lavoratori</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (Nessuna)                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Occasionale)      | <input type="checkbox"/> (Saltuaria)                        | <input type="checkbox"/> (Continua)               |                       |
| <i>Distanza dai lavoratori (P<sub>m</sub>)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> (P <sub>m</sub> > 10·a)           | <input type="checkbox"/> (3·a < P <sub>m</sub> < 10·a) | <input type="checkbox"/> (1,5·a < P <sub>m</sub> < 3·a)     | <input type="checkbox"/> (P <sub>m</sub> < 1,5·a) |                       |
| <i>Confinamento nube</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> (-)                                          | <input checked="" type="checkbox"/> (Non confinata)    | <input type="checkbox"/> (Parz. confin.)                    | <input type="checkbox"/> (Compl. conf.)           |                       |
| <b>RISCHIO DI ESPLOSIONE "R"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b>                                           |                                                        |                                                             |                                                   | <b>0</b>              |

## VALUTAZIONE DEL GRADO DI DILUIZIONE

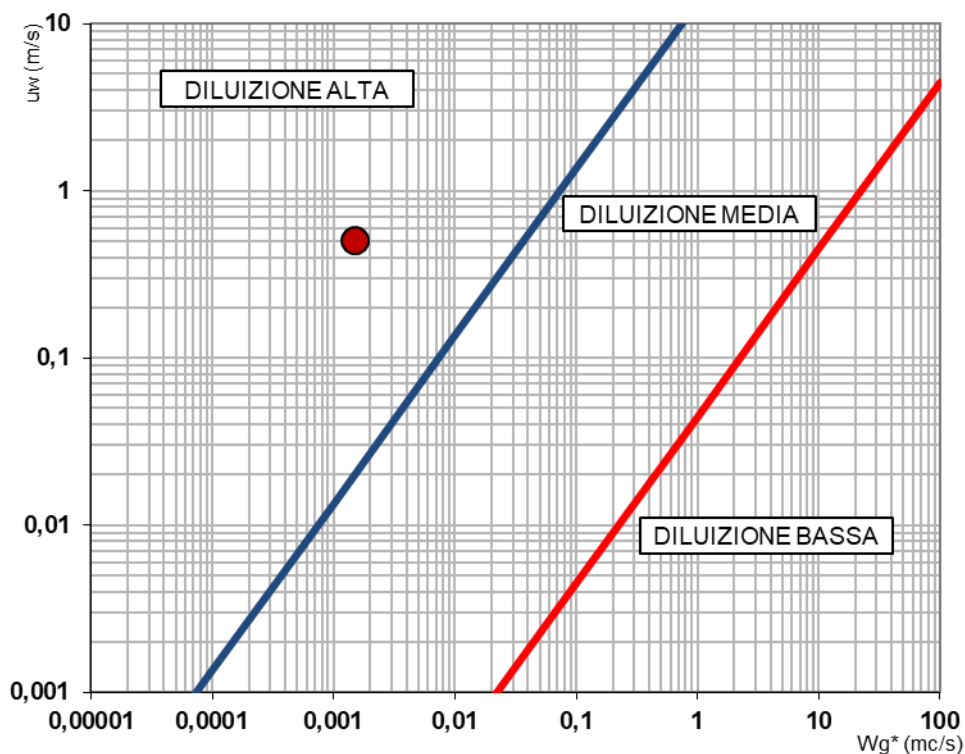


## STIMA DELLE DISTANZE PERICOLOSE

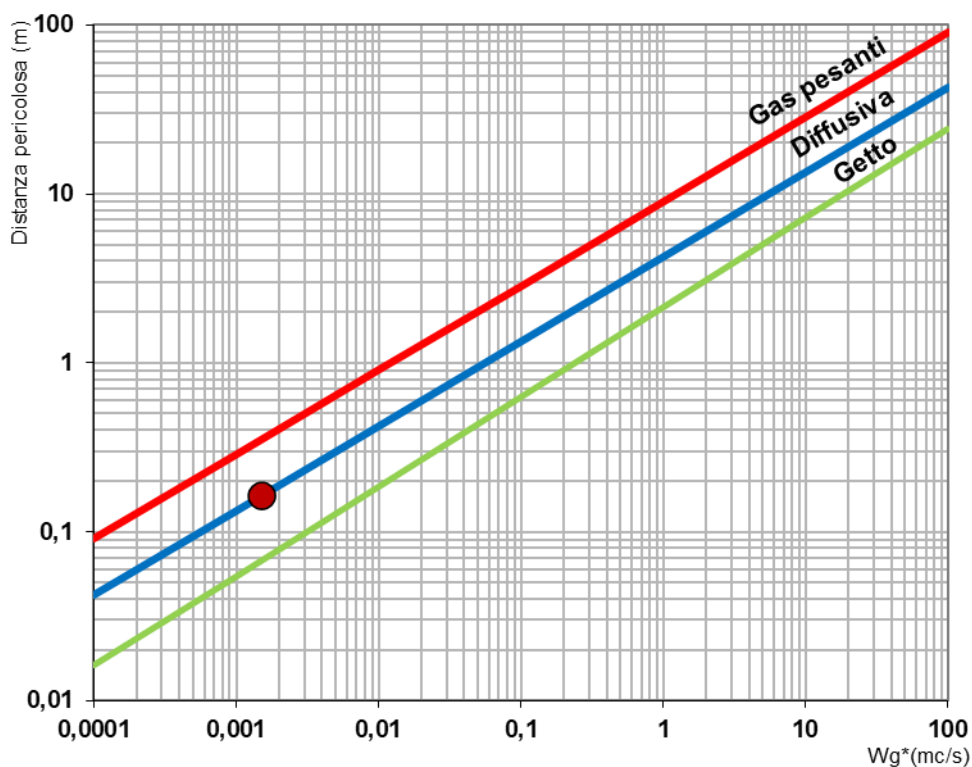


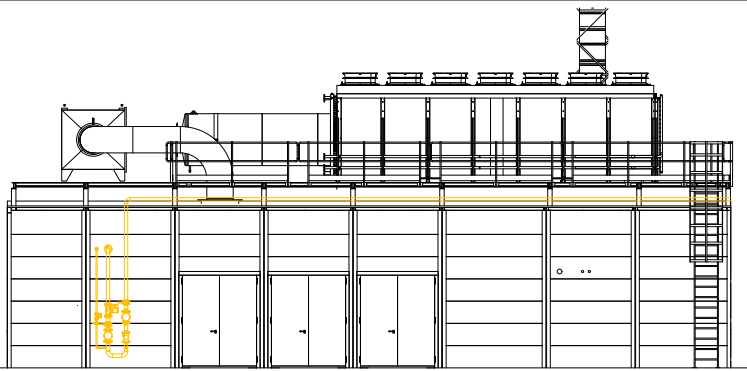
| VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
| AMBIENTE: <b>B. COGENERATORE - AREA ESTERNA</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
| S.E.: <b>ID. 2 – VALVOLE/GIUNTI – LINEA PRINCIPALE</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             | SOSTANZA: <b>GAS NATURALE</b>                                |                                                  |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             | STATO: <b>GAS MONOFASE</b>                                   |                                                  |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             | PRESSIONE RELATIVA: <b>0,45 bar</b>                          |                                                  |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             | AREA EMISSIONE: <b>0,25 mm²</b>                              |                                                  |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                             | TEMPERATURA SOSTANZA: <b>25 °C</b>                           |                                                  |                       |
| $U_w$ : <b>0,5 m/s</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             | $W_g^*$ : <b><math>1,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}</math></b> | $X_b$ : -                                                   | EMISSIONE A GETTO + DIFFUSIVA                                |                                                  |                       |
| GRADO DI EMISSIONE: <b>SECONDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       | <b>ZONA 2 NE</b>                                            | <b>ZONA PERICOLOSA DI ESTENSIONE TRASCURABILE</b>            |                                                  | $a_j$ : <b>0,14 m</b> |
| GRADO DI DILUIZIONE: <b>ALTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  | $a_d$ : <b>0,33 m</b> |
| DISPONIBILITA' VENTILAZIONE: <b>BUONA</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
| <b>SISTEMA DI CONTROLLO:</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Allarme in luogo presidiato <input type="checkbox"/> Disatt. immediata SE<br><b>DISPONIBILITA':</b> - <input type="checkbox"/> Attivazione ventilazione suppl. <input type="checkbox"/> Disatt. sorgenti accensione |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
| <b>INERTIZZAZIONE:</b> <input type="checkbox"/> <b>DISPONIBILITA':</b> -                                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |                                                             |                                                              |                                                  |                       |
| <b>FATTORE DI PERICOLO "P"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                         | <b>0</b>              |
| Zona                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                |                       |
| <b>FATTORE DI CONTATTO "C"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>0</b>                                                              | <b>1</b>                                                    | <b>2</b>                                                     | <b>3</b>                                         | <b>1</b>              |
| Superfici calde                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Fiamme e gas caldi                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Scintille origine meccanica                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Materiale elettrico                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Elettricità statica                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Fulmine                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)           | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| Altre sorgenti                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)                     | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                      | <input type="checkbox"/> (Probabile)                         | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)           |                       |
| <b>FATTORE DI DANNO "D"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0</b>                                                              | <b>0,2</b>                                                  | <b>0,4</b>                                                   | <b>0,6</b>                                       | <b>1</b>              |
| Zona                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)                         | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                            | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                |                       |
| $K_g$ sostanza                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> ( $K_g < 10$ )                               | <input type="checkbox"/> ( $K_g 10 \div 50$ )               | <input checked="" type="checkbox"/> ( $K_g 51 \div 100$ )    | <input type="checkbox"/> ( $K_g > 100$ )         |                       |
| Presenza lavoratori                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Nessuna)                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Occasionale)           | <input type="checkbox"/> (Saltuaria)                         | <input type="checkbox"/> (Continua)              |                       |
| Distanza dai lavoratori ( $P_m$ )                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> ( $P_m > 10 \cdot a$ )            | <input type="checkbox"/> ( $3 \cdot a < P_m < 10 \cdot a$ ) | <input type="checkbox"/> ( $1,5 \cdot a < P_m < 3 \cdot a$ ) | <input type="checkbox"/> ( $P_m < 1,5 \cdot a$ ) |                       |
| Confinamento nube                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> (-)                                          | <input checked="" type="checkbox"/> (Non confinata)         | <input type="checkbox"/> (Parz. confin.)                     | <input type="checkbox"/> (Compl. conf.)          |                       |
| <b>RISCHIO DI ESPLOSIONE "R"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b>                                           |                                                             |                                                              |                                                  | <b>0</b>              |

