SERVIZI SRL

Via Modenese 314/B
41018 S. CESARIO S.P. (MO)
Tel. 059/930110 – Cell. 335/6412883
P.IVA 03685660361

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ATEX GAS

Nuovo impianto di cogenerazione

Decreto Legislativo numero 81 del 9 Aprile 2008
e successive modificazioni e integrazioni
Titolo XI – Protezione da atmosfere esplosive

Genera Projects srl

Sede legale in Via Alberto Caroncini, 45
00197 Roma

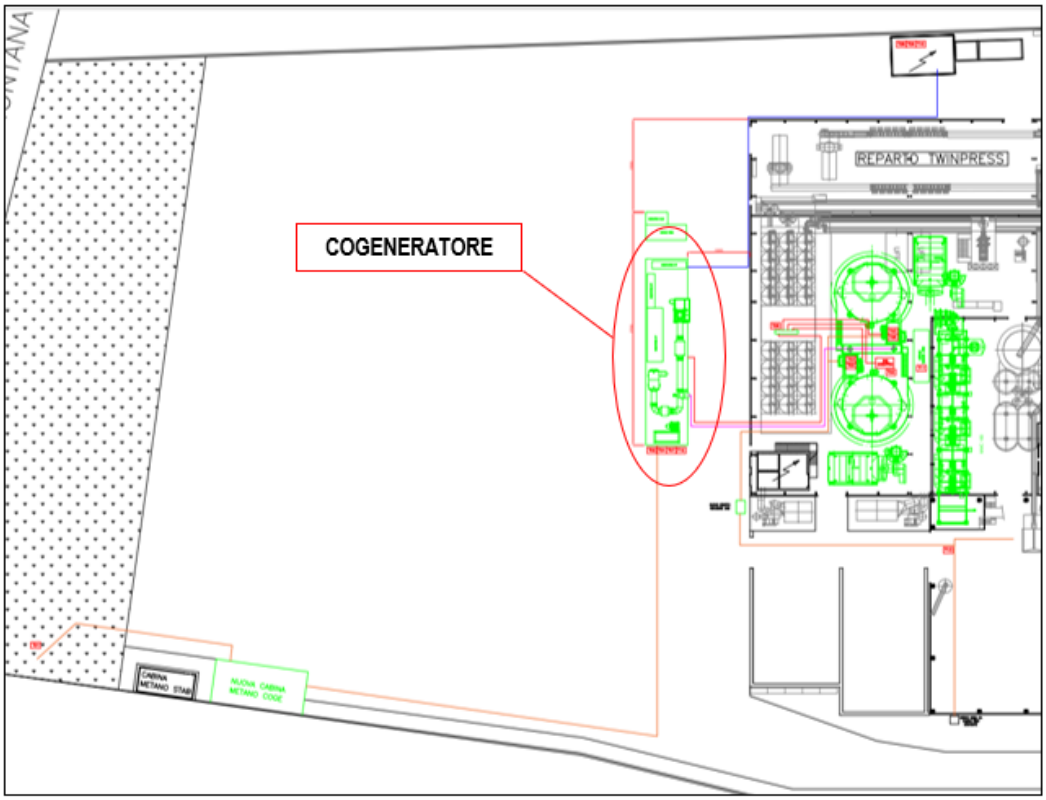
Impianto di cogenerazione c/o stabilimento ITA SpA
Via Viazza, 30
41042 Fiorano Modenese (MO)