## VALUTAZIONE DEL GRADO DI DILUIZIONE

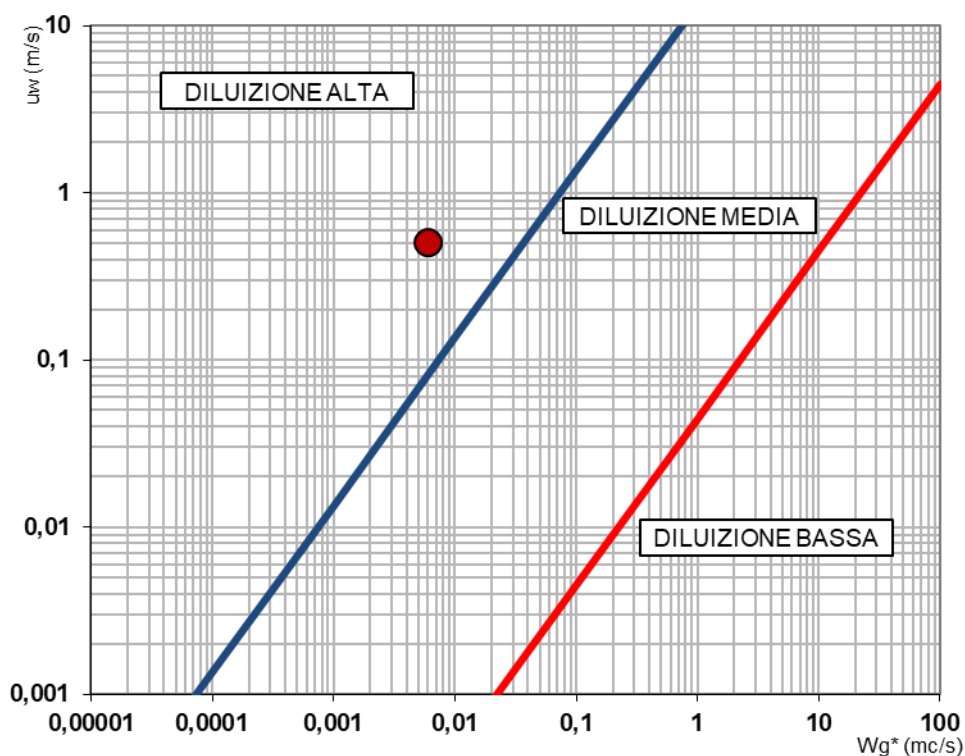


## STIMA DELLE DISTANZE PERICOLOSE

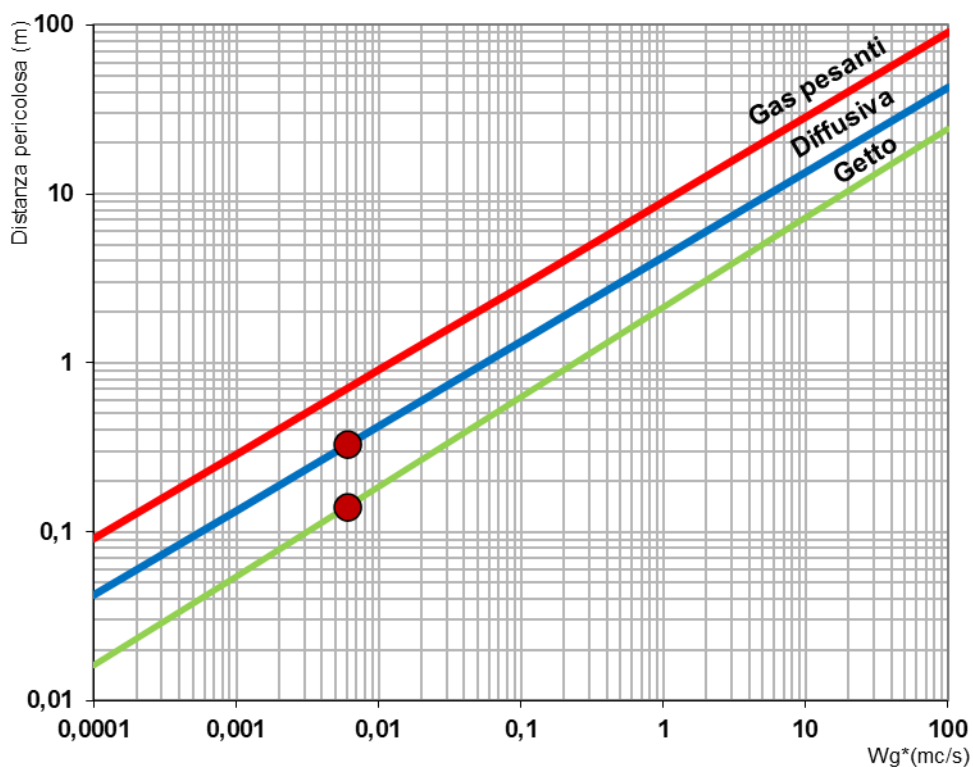


| VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE                                                                                                                                              |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| AMBIENTE: <b>B. COGENERATORE - AREA ESTERNA</b>                                                                                                                                    |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| S.E.: <b>ID. 3 – VALVOLE/GIUNTI – LINEA PRECAMERE</b>                                                                                                                              |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
|                                                                                                   |                                                             |                                                               | SOSTANZA: <b>GAS NATURALE</b>                               |                                                                                                                       |          |
|                                                                                                                                                                                    |                                                             |                                                               | STATO: <b>GAS MONOFASE</b>                                  |                                                                                                                       |          |
|                                                                                                                                                                                    |                                                             |                                                               | PRESSIONE RELATIVA: <b>4,5 bar</b>                          |                                                                                                                       |          |
|                                                                                                                                                                                    |                                                             |                                                               | AREA EMISSIONE: <b>0,25 mm<sup>2</sup></b>                  |                                                                                                                       |          |
|                                                                                                                                                                                    |                                                             |                                                               | TEMPERATURA SOSTANZA: <b>25 °C</b>                          |                                                                                                                       |          |
| U <sub>w</sub> : <b>0,5 m/s</b>                                                                                                                                                    |                                                             | W <sub>g</sub> *: <b>6,00·10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s</b> |                                                             | X <sub>b</sub> : -                                                                                                    |          |
| EMISSIONE A GETTO + DIFFUSIVA                                                                                                                                                      |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| GRADO DI EMISSIONE: <b>SECONDO</b>                                                                                                                                                 |                                                             | <b>ZONA 2 NE</b>                                              |                                                             | <b>ZONA PERICOLOSA DI ESTENSIONE TRASCURABILE</b><br>a <sub>j</sub> : <b>0,14 m</b><br>a <sub>d</sub> : <b>0,33 m</b> |          |
| GRADO DI DILUIZIONE: <b>ALTO</b>                                                                                                                                                   |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| DISPONIBILITA' VENTILAZIONE: <b>BUONA</b>                                                                                                                                          |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| <b>SISTEMA DI CONTROLLO:</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| DISPONIBILITA': -                                                                                                                                                                  |                                                             |                                                               |                                                             |                                                                                                                       |          |
| <b>INERTIZZAZIONE:</b> <input type="checkbox"/>                                                                                                                                    |                                                             | DISPONIBILITA': -                                             |                                                             |                                                                                                                       |          |
| <b>FATTORE DI PERICOLO "P"</b>                                                                                                                                                     | <b>0</b>                                                    | <b>1</b>                                                      | <b>2</b>                                                    | <b>3</b>                                                                                                              | <b>0</b> |
| Zona                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)               | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                             | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                     |          |
| <b>FATTORE DI CONTATTO "C"</b>                                                                                                                                                     | <b>0</b>                                                    | <b>1</b>                                                      | <b>2</b>                                                    | <b>3</b>                                                                                                              | <b>1</b> |
| Superfici calde                                                                                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)           | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                        | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Fiamme e gas caldi                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)           | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                        | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Scintille origine meccanica                                                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)           | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                        | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Materiale elettrico                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                      | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)             | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Elettricità statica                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                      | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)             | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Fulmine                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (Impossibile)                      | <input checked="" type="checkbox"/> (Improbabile)             | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| Altre sorgenti                                                                                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Impossibile)           | <input type="checkbox"/> (Improbabile)                        | <input type="checkbox"/> (Probabile)                        | <input type="checkbox"/> (Molto Prob.)                                                                                |          |
| <b>FATTORE DI DANNO "D"</b>                                                                                                                                                        | <b>0</b>                                                    | <b>0,2</b>                                                    | <b>0,4</b>                                                  | <b>0,6</b>                                                                                                            | <b>1</b> |
| Zona                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> (Zona NE)               | <input type="checkbox"/> (Zona 2)                             | <input type="checkbox"/> (Zona 1)                           | <input type="checkbox"/> (Zona 0)                                                                                     |          |
| K <sub>g</sub> sostanza                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> < 10)              | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> 10÷50)               | <input checked="" type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> 51÷100) | <input type="checkbox"/> (K <sub>g</sub> > 100)                                                                       |          |
| Presenza lavoratori                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> (Nessuna)                          | <input checked="" type="checkbox"/> (Occasionale)             | <input type="checkbox"/> (Saltuaria)                        | <input type="checkbox"/> (Continua)                                                                                   |          |
| Distanza dai lavoratori (P <sub>m</sub> )                                                                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> (P <sub>m</sub> > 10·a) | <input type="checkbox"/> (3·a < P <sub>m</sub> < 10·a)        | <input type="checkbox"/> (1,5·a < P <sub>m</sub> < 3·a)     | <input type="checkbox"/> (P <sub>m</sub> < 1,5·a)                                                                     |          |
| Confinamento nube                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> (-)                                | <input checked="" type="checkbox"/> (Non confinata)           | <input type="checkbox"/> (Parz. confin.)                    | <input type="checkbox"/> (Compl. conf.)                                                                               |          |
| <b>RISCHIO DI ESPLOSIONE "R"</b>                                                                                                                                                   | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b>                                 |                                                               |                                                             |                                                                                                                       | <b>0</b> |