DICEMBRE 2022

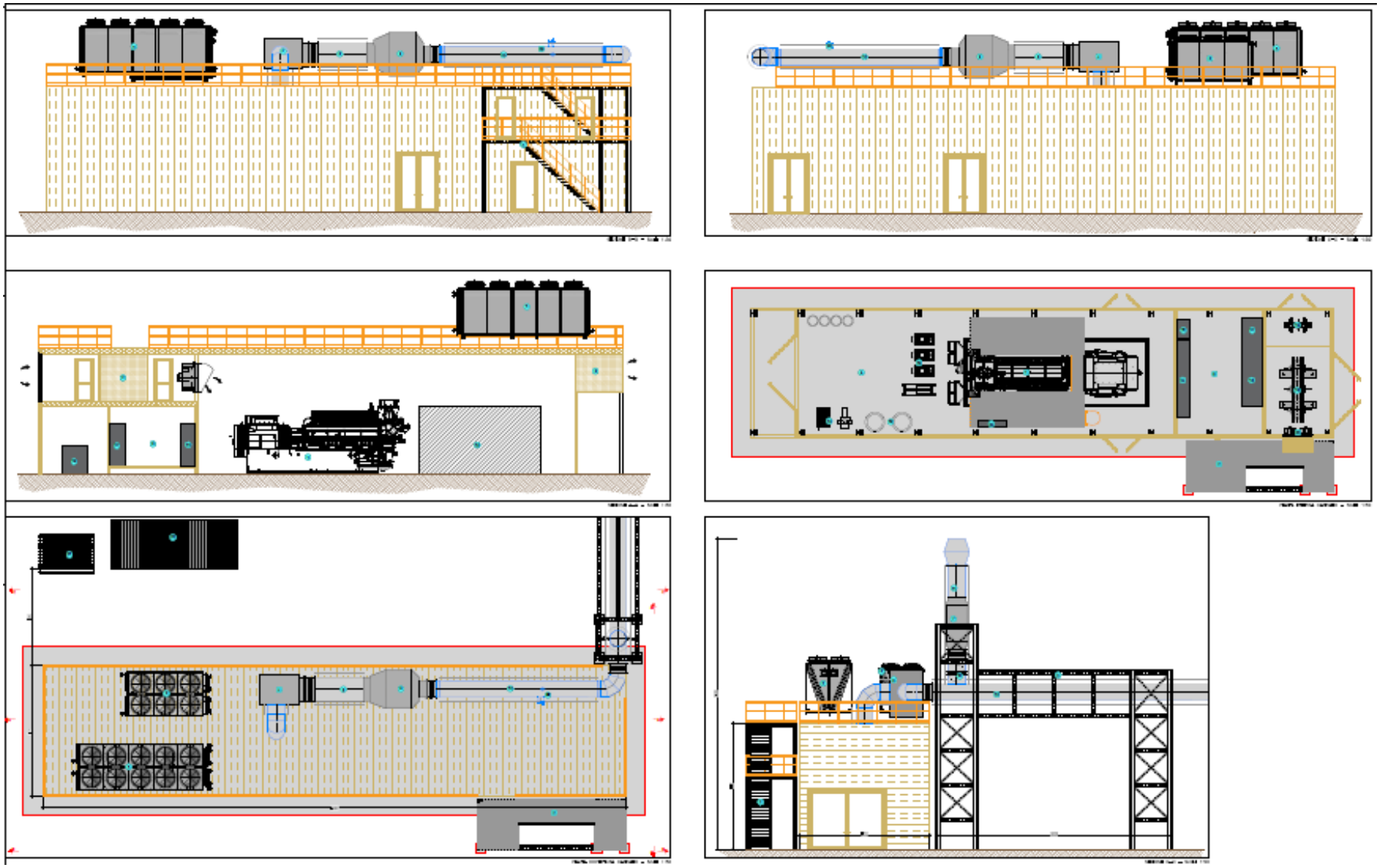
RELAZIONE INTRODUTTIVA

Il presente documento costituisce la Valutazione dei Rischi di Esplosione (ATEX GAS) relativa al nuovo impianto di cogenerazione gestito da Genera Prpoject Srl che sarà realizzato all'interno del perimetro aziendale della Ditta ITA SpA, sita in Via Viazza 30, a Fiorano Modenese (MO), effettuata conformemente a quanto previsto dal Titolo XI (Protezione da Atmosfere Esplosive) del Decreto Legislativo 81/08.