## VALUTAZIONE DEL GRADO DI DILUIZIONE



## STIMA DELLE DISTANZE PERICOLOSE



## PREVENZIONE E PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI

AMBIENTE: **B. COGENERATORE - AREA ESTERNA**

S.E.: **ID. 1-3 – VALVOLE/GIUNTI – LINEE DI ADDUZIONE**

### MISURE DI PREVENZIONE PRIMARIA

|                                           |                                                 |                                          |                                                       |         |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| <i>Sostituzione sostanze pericolose</i>   | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Riduzione sorgente di emissione</i>    | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile)            | Nota 1. |
| <i>Inertizzazione</i>                     | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Aumento della ventilazione</i>         | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Limitazione della concentrazione</i>   | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |
| <i>Sistemi di controllo esplodibilità</i> | <input type="checkbox"/> (Applicata)            | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |         |

### MISURE DI PREVENZIONE SECONDARIA

|                                    |                                                 |                                          |                                            |                                             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Superfici calde</i>             | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non previste.                               |
| <i>Fiamme e gas caldi</i>          | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non previste.                               |
| <i>Scintille origine meccanica</i> | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non previste.                               |
| <i>Materiale elettrico</i>         | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Nota 2.                                     |
| <i>Elettricità statica</i>         | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non prevista.                               |
| <i>Fulmine</i>                     | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | L'area è protetta dal rischio fulminazione. |
| <i>Altre sorgenti</i>              | <input checked="" type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicabile) | Non sono presenti altre sorgenti efficaci.  |

### MISURE DI PROTEZIONE

|                                 |                                      |                                          |                                                       |  |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|
| <i>Progettazione resistente</i> | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Membrana a rottura</i>       | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Porta antiscoppio</i>        | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Soppressione esplosione</i>  | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Barriera estinguente</i>     | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Deviatore di esplosione</i>  | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |
| <i>Valvola ad azione rapida</i> | <input type="checkbox"/> (Applicata) | <input type="checkbox"/> (Non applicata) | <input checked="" type="checkbox"/> (Non applicabile) |  |

### MISURE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE DI PREVENZIONE PREVISTE

- Sarà effettuata un'opportuna formazione degli addetti, ivi comprese eventuali figure esterne.
- Sarà prestata massima attenzione alle manutenzioni ordinarie e straordinarie, in modo particolare nel caso sia necessario utilizzare fiamme libere.

### NOTE

1. Le guarnizioni utilizzate e la manutenzione programmata ridurranno al minimo tecnicamente possibile le sorgenti di emissione presenti.
2. Eventuale materiale elettrico installato sulle linee gas sarà di tipo a sicurezza (ATEX).

## 6. CRITERI SEGUITI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

### 6.1. GAS, VAPORI E NEBBIE INFIAMMABILI

#### 6.1.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI

Per effettuare una valutazione completa del rischio esplosione è necessario individuare tutti gli ambienti dove posso formarsi atmosfere esplosive per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili, nonché quelli comunicanti mediante aperture.

Un ambiente è una parte o tutto il luogo, nel quale esistono condizioni di ventilazione univocamente definibili.

Per ogni singolo ambiente è necessario definire le condizioni ambientali quali: temperatura massima, altitudine sul livello del mare, pressione atmosferica, caratteristiche di ventilazione, aperture.

È possibile effettuare una macro distinzione tra AMBIENTI APERTI e AMBIENTI CHIUSI.

#### 6.1.2. INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI

Per poter effettuare una classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione, è necessario definire le sostanze infiammabili e conoscere le loro caratteristiche chimico-fisiche e di infiammabilità. Dette sostanze devono infatti essere in grado di formare, con l'aria ambiente, una quantità significativa di atmosfera esplosiva.

I tre stati fisici di una sostanza infiammabile sono definiti nella seguente maniera:

- Gas: sostanza che si trova al di sopra della sua temperatura critica e che occupa omogeneamente tutto lo spazio a disposizione.
- Vapore: sostanza che si trova al di sotto della sua temperatura critica
- Nebbia: goccioline di liquido disperse in un gas quale l'aria.

##### 6.1.2.1. Sostanze rappresentative di altre

Quando in un ambiente sono presenti varie sostanze infiammabili, per eseguire la classificazione ci si può riferire ad una sola o a poche di esse, che vengono perciò definite "sostanze rappresentative".

Queste devono essere scelte in modo che creare le condizioni più gravose, quali ad esempio, le zone pericolose più estese, il gruppo e la classe di temperatura dei prodotti a sicurezza più severi.

#### 6.1.3. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

La sorgente di emissione (SE) è un punto o parte di un impianto da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore, o un liquido infiammabile, con modalità tali da originare un'atmosfera esplosiva.

La norma CEI 31-87 stabilisce tre gradi fondamentali di emissione, come di seguito riportati in ordine decrescente di probabilità che avvenga l'emissione e quindi di presenza di atmosfera esplosiva di volume non trascurabile.

| GRADO EMISSIONE | DESCRIZIONE                                                                                                                              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CONTINUO</b> | Emissione continua o che può avvenire frequentemente o per lunghi periodi.                                                               |
| <b>PRIMO</b>    | Emissione che può avvenire periodicamente od occasionalmente durante il funzionamento normale.                                           |
| <b>SECONDO</b>  | Emissione che non è prevista durante il funzionamento normale e che se avviene è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi. |

Una sorgente di emissione può dar luogo ad uno dei suddetti gradi di emissione o ad una loro combinazione. Le emissioni di grado continuo o primo sono emissioni previste durante il funzionamento normale, quindi possono essere definite sia come frequenza che come durata di emissione. Le emissioni di secondo grado non sono previste durante il funzionamento normale e sono dovute ad eventi non voluti (guasti o anomalie). Per definire la loro durata e frequenza occorre fare riferimento alle modalità di esercizio e manutenzione dei sistemi di contenimento e dei relativi componenti.

Ogni parte dell'apparecchiatura di processo, all'interno della quale vengono movimentate, trattate, trasportate o immagazzinate sostanze infiammabili, deve essere esaminata al fine di individuare le sorgenti di emissione.

#### **6.1.3.1. Scelta delle sorgenti rappresentative**

Ai fini della classificazione, una sorgente di emissione può essere rappresentativa di altre sorgenti di emissione, nel caso in cui rappresenti il caso peggiore per:

- Caratteristiche delle sostanze emesse.
- Modalità e portata di emissione.
- Caratteristiche della ventilazione dell'ambiente intorno alla SE.

#### **6.1.3.2. Influenza della contemporaneità**

Ai fini della classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione, ed in particolare per definire il grado della ventilazione, occorre analizzare l'influenza di tutte le emissioni in relazione al grado; questa metodologia in particolare è da applicare in impianti aventi un'elevata concentrazione di sorgenti di emissione.

Se l'ambiente è aperto, la contemporaneità delle emissioni generalmente si trascura, a meno che molte SE non siano raggruppate in piccoli spazi.

Se l'ambiente è chiuso, occorre considerare la contemporaneità delle emissioni, tenendo presente però che questa è riferibile solo a una stessa sostanza infiammabile o a quella rappresentativa. Per la definizione del grado di ventilazione al chiuso, è necessario considerare la contemporaneità delle emissioni come di seguito indicato:

- Emissioni continue: per definire il grado della ventilazione, queste si considerano tutte contemporanee tra loro.
- Emissioni di primo grado: per definire il grado della ventilazione relativo alle emissioni di primo grado, si considerano tutte le emissioni continue, più quelle di primo grado che possono essere contemporanee. La contemporaneità delle emissioni di primo grado deve essere valutata caso per caso sulla base di un'analisi operativa, considerando che, generalmente, si dovrebbe considerare l'emissione contemporanea solo di una parte di esse, tra le quali devono essere comprese certamente tutte quelle dipendenti da cause comuni

di emissione e quelle più gravose. Nei casi in cui non sia possibile definire la contemporaneità delle emissioni di primo grado, ai fini delle caratteristiche della ventilazione si può fare riferimento, a discrezione del tecnico preposto alla classificazione dei luoghi, alla tabella seguente dove il numero di emissioni di primo grado contemporanee è stabilito considerando la probabilità del singolo evento  $P = 10^{-1}$  e la probabilità minima di contemporaneità degli eventi  $P = 10^{-3}$ .

- Emissioni di grado secondo: Per definire il grado della ventilazione relativo alle emissioni di secondo grado, si devono considerare tutte le emissioni continue di cui in a), più le emissioni di primo grado considerate contemporanee di cui in b), più ciascuna emissione di secondo grado considerata singolarmente. Ovviamente, l'emissione determinante sarà quella più gravosa presente nell'ambiente considerato.

| NUMERO TOTALE DI<br>EMISSIONI GRADO PRIMO | NUMERO DI EMISSIONI DI PRIMO GRADO<br>CONSIDERABILI CONTEMPORANEE |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1                                         | 1                                                                 |
| 2                                         | 2                                                                 |
| 3 ÷ 5                                     | 3                                                                 |
| 6 ÷ 9                                     | 4                                                                 |
| 10 ÷ 13                                   | 5                                                                 |
| 14 ÷ 18                                   | 6                                                                 |
| 19 ÷ 23                                   | 7                                                                 |
| 24 ÷ 27                                   | 8                                                                 |
| 28 ÷ 33                                   | 9                                                                 |
| 34 ÷ 39                                   | 10                                                                |
| 40 ÷ 45                                   | 11                                                                |
| 46 ÷ 51                                   | 12                                                                |
| > 51                                      | 12 + 20% (n - 51)                                                 |

#### 6.1.4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE

La portata di emissione è la quantità di un liquido o di un gas, vapore o nebbia infiammabile emessa nell'unità di tempo dalla sorgente di emissione.