Il nuovo impianto di cogenerazione sarà adibito alla produzione di energia elettrica e contestuale recupero di energia termica sia sotto forma di fumi che di acqua calda per l'alimentazione degli atomizzatori presenti all'interno del limitrofo stabilimento ITA SpA, e sarà ubicato a sud dello stesso, come illustrato nel seguito:



Ai fini della presente valutazione, è stata analizzata la planimetria di progetto, di seguito riportata



Nel seguito si riportano:

- Tabelle riepilogative delle sorgenti analizzate
- le principali nozioni tecniche che entrano in gioco nell'ambito dell'intera valutazione;
- la classificazione dei luoghi di pericolo e la successiva valutazione del rischio esplosione.

GAS		
Punto di misura	**Postazione**	**Reparto / impianto**
1	Flangia tubazione interna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
2	Valvola tubazione interna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
3	Flangia tubazione esterna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
4	Valvola tubazione esterna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione

DEFINIZIONI

Agli effetti dell'articolo 214 D.Lgs 81/08 e s.m.i, si definiscono:

LUOGO *(CEI 31-87)*: spazio o regione tridimensionale.

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).

ATMOSFERA ESPLOSIVA *(CEI 31-87)*: miscela con aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, polveri, fibre o particelle solide, la quale, dopo l'accensione, permette l'auto-sostentamento della propagazione delle fiamme.

ATMOSFERA ESPLOSIVA PER LA PRESENZA DI GAS *(CEI 31-87)*: miscela con aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas o vapori, la quale, dopo l'accensione, permette l'auto-sostentamento della propagazione delle fiamme.

ATMOSFERA ESPLOSIVA DA POLVERE *(CEI 31-88)*: miscela con l'aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di polvere nella quale, dopo l'accensione, essa ne permette l'auto-sostentamento della propagazione.

POLVERE *(CEI 31-88)*: termine generico che include sia la polvere combustibile sia le particelle solide combustibili.

POLVERE COMBUSTIBILE *(CEI 31-88)*: Particelle solide finemente suddivise, di dimensioni nominali uguali o inferiori a 500 mm, che possono formare miscele esplosive con l'aria a pressione atmosferica e temperature normali.

POLVERE CONDUTTRICE *(CEI 31-88)*: polvere combustibile con resistività elettrica uguale o inferiore a 10^3 Ωm.

POLVERE NON CONDUTTRICE *(CEI 31-88)*: polvere combustibile con resistività elettrica superiore a 10^3 Ωm.

PARTICELLE SOLIDE COMBUSTIBILI *(CEI 31-88):* particelle solide, comprese le fibre, di dimensioni nominali superiori a 500 mm, che possono formare miscele esplosive con l'aria a pressione atmosferica e temperature normali.

NUBE: Dispersione in aria di polvere combustibile con grandezza delle particelle e concentrazione adatte a formare un'atmosfera esplosiva.

STRATO DI POLVERE: Ogni tipologia di deposito o accumulo (cumuli, mucchi) di polvere.

LUOGO PERICOLOSO (POLVERE) *(CEI 31-88)*: luogo nel quale è presente, oppure può essere previsto che sia presente, polvere combustibile sotto forma di una nube in quantità tale da richiedere precauzioni speciali per la costruzione, l'installazione e l'impiego di apparecchiature.

LUOGO NON PERICOLOSO (POLVERE) *(CEI 31-88)*: un'area nella quale polvere combustibile sotto forma di una nube, non è previsto sia presente in quantità tali da richiedere precauzioni speciali per la costruzione, l'installazione e l'impiego di apparecchiature.

COMBUSTIONE: Reazione esotermica di ossidazione di una sostanza con un comburente (detto anche ossidante e comunemente costituito dall'ossigeno dell'aria), generalmente accompagnata da sviluppo di fiamme e/o di incandescenze e/o di fumo.

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 (pressione pari a 101325 Pa, temperatura pari a 293 K), purché tali variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive della sostanza infiammabile o combustibile.