Per il calcolo della portata di emissione riferito alle sorgenti di emissione di grado continuo o primo, occorre valutare le dimensioni effettive del foro o dell'apertura, che solitamente sono note, trattandosi di emissioni previste in condizioni normali di funzionamento degli impianti.

Per il calcolo delle portate di emissione di secondo grado, la letteratura tecnica fornisce i criteri di valutazione e definisce le dimensioni dei fori di emissione che si determinano a seguito di guasti o anomalie per alcuni componenti tipici di impianti.

Per le emissioni strutturali, in genere si ricorre a dati statistici.

##### 6.1.4.1. Gas in singola fase

Per poter calcolare la portata è necessario stabilire se un gas può uscire dal sistema di contenimento a bassa velocità (regime di flusso subsonico) o ad alta velocità (in regime di flusso sonico). Il flusso è subsonico se è rispettata la seguente relazione:

$$p_c = p_a \cdot \left( \frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

In cui:

$p_c$ : Pressione critica. [Pa]

$p_a$ : Pressione atmosferica. [Pa]

$\gamma$ : Indice di espansione (Rapporto tra i calori specifici a pressione e volume costante).  $C_p/C_v$

Per la maggior parte dei gas di utilizzo industriale i valori di  $\gamma$  sono compresi tra 1,1 e 1,4.

La portata di un gas da un contenitore, se la velocità di emissione sub-sonica, può essere calcolata dalla seguente formula:

$$W_g = C_d \cdot S \cdot p \sqrt{\frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \frac{2\gamma}{\gamma - 1} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{p_a}{p} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] \cdot \left( \frac{p_a}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

La portata di un gas da un contenitore, se la velocità di emissione sonica, può essere calcolata dalla seguente formula:

$$W_g = C_d \cdot S \cdot p \sqrt{\gamma \cdot \frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}$$

In cui:

$W_g$ : Portata di emissione massica di gas. [kg/s]

$C_d$ : Coefficiente di efflusso. Pari a 0,75 per orifizi irregolari e 0,98 per orifizi circolari.

$S$ : Sezione del foro di emissione. [m]

$p$ : Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento, nel punto di emissione. [Pa]

$p_a$ : Pressione atmosferica. [Pa]

$\gamma$ : Indice di espansione (Rapporto tra i calori specifici a pressione e volume costante).  $C_p/C_v$

$M$ : Massa molare della sostanza infiammabile. [kg/kmol]

$R$ : Costante universale dei gas.  $R=8.314$  [J/kmol·K]

$T$ : Temperatura assoluta del gas all'interno del sistema di contenimento. [K]

$Z$ : Fattore di comprimibilità. Assunto pari a 1.

#### 6.1.5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA DI VENTILAZIONE

La ventilazione ha un'influenza fondamentale sia sulla probabilità che si formino atmosfere esplosive, sia sull'estensione delle zone pericolose classificate a seguito dell'emissione di una sostanza pericolosa nell'ambiente. Infatti i gas e i vapori infiammabili emessi nell'atmosfera possono diluirsi finché la loro concentrazione scende al di sotto del LFL, mentre idonee portate di ventilazione possono evitare la persistenza di atmosfere esplosive, influenzando in tal modo il tipo di zona.

Per gli ambienti chiusi possiamo individuare le seguenti tipologie di ventilazione:

- **Ventilazione naturale per effetto della spinta del vento ( $Q_{aw}$ ).**
- **Ventilazione naturale per effetto camino ( $Q_{at}$ ).**
- **Ventilazione naturale per infiltrazioni ( $Q_{ai}$ ).**
- **Ventilazione artificiale (generale o localizzata) ( $Q_{aa}$ ).**

Nel caso di ventilazione naturale, la portata è ottenuta dalla maggiore tra  $Q_{aw}$ ,  $Q_{at}$  e  $Q_{ai}$ . Il valore della portata è calcolato secondo quanto di seguito indicato.

Nel caso di ventilazione è artificiale, la portata è desunta dalle caratteristiche dell'impianto di ventilazione.

### 6.1.5.1. Ventilazione naturale per effetto della spinta del vento

Nel caso in cui nell'ambiente chiuso esistano aperture permanenti di ventilazione, l'aria entra per azione del vento. È quindi necessario considerare le aperture su lati opposti, trascurando le eventuali aperture sugli altri lati.

Siccome la spinta del vento può essere ostacolata o attenuata da edifici o strutture vicine all'ambiente in esame, è necessario valutare la consistenza di tale schermatura che determina le seguenti tipologie:

- Ambiente non schermato: l'ambiente è separato da un altro edificio da una distanza maggiore di 5 volte l'altezza più grande tra quella dell'ambiente considerato e quella dell'ambiente schermante.
- Ambiente parzialmente schermato: l'ambiente è separato da un altro edificio da una distanza compresa tra 2 e 5 volte l'altezza più grande tra quella dell'ambiente considerato e quella dell'ambiente schermante.
- Ambiente schermato: l'ambiente è separato da un altro edificio da una distanza inferiore di 2 volte l'altezza più grande tra quella dell'ambiente considerato e quella dell'ambiente schermante.

La portata d'aria di ventilazione naturale dovuta alla spinta del vento in ambienti chiusi con almeno 2 aperture poste su lati opposti è espressa dalla formula:

$$Q_{aw} = C_d \cdot u_w \cdot \sqrt{\frac{A_1^2 \cdot A_2^2}{A_1^2 + A_2^2} \cdot \frac{\Delta C_p}{2}}$$

In cui:

- $Q_{aw}$ : Portata volumetrica dell'aria dovuta alla spinta del vento. [m<sup>3</sup>/s]  
 $C_d$ : Coefficiente di scarico caratteristico di aperture di ventilazione di grandi dimensioni. Tipicamente da 0,5 a 0,75.  
 $u_w$ : Velocità del vento ad un'altezza di riferimento. [m/s]  
 $A_1$ : Area effettiva dell'apertura di ingresso. [m<sup>2</sup>]  
 $A_2$ : Area effettiva dell'apertura di uscita. [m<sup>2</sup>]  
 $\Delta C_p$ : Coefficiente di pressione dell'aria di ingresso.
- Ambiente non schermato:  $\Delta C_p = 0,9$ .
  - Ambiente parzialmente schermato:  $\Delta C_p = 0,6$ .
  - Ambiente schermato:  $\Delta C_p = 0,2$ .

### 6.1.5.2. Ventilazione naturale per effetto camino

La ventilazione per "effetto camino" è determinata dal movimento dell'aria dovuto alla differenza tra la temperatura interna ed esterna. La portata della ventilazione è espressa dalla formula:

$$Q_{aw} = C_d \cdot \sqrt{\frac{A_1^2 \cdot A_2^2}{A_1^2 + A_2^2} \cdot \frac{\Delta T}{T_{in} + T_{out}}} \cdot g \cdot H$$

In cui:

- $Q_{at}$ : Portata volumetrica dell'aria dovuta all'effetto camino. [m<sup>3</sup>/s]  
 $C_d$ : Coefficiente di scarico caratteristico di aperture di ventilazione di grandi dimensioni. Tipicamente da 0,5 a 0,75.  
 $A_1$ : Area effettiva dell'apertura di ingresso. [m<sup>2</sup>]  
 $A_2$ : Area effettiva dell'apertura di uscita. [m<sup>2</sup>]  
 $T_{in}$ : Temperatura interna. [K]  
 $T_{out}$ : Temperatura esterna. [K]  
 $g$ : Accelerazione di gravità. [9,81 m/s<sup>2</sup>]  
 $H$ : Distanza sulla verticale tra i punti medi delle aperture. [m]

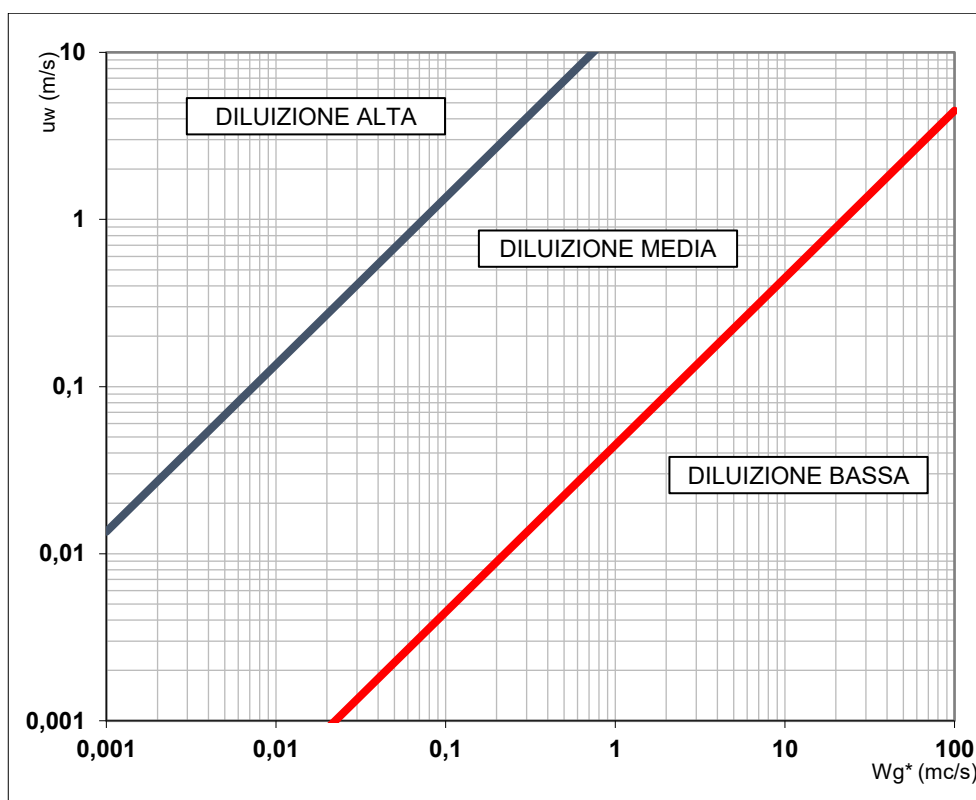
### 6.1.6. DETERMINAZIONE DEL GRADO E DELLA DISPONIBILITA' DELLA VENTILAZIONE

Nei luoghi con presenza di gas o vapori infiammabili, la ventilazione è valutata in modo quantitativo (grado di ventilazione) e in base all'affidabilità con la quale l'aria è disponibile (disponibilità della ventilazione).