LUOGO PERICOLOSO (IN RELAZIONE ALLE ATMOSFERE ESPLOSIVE PER LA PRESENZA DI GAS) *(CEI 31-87)*: luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'uso delle apparecchiature.

LUOGO NON PERICOLOSO (IN RELAZIONE ALLE ATMOSFERE ESPLOSIVE PER LA PRESENZA DI GAS) *(CEI 31-87)*: luogo in cui la presenza di un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non è previsto che sia presente in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'impiego delle apparecchiature.

ZONE *(CEI 31-87)*: classificazione del luogo pericoloso basata sulla frequenza di formazione e sulla durata di un'atmosfera esplosiva.

ESTENSIONE DELLA ZONA *(CEI 31-87)*: distanza, in qualsiasi direzione, dalla sorgente di emissione verso il punto in cui la miscela di gas/aria sarà diluita dall'aria ad una concentrazione al di sotto del limite inferiore di infiammabilità.

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. Le zone pericolose si distinguono in zona 0, zona 1, zona 2.

MEZZO DI CONTENIMENTO DELLA POLVERE *(CEI 31-88)*: alloggiamento di un apparecchio di processo previsto per trattare, processare, trasportare o contenere materiali al suo interno, che riduce il rischio di emissione di polvere nell'atmosfera circostante.

SORGENTE DI EMISSIONE (SE) *(CEI 31-87)*: un punto o parte da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore, una nebbia o un liquido infiammabile con una modalità tale da formare un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

PORTATA DI EMISSIONE (SE) *(CEI 31-87)*: quantità di gas, liquido, vapore o nebbia infiammabile emessa nell'unità di tempo dalla sorgente di emissione.

SORGENTE DI EMISSIONE DELLA POLVERE *(CEI 31-88)*: punto o parte dal quale la polvere può essere rilasciata nell'atmosfera.

FORMAZIONE CONTINUA DI UNA NUBE DI POLVERE *(CEI 31-88)*: luoghi nei quali una nube di polvere può esistere continuamente, oppure può essere previsto che esista per lunghi periodi o per periodi brevi che si manifestano frequentemente.

VENTILAZIONE *(CEI 31-87)*: movimento dell'aria e suo ricambio con aria nuova causati dall'effetto del vento, da gradienti di temperatura, o da mezzi artificiali (per esempio, ventilatori o estrattori).

DILUIZIONE *(CEI 31-87)*: la miscelazione di un vapore o gas infiammabile con l'aria che, nel corso del tempo, ridurrà la concentrazione infiammabile.

VOLUME DI DILUIZIONE *(CEI 31-87)*: il volume in prossimità di una sorgente di emissione dove la concentrazione del gas o vapore infiammabile non è diluita ad un livello sicuro.

CONCENTRAZIONE DI FONDO *(CEI 31-87)*: La concentrazione media della sostanza infiammabile all'interno del volume di interesse, all'esterno del pennacchio o del getto dell'emissione.

VOLUME IN ESAME *(CEI 31-87)*: il volume influenzato dalla ventilazione in prossimità dell'emissione considerata.

SOSTANZA INFIAMMABILE *(CEI 31-87)*: sostanza di per sé infiammabile, o in grado di produrre un gas, un vapore o una nebbia infiammabili.

LIQUIDO INFIAMMABILE *(CEI 31-87)*: liquido in grado di produrre un vapore infiammabile in una qualsiasi condizione operativa prevedibile.

GAS INFIAMMABILE LIQUEFATTO *(CEI 31-87)*: sostanza infiammabile che è depositata o movimentata come un liquido e che, a temperatura ambiente e pressione atmosferica, è un gas infiammabile.

GAS O VAPORE INFIAMMABILE *(CEI 31-87)*: gas o vapore che, quando miscelato con l'aria in determinate proporzioni, originerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

NEBBIA INFIAMMABILE *(CEI 31-87)*: goccioline di liquido, disperse in aria in modo tale da formare un'atmosfera esplosiva.

MISCELA IBRIDA *(CEI 31- 87)*: miscela di un gas o vapore infiammabile con una polvere.

FUNZIONAMENTO NORMALE *(CEI 31- 87)*: situazione in cui l'apparecchiatura funziona entro i propri parametri di progetto.

MANUTENZIONE DI ROUTINE *(CEI 31-87)*: intervento che deve essere effettuato occasionalmente o periodicamente nel funzionamento normale per mantenere le prestazioni proprie dell'apparecchiatura.

MALFUNZIONAMENTO RARO *(CEI 31-87)*: tipo di malfunzionamento che può accadere solo in circostanze rare.

GUASTO CATASTROFICO *(CEI 31-87)*: un evento che comporta il superamento dei parametri di progetto dell'impianto di processo e del sistema di controllo che determina l'emissione di sostanza infiammabile.

DEFLAGRAZIONE *(UNI EN 1127-1)*: Esplosione che si propaga a velocità subsonica.

DETONAZIONE *(UNI EN 1127-1)*: Esplosione che si propaga a velocità supersonica e caratterizzata da un'onda d'urto

ESPLOSIONE *(UNI EN 1127-1)*: Brusca reazione di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della pressione e/o della temperatura (onda di pressione e gradiente di temperatura).

LIMITE INFERIORE D'INFIAMMABILITA' (LFL) (CEI 31-87): la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disotto della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

LIMITE SUPERIORE D'INFIAMMABILITA' (UFL) (CEI 31-87): la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disopra della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

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.

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.).

TEMPERATURA DI ACCENSIONE DI UNO STRATO DI POLVERE *(CEI 31-88)*: termine generale che comprende costruzioni, accessori, dispositivi, componenti, e tutto ciò che è usato come parte di oppure in connessione con, un'installazione in un'atmosfera esplosiva.

TEMPERATURA DI ACCENSIONE DI UNA NUBE DI POLVERE *(CEI 31-88)*: a più bassa temperatura di una parete calda interna di un forno, alla quale si verifica l'accensione in una nube di polvere nell'aria contenuta al suo interno.

GRANDEZZE SIGNIFICATIVE SOSTANZE INFIAMMABILI

Le caratteristiche più significative delle sostanze infiammabili, utilizzate nel seguito, sono:

Nome e composizione (formula): la sostanza infiam

mabile deve essere individuabile tramite un nome, una formula o una indicazione di composizione, a discrezione, purché riconoscibile in modo univoco dagli utilizzatori della documentazione di classificazione.

Numero di identificazione CAS: il numero di identificazione **CAS** (**C**hemical **A**bstracts **S**ervice) è il numero d'identificazione delle sostanze riportato su un registro internazionale; esso prescinde dal nome commerciale della sostanza, quindi sostanze con denominazioni diverse possono avere lo stesso numero CAS se hanno le stesse caratteristiche chimico-fisiche. Il numero CAS è riportato sovente nelle schede di sicurezza delle sostanze.

Temperatura d'infiammabilità T_i *(CEI 31-87)*: la più bassa temperatura di un liquido alla quale, in determinate condizioni normalizzate, il liquido emette vapori in una quantità sufficiente a formare con l'aria una miscela in grado di essere accesa; questa temperatura è quindi il dato più significativo per stabilire l'infiammabilità della sostanza.

NOTA - 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 (se la sostanza non è riscaldata o non può venire in contatto con superfici calde, ci si riferisce alla massima temperatura ambiente).

Se la sostanza ha una *temperatura d'infiammabilità* maggiore della massima temperatura alla quale si trova o può trovarsi essa 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 di un gas o di un vapore *(CEI 31-87)*: densità di un gas o di un vapore, relativa a quella dell'aria alla stessa pressione ed alla stessa 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: rappresenta la densità ed è espressa in kg/mc. Può essere ricavata mediante la seguente formula:

$$\rho_{gas} = Pa * M / R * Ta$$

M = massa molare della sostanza infiammabile [kg/kmol]
P_a = pressione atmosferica dell'ambiente considerato [Pa]
R = costante universale dei gas = 8314 J/kmol K
T = temperatura dell'ambiente [K];

Massa volumica del liquido ρ_{liq}: la massa volumica ρ_{liq} (detta anche densità) è la massa dell'unità di volume, si esprime in kg/mc.