Il grado di ventilazione è la quantità di aria di ventilazione che investe la sorgente di emissione in rapporto alla quantità di sostanze infiammabili emesse nell'ambiente.

#### 6.1.6.1. Determinazione del grado di diluizione

Il grado di diluizione può essere individuato dal seguente grafico:



In cui:

$$W_g^*: \frac{W_g}{\rho_g \cdot LFL} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$\rho_g$ : massa volumica del gas/vapore [kg/m<sup>3</sup>]

$u_w$ : velocità dell'aria per determinate condizioni di emissione.

#### 6.1.6.2. Determinazione della disponibilità della ventilazione

Altro parametro importante da considerare per definire l'efficacia della ventilazione è la disponibilità del grado di diluizione considerato. La disponibilità della ventilazione ha influenza sulla presenza o formazione di un'atmosfera esplosiva ed esprime il livello di disponibilità del grado di ventilazione considerato.

La disponibilità della ventilazione può essere espressa dalla tabella seguente.

| DISPONIBILITA'<br>VENTILAZIONE | DESCRIZIONE                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BUONA</b>                   | La ventilazione è presente praticamente con continuità                                                                                                         |
| <b>ADEGUATA</b>                | È previsto che la ventilazione sia presente durante il funzionamento normale. Sono ammesse delle interruzioni purché siano poco frequenti e per brevi periodi. |
| <b>SCARSA</b>                  | La ventilazione non risponde alle normali prescrizioni di adeguata o buona, ma non è previsto che le interruzioni si manifestino per lunghi periodi.           |

La ventilazione naturale ha sempre disponibilità BUONA.

Nel caso di ventilazione artificiale la disponibilità della ventilazione può essere considerata BUONA se:

1. È presente un estrattore o ventilatore di riserva, con avviamento automatico.  
L'estrattore o il ventilatore installato è sottoposto a regolare manutenzione, dispone di una linea di alimentazione preferenziale e in caso di guasto viene azionato un allarme trasmesso a posto presidiato.  
L'estrattore o il ventilatore installato, è dotato di un'alimentazione di emergenza e in caso di guasto viene azionato un allarme trasmesso ad un posto presidiato.
2. È presente un interblocco con l'impianto di processo con l'immediata disattivazione della sorgente di emissione.
3. In caso di guasto del sistema di aspirazione o ventilazione avviene l'immediata disattivazione delle sorgenti di accensione, quale ad esempio l'impianto elettrico.

La presenza di una ventilazione con disponibilità ADEGUATA comporta la presenza di 2 ventilazioni:

- Una ventilazione primaria con disponibilità adeguata.
- Una ventilazione residua con disponibilità buona.

Nel conseguirà la presenza di 2 zone pericolose concentriche.

## 6.1.7. DETERMINAZIONE DEL TIPO DI ZONA PERICOLOSA

Il tipo di zona pericolosa può essere determinato dalla tabella seguente mediante 3 parametri:

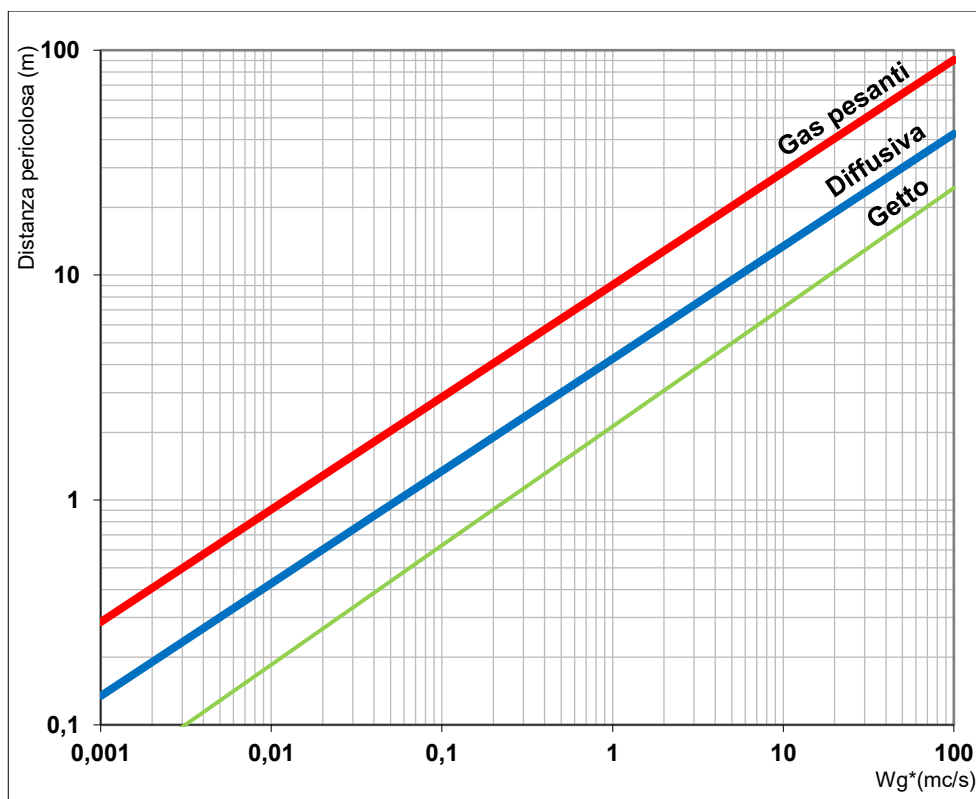
- **GRADO DI EMISSIONE.**
- **GRADO DELLA DILUIZIONE.**
- **DISPONIBILITÀ DELLA VENTILAZIONE.**

|                    | GRADO DI DILUIZIONE              |                          |                          |        |                       |                       |                       |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GRADO DI EMISSIONE | Alto                             |                          |                          | Medio  |                       |                       | Basso                 |
|                    | DISPONIBILITÀ DELLA VENTILAZIONE |                          |                          |        |                       |                       |                       |
|                    | Buona                            | Adeguate                 | Scarsa                   | Buona  | Adeguate              | Scarsa                | B / A / S             |
| Continuo           | ZONA 0 NE                        | ZONA 0 NE<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 0 NE<br>+<br>ZONA 1 | ZONA 0 | ZONA 0<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 0<br>+<br>ZONA 1 | ZONA 0                |
| Primo              | ZONA 1 NE                        | ZONA 1 NE<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 1 NE<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 1 | ZONA 1<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 1<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 1<br>O<br>ZONA 0 |
| Secondo            | ZONA 2 NE                        | ZONA 2 NE                | ZONA 2 NE<br>+<br>ZONA 2 | ZONA 2 | ZONA 2                | ZONA 2                | ZONA 1<br>E<br>ZONA 0 |

- Le zone 0 NE, 1 NE e 2 NE indicano una zona teorica dove in condizioni stabilite, l'estensione è trascurabile.
- La seconda zona pericolosa è determinata con la ventilazione residua presente nei periodi di tempo in cui viene a mancare la ventilazione primaria. Quando il grado di ventilazione è alto la zona principale ha estensione trascurabile.
- Quando siano prevedibili emissioni di secondo grado nei periodi di tempo in cui viene a mancare la ventilazione assunta, oltre alla zona 2 determinata con la ventilazione assunta, deve esserne prevista un'altra determinata considerando la ventilazione residua.

#### 6.1.8. DETERMINAZIONE DELL'ESTENSIONE DELLA ZONA PERICOLOSA

L'estensione della zona pericolosa dipende dalla portata di emissione e da molti altri parametri quali le proprietà del gas, la geometria dell'emissione e quella del luogo circostante. Per la stima dell'estensione della zona pericolosa può essere usato il seguente grafico:



### 6.1.9. INDIVIDUAZIONE DELLE APERTURE IN RELAZIONE ALLE ZONE PERICOLOSE

Le caratteristiche delle aperture in relazione al pericolo d'esplosione sono considerate SE in relazione alla probabilità che consentano il trasferimento di atmosfera esplosiva.

Le aperture sono classificate nei tipi A, B, C, D. Il tipo di apertura, dipende dalla frequenza e durata dei periodi di apertura e dall'efficacia delle tenute o delle battute dei serramenti, tenuto anche conto della differenza di pressione tra i luoghi interessati.

Le caratteristiche dei diversi tipi di aperture sono le seguenti:

- Tipo A: Aperture con caratteristiche che non rientrano tra quelle previste per le aperture dei tipi B, C, D.
- Tipo B: Aperture normalmente chiuse (es. con dispositivo di auto-chiusura), aperte poco frequentemente e che hanno una buona tenuta su tutto il perimetro (senza dispositivi di tenuta, es. una guarnizione).
- Tipo C: Aperture normalmente chiuse o aperte poco frequentemente, conformi a quelle di tipo B, provviste inoltre di dispositivi di tenuta (es. una guarnizione) su tutto il perimetro; oppure, che siano una combinazione di due aperture di tipo B in serie, dotate di dispositivi indipendenti di auto-chiusura.
- Tipo D: Aperture normalmente chiuse conformi a quelle di tipo C, apribili solamente con mezzi speciali od in caso di emergenza; oppure, possono essere una combinazione di un'apertura di tipo C, adiacente al luogo dal quale proviene il pericolo, in serie ad un'altra apertura di tipo B.

Alle aperture, in determinate condizioni, può essere applicata la regola del filo teso. Si considera cioè che la zona che interessa l'apertura si estenda oltre l'apertura stessa fino ad avere dalla SE che l'ha originata distanze uguali a quelle stabilite per l'ambiente in cui si trova la SE (a monte dell'apertura), ricavate secondo la linea di minimo percorso che aggira l'ostacolo.