Coefficiente di diffusione dei gas c_d : il coefficiente di diffusione dei gas c_d si esprime m^2/h. Per le sostanze organiche con massa molare M ≥ 32 kg/kmol, tale coefficiente può essere assunto pari a 0,06 m^2/h. Il coefficiente di diffusione di una miscela c_{dmix} può essere calcolato considerando il coefficiente di diffusione delle singole sostanze e la loro quantità (in volume) nella miscela.

Rapporto tra i calori specifici γ: il rapporto tra i calori specifici a pressione costante ed a volume costante (o indice di espansione) $\gamma = c_p/c_v$ 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 nella letteratura, considerando che γ diminuisce con l'aumentare della complessità della molecola.

Calore specifico a temperatura ambiente c_{sl}: 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_{sl} 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 (energia) 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

Limiti di infiammabilità in aria *(CEI 31-87)*: i limiti di infiammabilità sono due:

- limite inferiore (***LFL***), la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disotto della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas;
- limite superiore (***UFL***), la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disopra della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.

A fini della Norma, il termine "*limite di esplodibilità*" e "*limite d'infiammabilità*" sono considerati equivalenti, per cui si parla anche di limite inferiore di esplodibilità (LEL) e limite superiore di esplodibilità (UEL).

Temperatura di ebollizione T_b: la temperatura di ebollizione di un liquido è la temperatura alla quale il liquido si trova in ebollizione ad una pressione ambiente di 101, 3 kPa *(CEI 31-87)*. 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: pressione esercitata quando un solido o un liquido è in equilibrio con i suoi stessi vapori *(CEI 31-87)*.

Temperatura di accensione T_{acc}: la temperatura più bassa di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate (in accordo alla IEC 60079-20-1), si accenderà una miscela con l'aria di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore *(CEI 31-87)*. La temperatura superficiale dei *prodotti ATEX* non deve pertanto superare la temperatura di accensione delle sostanze infiammabili presenti (*Ignition Temperature*).

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.

Tempo di persistenza t: tempo di persistenza al cessare dell'emissione, cioè tempo per far scendere la concentrazione media di sostanza infiammabile nell'atmosfera ambiente da un valore iniziale X0 a k volte il LEL, dopo l'arresto dell'emissione, calcolato con la formula [f.5.10.3-13], [s].

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot ln\left(\frac{k \cdot LEL}{X_0}\right)$$

Dove:

C_0 = numero di ricambi di aria nell'unità di tempo riferito al volume libero dell'ambiente [s^{-1}]

f_{SE} = fattore di efficacia della ventilazione, determinato come esposto al paragrafo "Efficacia della ventilazione"

X_0 = concentrazione iniziale media di sostanza infiammabile all'interno del volume pericoloso, al cessare dell'emissione

a) Per emissioni di gas o liquidi che bollono con Pv > Pa:

X_0 % = 50%

b) Per l'evaporazione di liquidi a temperatura inferiore alla loro temperatura di ebollizione:

$$X_0\,\% = \frac{P_v}{P_a * 2} * 100$$

Gruppo e classe di temperatura dei prodotti ATEX

Gruppo: i *prodotti ATEX* destinati all'installazione in zone con pericolo d'esplosione sono suddivisi in due gruppi con il seguente significato:

- gruppo I - prodotti per miniere con presenza di grisou;
- gruppo II - prodotti per luoghi con pericolo di esplosione diversi dalle miniere con presenza di grisou.

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.

Classe di temperatura	Massima temperatura superficiale dei prodotti ATEX	Temperatura di accensione 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

***Tabella 5.5-A** - Limiti di temperatura superficiale dei prodotti ATEX*

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.

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 SE.