Di seguito sono riportate le condizioni di applicabilità della regola del filo teso.

| TIPO DI ZONA A MONTE DELL'APERTURA | TIPO DI APERTURA | TIPO DI ZONA A VALLE DELL'APERTURA |                 |
|------------------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------|
|                                    |                  | AMBIENTE APERTO                    | AMBIENTE CHIUSO |
| ZONA 0                             | A                | ZONA 0                             | NON APPLICABILE |
|                                    | B                | ZONA 1                             | NON APPLICABILE |
|                                    | C                | ZONA 2                             | ZONA 2          |
|                                    | D                | ZONA NE                            | ZONA NE         |
| ZONA 1                             | A                | ZONA 1                             | NON APPLICABILE |
|                                    | B                | ZONA 2                             | ZONA 2          |
|                                    | C                | ZONA NE                            | ZONA NE         |
|                                    | D                | ZONA NE                            | ZONA NE         |
| ZONA 2                             | A                | ZONA 2                             | ZONA 2          |
|                                    | B                | ZONA NE                            | ZONA NE         |
|                                    | C                | ZONA NE                            | ZONA NE         |
|                                    | D                | ZONA NE                            | ZONA NE         |

Quando manca anche una sola delle suddette condizioni per l'applicabilità della "regola del filo teso", le aperture devono essere considerate sorgenti di emissione. La determinazione del grado di emissione delle aperture, considerate come sorgenti di emissione, a seconda della qualifica della zona a monte dell'apertura e del tipo di apertura, si effettua in base alla tabella seguente.

| TIPO DI ZONA A MONTE DELL'APERTURA | TIPO DI APERTURA | GRADO DI EMISSIONE DELL'APERTURA |
|------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| <b>ZONA 0</b>                      | A                | CONTINUO                         |
|                                    | B                | PRIMO                            |
|                                    | C                | SECONDO                          |
|                                    | D                | NESSUNA EMISSIONE                |
| <b>ZONA 1</b>                      | A                | PRIMO                            |
|                                    | B                | SECONDO                          |
|                                    | C                | NESSUNA EMISSIONE                |
|                                    | D                | NESSUNA EMISSIONE                |
| <b>ZONA 2</b>                      | A                | SECONDO                          |
|                                    | B                | NESSUNA EMISSIONE                |
|                                    | C                | NESSUNA EMISSIONE                |
|                                    | D                | NESSUNA EMISSIONE                |

## 7. CRITERI SEGUITI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

Nell'assolvere gli obblighi stabiliti dall'articolo 17, comma 1, sono stati valutati i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive, tenendo conto dei seguenti elementi, come previsto dall'art. 290 del D.Lgs. 81/08:

- probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
- probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengano attive ed efficaci;
- caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processi e loro possibili interazioni;
- entità degli effetti prevedibili.

I rischi di esplosione sono stati valutati complessivamente.

Per la tipologia di rischi trattati in questo documento, è stata affrontata la stima del rischio con metodo qualitativo (od *operativo*).

Questa scelta è in accordo con le linee guida dell'Unione Europea che consigliano di riservare solamente ad "alcuni impianti tecnicamente complessi", l'adozione di un modello matematico di valutazione dei rischi quale ausilio in sede decisionale.

La **stima del rischio esplosione "R"**, per ogni pericolo individuato, e cioè per ogni sorgente di emissione, avviene analizzando:

- la **probabilità di esistenza del pericolo "P"**;
- la **probabilità che il pericolo sia causa di danno "C"**;
- la **gravità del danno "D"**.

I fattori indicati si legano tra loro e sono direttamente proporzionali al rischio, secondo la seguente formula:

$$R = P \cdot C \cdot D$$

Con riferimento alla suddetta formula del rischio, possiamo definire la stima del rischio come *il prodotto dei gradi dei tre fattori di rischio espressi singolarmente*.

Ad ogni fattore è assegnato un grado (numero) che non rappresenta una misura ma un concetto. Siamo quindi fuori dal campo di pura applicazione matematica.

Quello che appare infatti di maggiore interesse è il valore arbitrario del singolo fattore di rischio per poter intervenire in maniera operativa al fine di ridurre il rischio stesso.

## 7.1. LA PROBABILITA' DI ESISTENZA DEL PERICOLO "P"

Il metodo per determinare la probabilità di formazione, quantità e a durata di un'atmosfera esplosiva, coincide con la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione precedentemente effettuata.

La classificazione è infatti un metodo di analisi e di suddivisione convenzionale del luogo in esame in zone pericolose e non pericolose, in relazione alla provenienza del pericolo d'esplosione e alla probabilità di presenza del pericolo. Nei suddetti luoghi la formazione di un'atmosfera esplosiva dipende dai seguenti fattori:

- presenza di una sostanza infiammabile o combustibile;
- grado di dispersione della sostanza pericolosa;
- concentrazione della sostanza all'interno del campo di esplosione;
- quantità di atmosfera esplosiva sufficiente per ridurre, in caso di accensione, lesioni o danni.

Al *fattore di pericolo "P"* si sono associati dei gradi, secondo la scala qualitativa e numerica convenzionale, per probabilità di presenza di pericolo, come indicato nella tabella seguente:

| GRADO DEL FATTORE DI PERICOLO "P" | DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI PERICOLO (P)             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>P = 3</b>                      | Il pericolo è presente sempre o frequentemente. <b>(Zona 0)</b> |
| <b>P = 2</b>                      | Il pericolo è presente talvolta, ogni tanto. <b>(Zona 1)</b>    |
| <b>P = 1</b>                      | Il pericolo è presente raramente o quasi mai. <b>(Zona 2)</b>   |
| <b>P = 0</b>                      | Il pericolo non è mai presente. <b>(Zona NE)</b>                |

## 7.2. LA PROBABILITA' CHE IL PERICOLO SIA CAUSA DI DANNO "C"

Il pericolo potenziale associato all'atmosfera esplosiva si concretizza quando una sorgente di innesco attiva, produce l'accensione. All'interno dell'analisi qualitativa dei rischi svolta, la sorgente di accensione corrisponde al *fattore di contatto "C"*.

Quindi per passare dal pericolo al danno, occorre considerare il fattore di contatto "C", a cui va associato un grado, in relazione alla probabilità con cui la sorgente di accensione si manifesta ed è efficace.

L'idoneità della sorgente di accensione è stata confrontata con le caratteristiche di accensione della sostanza infiammabile. L'esistenza di sorgenti di accensione efficaci, è stata valutata tenendo anche conto di quelle che si possono manifestare a seguito di operazioni di manutenzione o pulizia.

Nel caso non sia stato possibile valutare l'esistenza di una sorgente di accensione efficace, è stato considerato che essa sia sempre presente.

Al fattore di contatto "C" della formula del rischio di esplosione è stata associata una scala qualitativa e numerica di probabilità di innesco efficace, come indicato nella tabella seguente:

| GRADO DEL FATTORE DI CONTATTO "C" | DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI CONTATTO "C"                                                 |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C = 3</b>                      | Contatto presente permanentemente o frequentemente nella zona considerata. <b>(Molto probabile)</b> |
| <b>C = 2</b>                      | Contatto presente ogni tanto nella zona considerata. <b>(Probabile)</b>                             |
| <b>C = 1</b>                      | Contatto presente quasi mai nella zona considerata. <b>(Possibile)</b>                              |
| <b>C = 0</b>                      | Contatto non presente nella zona considerata. <b>(Impossibile)</b>                                  |

Sono state considerate le seguenti tipologie generali di innesco, come indicate nella norma UNI EN 1127-1:

### SUPERFICI CALDE

- Radiatori, essiccatoi, tubi radianti, lampadine, ecc.
- Processi meccanici/lavorazioni che producono alte temperature
- Sistemi di protezione e componenti che convertono energia meccanica in calore (frizioni, freni, ecc.)
- Parti mobili con cuscinetti, passaggi d'albero, premistoppa, ecc. per mancanza di lubrificazione
- Corpi estranei in alloggiamenti di tenuta per parti mobili
- Spostamenti di asse in macchinari
- Reazioni chimiche (es. con lubrificanti o sostanze per pulizia)
- Presenza di strati di polvere su superfici calde di macchine

### FIAMME E GAS CALDE

- Lavori a caldo (saldatura, taglio, ecc.)

## SCINTILLE DI ORIGINE MECCANICA

---

- Attriti
- Urti
- Abrasione
- Ingresso di materiale estraneo negli apparecchi
- Urti di ruggine e metalli leggeri
- Urti di metalli leggeri (zinco, titanio, ecc.)

## MATERIALE ELETTRICO

---

- Apertura/chiusura circuiti elettrici
- Connessioni allentate

## CORRENTI ELETTRICHE VAGANTI, PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE CATODICA

---

- Correnti di ritorno dai generatori di potenza
- Cortocircuiti o dispersione a terra a seguito di guasti
- Induzione magnetica
- Protezione contro la corrosione catodica con corrente applicata

## ELETTRICITA' STATICA

---

- Pellicole che si muovono su rulli
- Cinghie di trasmissione
- Associazione di materiali conduttori non conduttori
- Scariche a cono da materiale sfuso
- Elettricità statica derivante dagli indumenti, calzature, ecc.

## FULMINE

---

- Colpo diretto
- Scintille da impatto di fulmine
- Induzione di alte tensioni a seguito di temporali

## ONDE ELETTROMAGNETICHE

---

- Radiotrasmettitori, telefoni cellulari
- Generatori di radiofrequenze
- Raggi solari fatti convergere da lenti
- Sorgenti luminose intense (continue o intermittenti) e polveri
- Radiazioni laser

## RADIAZIONI IONIZZANTI

---

- Tubi per raggi X
- Sostanze radioattive
- Decomposizione chimica con generazione di radicali attivi o composti instabili

## ULTRASUONI

---

- Energia trasmessa dal trasduttore elettroacustico

## COMPRESSIONE ADIABATICA E ONDE D'URTO

---

- Fuoriuscita di gas ad alta pressione nei condotti
- Compressioni adiabatiche o quasi adiabatiche
- Sistemi con gas altamente ossidanti e compressioni adiabatiche, onde d'urto e/o scorrimento puro

## REAZIONI ESOTERMICHE

---

- Sostanze piroforiche con aria
- Metalli alcalini con acqua
- Autoaccensione di polveri combustibili
- Processi biologici
- Decomposizione di perossidi organici
- Polimerizzazione
- Associazione di metalli

### 7.3. GRAVITA' DEL DANNO "D"

La gravità del danno può essere stimata tenendo conto di:

- natura di ciò che deve essere protetto (persone, beni, ambiente);
- gravità delle lesioni o danni alla salute (lievi, gravi, morte);
- entità del danno (una o più persone, una o più strutture, un ambiente limitato o vasto).