RIPARTIZIONE DELLE AREE IN CUI POSSONO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE

Come indicato nella CEI 31-87, 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
Zona 0	**Luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas è presente continuativamente o per lunghi periodi o frequentemente**
Zona 1	**Luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas è probabile sia presente periodicamente oppure occasionalmente, durante il funzionamento normale**
Zona 2	**Luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non è probabile sia presente durante il funzionamento normale ma, se ciò avviene, è possibile che essa esista solo per un breve periodo**

GRADI DI EMISSIONE

Vengono 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.

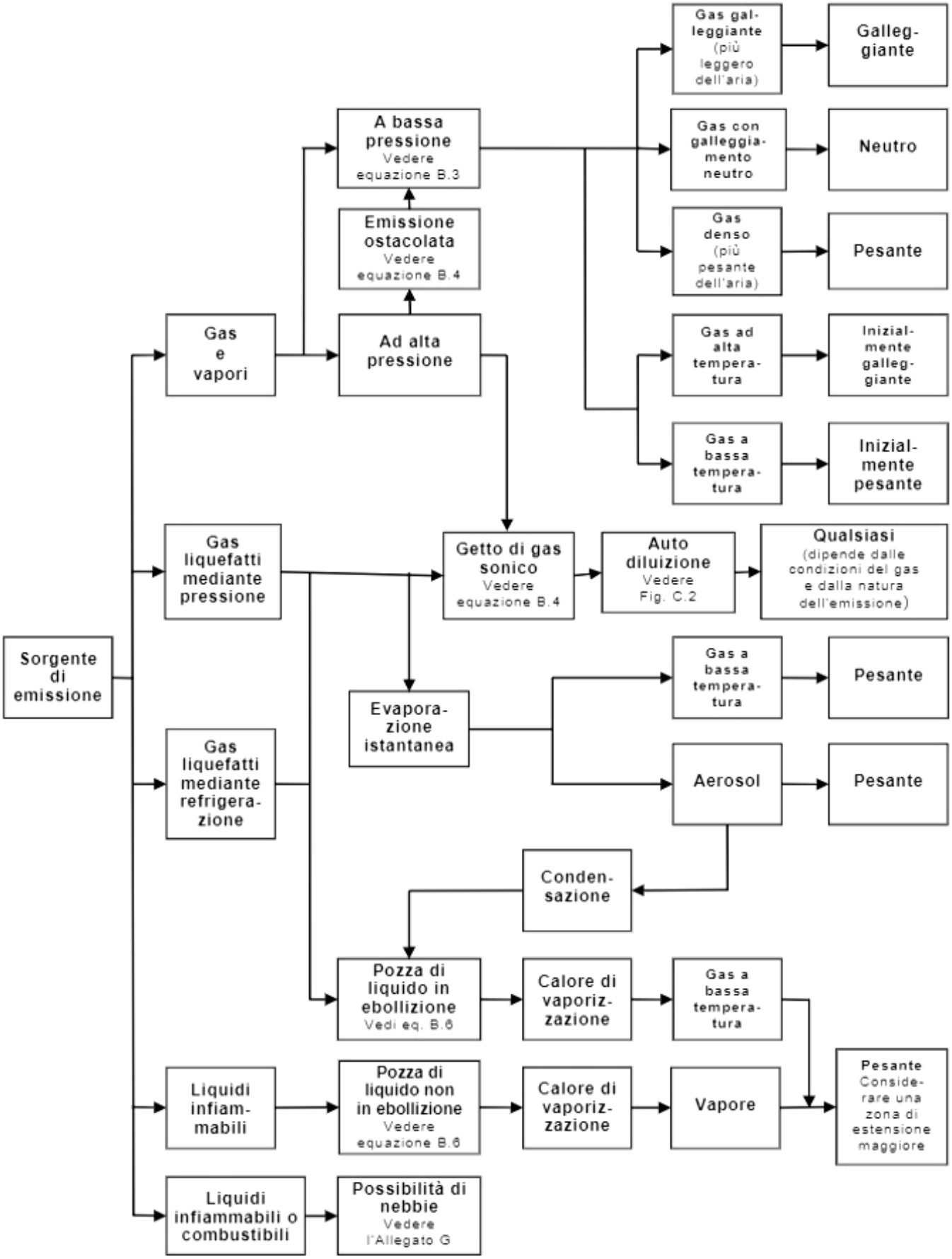
Emissione	Definizione
di grado CONTINUO	**Emissione continua oppure che è prevista avvenire frequentemente o per lunghi periodi.**
di PRIMO grado	**Emissione che può essere prevista avvenire periodicamente oppure occasionalmente durante il funzionamento normale.**
di SECONDO grado	**Emissione che non è prevista avvenire nel funzionamento normale e, se essa avviene, è probabile accada solo poco frequentemente e per brevi periodi.**