Per valutare in modo qualitativo l'entità degli effetti prevedibili a seguito di un'esplosione sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- **D<sub>1</sub>**: tipo di zona pericolosa risultante dalla classificazione.
- **D<sub>2</sub>**: caratteristiche chimiche e fisiche della sostanza ( $K_G$  o  $K_{ST}$ ). [bar·m/s]
- **D<sub>3</sub>**: presenza dei lavoratori nell'area.
- **D<sub>4</sub>**: distanza dalla tipica posizione dei lavoratori.
- **D<sub>5</sub>**: livello di confinamento della nube.

Il valore del fattore di danno "D" è stato ottenuto dalla somma dei 5 parametri sopra illustrati, utilizzando i seguenti di seguito riportati.

| PARAMETRI DEL FATTORE<br>DI DANNO "D" | INDICI             |                                |                                 |                         |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                                       | 0                  | 0,2                            | 0,4                             | 0,6                     |
| D <sub>1</sub>                        | Zona NE            | Zona 2                         | Zona 1                          | Zona 0                  |
| D <sub>2</sub>                        | $K < 10$           | $K 10 \div 50$                 | $K 51 \div 100$                 | $K > 100$               |
| D <sub>3</sub>                        | Nessuna            | Occasionale                    | Saltuaria                       | Continua                |
| D <sub>4</sub>                        | $P_m > 10 \cdot a$ | $3 \cdot a < P_m < 10 \cdot a$ | $1,5 \cdot a < P_m < 3 \cdot a$ | $1,5 \cdot a < P_m$     |
| D <sub>5</sub>                        | -                  | Non confinata                  | Parzialmente confinata          | Completamente confinata |

Al fattore di danno "D" della formula del rischio di esplosione è stata associata una scala qualitativa e numerica di probabilità di innesco efficace, come indicato nella tabella seguente:

| GRADO DEL FATTORE DI<br>DANNO "D" | DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI DANNO "D" |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>D = 3</b>                      | L'entità del danno è gravissima.                 |
| <b>D = 2</b>                      | L'entità del danno è media o grave.              |
| <b>D = 1</b>                      | L'entità del danno è lieve.                      |
| <b>D = 0</b>                      | L'entità del danno è trascurabile o nulla.       |

## 7.4. IL RISCHIO DI ESPLOSIONE “R”

La classificazione del rischio di esplosione “R”, ottenuta dal prodotto dei fattori “P”, “C” e “D”, può essere riassunta come segue:

| VALORE DEL RISCHIO                   | DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL RISCHIO ESPLOSIONE (R)                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><math>R &gt; 16</math></b>        | <b>RISCHIO ALTO</b><br>Aree in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è elevata, sono presenti inneschi efficaci e in caso di esplosione, il livello di esposizione risulta elevato e la propagazione è da ritenersi notevole.                                                        |
| <b><math>8 &lt; R \leq 16</math></b> | <b>RISCHIO MEDIO</b><br>Aree in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è limitata, possono essere presenti inneschi efficaci e in caso di esplosione, il livello di esposizione risulta moderato e la propagazione è da ritenersi limitata.                                           |
| <b><math>1 \leq R \leq 8</math></b>  | <b>RISCHIO BASSO</b><br>Aree in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è estremamente limitata, esistono scarse possibilità di presenza di inneschi efficaci e in caso di esplosione, il livello di esposizione risulta basso e la propagazione è da ritenersi estremamente limitata. |
| <b><math>R = 0</math></b>            | <b>RISCHIO TRASCURABILE</b><br>Aree in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è quasi impossibile, non sono presenti inneschi efficaci e in caso di esplosione, il livello di esposizione risulta quasi nullo e la propagazione è da ritenersi quasi nulla.                           |

## 8. MISURE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE PER RIDURRE IL RISCHIO DI ESPLOSIONE

Il moderno approccio integrato alla gestione del rischio esplosione si basa sul principio di integrazione della sicurezza, eliminando, ove possibile, il rischio alla fonte.

È stato pertanto ritenuto opportuno seguire le seguenti fasi nell'ordine indicato:

- **PREVENZIONE PRIMARIA**
- **PREVENZIONE SECONDARIA**
- **PROTEZIONE**

Questo approccio, oltre a migliorare le condizioni di sicurezza, spesso consente di ottimizzare le risorse e i ridurre i costi necessari agli adeguamenti di sicurezza, limitando i sistemi di protezione che, oltre ad avere molte volte costo elevato, possono presentare anche difficoltà del processo.

### 8.1. PREVENZIONE PRIMARIA DELLA ESPLOSIONI

La prevenzione primaria è l'insieme delle misure impiantistiche, organizzative, procedurali atte ad evitare, dove possibile, la formazione di atmosfere potenzialmente esplosive o, comunque, a ridurre l'estensione nello spazio e la persistenza nel tempo.

Di seguito sono riportate le misure di prevenzione primaria analizzate per ogni sorgente di emissione presente negli ambienti in esame.

#### 8.1.1. SOSTITUZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

È una misura tanto ovvia quanto efficace e consiste nel sostituire le sostanze infiammabili con altre inerti o con temperatura di infiammabilità  $T_i$  superiore, o nel limitare la loro presenza. La soluzione può essere ovviamente adottata solo in alcuni casi, compatibilmente con le esigenze produttive.

#### 8.1.2. RIDUZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Per cercare di ridurre le emissioni di sostanze infiammabili all'esterno di apparecchi e sistemi di contenimento, occorre agire in fase di progettazione, di costruzione e di utilizzo degli stessi in modo tale che possano risultare e rimanere a tenuta. In quest'ottica bisogna prestare particolare attenzione alla selezione dei materiali (guarnizioni, giunzioni, isolanti termici, ecc.) e al numero e alla dimensione di aperture, raccordi smontabili, tubi flessibili, prese campione e valvole di sicurezza.

#### 8.1.3. INERTIZZAZIONE

Un'atmosfera esplosiva può essere evitata agendo sulla rarefazione del comburente (normalmente l'ossigeno contenuto nell'aria) presente all'interno dell'impianto o del contenitore, oppure operando direttamente sulla sostanza infiammabile. Quando la percentuale di ossigeno nell'atmosfera scende progressivamente a valori inferiori (normalmente è il 21%), il LEL si alza ed l'UEL si abbassa fino a rendere l'atmosfera inerte.

Secondo quanto indicato dalla CEI 31-35, l'influenza dell'inertizzazione sulle zone pericolose può essere riassunto dalla tabella seguente.

| GRADO DI EMISSIONE | DISPONIBILITA' DELL'INERTIZZAZIONE |          |        |
|--------------------|------------------------------------|----------|--------|
|                    | BUONA                              | ADEGUATA | SCARSA |
| CONTINUO           | ZONA NE                            | ZONA 1   | ZONA 0 |
| PRIMO              | ZONA NE                            | ZONA 2   | ZONA 1 |
| SECONDO            | ZONA NE                            | ZONA NE  | ZONA 2 |

#### 8.1.4. DILUIZIONE PER VENTILAZIONE

La formazione di atmosfere esplosive può essere evitata con l'adozione di un idoneo sistema di ventilazione. Tali sistemi risultano particolarmente efficaci nei confronti di emissioni di gas e vapori infiammabili. Il dimensionamento di un sistema di ventilazione deve seguire alcuni parametri tra i quali:

- La quantità massima di gas o vapori che può essere emessa da una SE.
- Il posizionamento della SE.
- Il grado di emissione della SE.

#### 8.1.5. LIMITAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE

La formazione di atmosfere esplosive può essere impedita agendo sulla concentrazione in aria di sostanza infiammabile presente, affinché resti al di fuori dei limiti di esplodibilità. Si può realizzare un'idonea ventilazione in modo da ridurre la concentrazione in aria al di sotto del LEL. All'interno di serbatoi ed apparecchi si può invece superare l'UEL e impedire così l'esplosione.

#### 8.1.6. SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLODIBILITÀ

La misura di sicurezza consiste nell'installare un numero adeguato di rivelatori di gas in punti opportuni, in modo da intercettare automaticamente l'efflusso di sostanze infiammabili. In presenza di emissioni di primo grado, i rivelatori devono essere almeno 2 e indipendenti tra loro. Il controllo dell'esplodibilità dell'atmosfera non è applicabile in presenza di emissioni continue.

Secondo quanto indicato dalla CEI 31-35, l'influenza dei sistemi di controllo sulle zone pericolose può essere riassunto dalla tabella seguente.

| TIPO DI ZONA | DISPONIBILITA' SISTEMA DI CONTROLLO |          |        |
|--------------|-------------------------------------|----------|--------|
|              | BUONA                               | ADEGUATA | SCARSA |
| ZONA 1       | ZONA NE                             | ZONA 2   | ZONA 1 |
| ZONA 2       | ZONA NE                             | ZONA NE  | ZONA 2 |

- La disponibilità è buona, quando il controllo è presente in pratica con continuità.
- La disponibilità è adeguata, quando il controllo è attivo durante il funzionamento normale; sono ammesse delle interruzioni purché poco frequenti e di breve durata.
- La disponibilità è scarsa, quando il controllo non risponde ai requisiti per essere buono o adeguato.

## **8.2. PREVENZIONE SECONDARIA DELLE ESPLOSIONI**

La prevenzione secondaria è l'insieme delle misure impiantistiche, organizzative e procedurali atte ad evitare che sorgenti di innesco potenzialmente efficaci possano venire in contatto ed innescare le atmosfere potenzialmente esplosive che non è stato possibile eliminare.

### **8.2.1. SUPERFICI CALDE**

La temperatura di tutte le superfici che possono venire in contatto con gas o polveri, non deve superare la loro temperatura di accensione, nel funzionamento normale (categoria 3), in caso di guasto (categoria 2) e anche in caso di doppio guasto (categoria 1). Inoltre, non deve accendere lo strato di polvere che si deposita sulla superficie dell'apparecchio.