MODALITA' DI EMISSIONE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI

Come indicato nella CEI 31-87, la caratteristica di ogni emissione dipende dallo stato fisico della sostanza infiammabile, dalla sua temperatura e pressione.
Gli stati fisici comprendono:

- un gas, che può essere ad una pressione o una temperatura elevata;
- un gas liquefatto tramite l'applicazione della pressione, per esempio il GPL;
- un gas che può essere liquefatto solo tramite la refrigerazione, per esempio il metano;
- un liquido al quale è associata un'emissione di vapore infiammabile.

Un'emissione di sostanza infiammabile al disopra della sua temperatura d'infiammabilità darà origine a una nube di vapore o gas infiammabile che inizialmente può essere più o meno densa dell'aria circostante oppure può assumere un galleggiamento neutro. Le modalità di emissione e il comportamento assunto nelle varie condizioni sono illustrate di seguito mediante il diagramma di flusso estratto dall'allegato G.B.6. della CEI 31-87.


Sorgente di emissione
Gas e vapori
A bassa pressione Vedere equazione B.3
Emissione ostacolata Vedere equazione B.4
Ad alta pressione
Gas galleggiante (più leggero dell'aria)
Galleggiante
Gas con galleggiamento neutro
Neutro
Gas denso (più pesante dell'aria)
Pesante
Gas ad alta temperatura
Inizialmente galleggiante
Gas a bassa temperatura
Inizialmente pesante
Gas liquefatti mediante pressione
Getto di gas sonico Vedere equazione B.4
Auto diluizione Vedere Fig. C.2
Qualsiasi (dipende dalle condizioni del gas e dalla natura dell'emissione)
Gas liquefatti mediante refrigerazione
Evaporazione istantanea
Gas a bassa temperatura
Pesante
Aerosol
Pesante
Condensazione
Pozza di liquido in ebollizione Vedi eq. B.6
Calore di vaporizzazione
Gas a bassa temperatura
Liquidi infiammabili
Pozza di liquido non in ebollizione Vedere equazione B.6
Calore di vaporizzazione
Vapore
Pesante Considerare una zona di estensione maggiore
Liquidi infiammabili o combustibili
Possibilità di nebbie Vedere l'Allegato G

EFFICACIA DELLA VENTILAZIONE NATURALE O ARTIFICIALE

Il fattore di efficacia della ventilazione ***fSE*** rappresenta l'effettiva capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva in considerazione degli impedimenti al flusso d'aria presenti nell'intorno delle singole SE. Esso è dato dal rapporto tra la ventilazione necessaria in presenza di impedimenti e la ventilazione che si avrebbe senza detti impedimenti, per realizzare gli stessi ricambi d'aria nell'intorno della SE e può variare da 1 = situazione ideale, a 5 = flusso impedito da ostacoli.

Fattore di efficacia della ventilazione naturale o artificiale *(f_{SE} oppure f_a)*

a) Fattore di efficacia della ventilazione: ***f* = 1**

Ventilazione naturale o artificiale con libera circolazione dell'aria e pratica **assenza di impedimenti che possono ridurne l'efficacia di diluizione dell'atmosfera esplosiva nell'intorno della SE**. Per la ventilazione artificiale, è applicabile generalmente