### **8.2.2. FIAMME E GAS CALDI**

La prevenzione da queste sorgenti di innesco, durante il funzionamento ordinario di un impianto o di una macchina, deve essere messa in atto dal costruttore in fase di progettazione e costruzione. In caso di manutenzione o guasto è necessario ricorrere a misure organizzative integrative.

Per evitare la propagazione della fiamma, soprattutto all'interno delle tubazioni, sono richieste misure di protezione appositamente progettate.

### **8.2.3. SCINTILLE DI ORIGINE MECCANICA**

La formazione di scintille di origine meccanica può avvenire a seguito di processi di attrito, urto o abrasione. Il fenomeno può essere limitato con la scelta di appropriate combinazioni di materiali, mentre per le attrezzature di lavoro che hanno parti in movimento, si devono evitare le combinazioni tra metalli leggeri e acciaio. Le scintille possono anche essere ridotte per mezzo di umidificazione.

### **8.2.4. MATERIALE ELETTRICO**

Nel caso di materiale elettrico, si possono produrre scintille e superfici calde che agiscono quali sorgenti di accensione. Per evitare l'innesco, tutto il materiale elettrico deve essere progettato, costruito, installato e manutenzionato in conformità alle norme vigenti (CEI EN 60079-14, CEI EN 60079-0).

In generale, per evitare la formazione di scintille pericolose, è importante garantire l'equipotenzialità tra le masse e le masse estranee.

### **8.2.5. ELETTRICITÀ STATICA**

La misura di prevenzione più importante per questa sorgente di accensione consiste nel collegare a terra tutte le parti conduttrici che potrebbero caricarsi in modo pericoloso. È inoltre molto importante che le persone che lavorano in luoghi in cui potrebbero essere presenti atmosfere esplosive, non diventino elettrostaticamente cariche.

Altre misure da adottare, a seconda del caso, per la riduzione della carica elettrostatica sono: la realizzazione di pavimenti conduttivi, l'umidificazione dell'aria ambiente, la ionizzazione dell'aria ambiente e l'aggiunta di additivi dissipativi.

## 8.2.6. FULMINI

Come misure di prevenzione dai fulmini vanno installati impianti di protezione da scariche atmosferiche (LPS) e/o sistemi di protezione contro le sovratensioni (SPD), come indicato dalle norme CEI 64-8 e CEI 81-10.

## 8.2.7. ALTRE SORGENTI DI INNESCO

Oltre a quanto già citato esistono altre sorgenti di innesco, meno comuni ma altrettanto efficaci, quali:

- **Correnti elettriche vaganti, protezione contro la corrosione catodica**
- **Onde elettromagnetiche**
- **Radiazioni ionizzanti**
- **Ultrasuoni**
- **Compressione adiabatica e onde d'urto**
- **Reazioni esotermiche**

## 8.3. PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI

La protezione dalle esplosioni è l'insieme delle misure di protezione per limitare e contenere i danni relativi ad un'esplosione, per le situazioni impiantistiche per le quali non è possibile raggiungere un livello di rischio accettabile, mediante la prevenzione primaria e secondaria.

Le misure tecniche di protezione dalle esplosioni si applicano in genere agli apparecchi che contengono atmosfere esplosive, quindi in caso di esplosione all'interno dell'apparecchio, il sistema di protezione limita i danni nella zona circostante. I sistemi di protezione possono essere suddivisi in:

- **Attivi:** non avviati direttamente dal fenomeno fisico.
- **Passivi:** avviati direttamente dal fenomeno fisico.

### 8.3.1. PROGETTAZIONE RESISTENTE ALL'ESPLOSIONE

Questa misura di protezione dalle esplosioni consiste nel progettare e costruire prodotti tanto robusti da poter resistere all'esplosione. Si possono distinguere:

- La progettazione per la pressione massima di esplosione (EPR).
- La progettazione per la pressione di esplosione ridotta (in caso di presenza a sistemi di scarico o soppressione dell'esplosione (EPSR)).

### 8.3.2. SISTEMI DI SFOGO DELL'ESPLOSIONE (VENTING)

Lo sfogo dell'esplosione è un principio di protezione che utilizza lo scarico di miscela combusta ed incombusta e i gas di combustione, per ridurre la pressione di esplosione. Ciò si ottiene prevedendo aperture sufficienti ad impedire il cedimento strutturale del contenitore. Lo scopo principale di questa misura è di determinare una decompressione di sfogo dell'esplosione, in modo tale che non si raggiunga la pressione massima di esplosione ( $P_{max}$ ), in corrispondenza della quale la struttura di contenimento si distruggerebbe.

Lo sfogo può avvenire mediante membrane di rottura o con porte antiscoppio richiudibili.

### 8.3.3. SISTEMI DI SOPPRESSIONE DELL'ESPLOSIONE

I sistemi di soppressione dell'esplosione permettono di prevenire la formazione di pressioni di esplosioni incompatibili con la resistenza delle strutture.

Gli impianti estinguenti sopprimono l'esplosione prima che questa possa determinare rischi per il contenimento, estinguendo il fronte di fiamma negli istanti iniziali. Come agente estinguento sono utilizzate polveri (fosfato d'ammonio o bicarbonato di sodio) ma anche acqua.

### 8.3.4. SISTEMI DI ISOLAMENTO DELL'ESPLOSIONE

L'isolamento dall'esplosione è un metodo che permette l'interruzione dell'onda di pressione e del fronte di fiamma tra apparecchiature interconnesse con tubazioni di trasporto e collegamento. I principali motivi per cui è opportuno utilizzare questi sistemi sono:

- l'esplosione deve essere limitata al solo recipiente nel quale è avvenuta l'accidentale ignizione della miscela esplosiva;
- il fronte di fiamma che si propaga in una condotta è progressivamente accelerato a causa della turbolenza che esso stesso genera. Per lunghezze di condotta sufficientemente elevate, l'effetto determina una fiamma a getto che entra nel contenitore posto a valle generando esplosioni rilevanti;
- evitare il fenomeno della precompressione, ovvero dell'incremento della pressione nel contenitore posto a valle a causa della pressione di esplosione del contenitore a monte.

## 8.4. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE

Come previsto dall'allegato L del D.Lgs. 81/08, punto B, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive verranno impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126. In particolare, in tali aree verranno impiegate le seguenti categorie di apparecchi:

- Zona 0 o Zona 20, apparecchi di categoria 1;
- Zona 1 o Zona 21, apparecchi di categoria 1 o 2;
- Zona 2 o Zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3.

Le costruzioni elettriche idonee per le zone pericolose per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili sono state scelte in base alle prescrizioni della norma CEI 31-33, che prevede che le costruzioni siano individuate dal suffisso Ex seguito da una lettera che individua le modalità di protezione.

| APPARECCHIATURE PER INSTALLAZIONI IN SUPERFICIE – GRUPPO II                        |            |               |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|-----------|
|                                                                                    | Zona 0/20  | Zona 1/21     | Zona 2/22 |
| Natura atmosfera                                                                   | G - D      | G - D         | G - D     |
| Presenza atmosfera esplosiva                                                       | Permanente | Intermittente | Episodica |
| Categoria di apparecchiature che possono essere usate secondo la Direttiva 94/9/CE | <b>1</b>   | <b>2</b>      | <b>3</b>  |

**TABELLA RIEPILOGATIVA DEI METODI DI PROTEZIONE**

| Simbolo<br>del modo di<br>protezione | Zona |   |   | Definizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | 0    | 1 | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| "c"                                  |      | ● | ● | <b>Protezione per la sicurezza nella costruzione secondo PrEN 13463-5</b><br>Questo standard stabilisce i requisiti di fabbricazione che sono stati identificati come sicuri, in modo da evitare qualsiasi fonte di incendio come frizioni o scintille. Si applica agli apparecchi che possono essere soggetti a frizioni e movimenti. (frizioni, freni, cuscinetti, molle, ecc.).                                                                         |
| "d"                                  |      | ● | ● | <b>Rivestimento antideflagrante</b><br>Le parti che potrebbero provocare l'accensione dell'atmosfera circostante sono racchiuse in una custodia resistente alla pressione sviluppata da un'esplosione interna di una miscela esplosiva. Tale custodia impedisce la propagazione di una combustione verso l'atmosfera circostante                                                                                                                           |
| "e"                                  |      | ● | ● | <b>Sicurezza aumentata</b><br>Misure adottate per evitare, con un elevato coefficiente di sicurezza, che si verifichi la possibilità di temperature eccessive e la comparsa di archi o scintille all'interno e all'esterno delle apparecchiature elettriche che in funzionamento normale non comportano questo rischio.                                                                                                                                    |
| "i"                                  | "ia" | ● | ● | <b>Sicurezza intrinseca</b><br>Circuito nel quale, nelle condizioni di prova prescritte dalla normativa (funzionamento normale e in caso di guasto), non si verifica alcuna scintilla né alcun effetto termico capace di provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva.                                                                                                                                                                                 |
|                                      | "ib" | ● | ● |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| "m"                                  |      | ● | ● | <b>Incapsulamento</b><br>Modo di protezione nel quale le parti che potrebbero provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva a causa di scintille o surriscaldamento sono incapsulate in una resina, evitando che l'atmosfera pericolosa possa essere infiammata.                                                                                                                                                                                        |
| "n"                                  |      |   | ● | Modo di protezione applicato al materiale elettrico in modo che, in funzionamento normale e in certe condizioni anomale specificate nella presente norma, non possa provocare l'accensione dell'atmosfera pericolosa circostante. Le categorie di materiale sono 5: Nessuna produzione di scintille (nA), produzione di scintille (nC), custodie a respirazione limitata (nR), energia limitata (nL) e camere a sovrappressione interna semplificata (nP). |
| "o"                                  |      | ● | ● | <b>Immersione</b><br>Apparecchiature elettriche immerse nell'olio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| "p"                                  |      | ● | ● | <b>Pressurizzazione</b><br>Sovrapressione interna mantenuta, in relazione all'atmosfera, con un gas neutro di protezione.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "q"                                  |      | ● | ● | Riempimento della custodia con un materiale polverulento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |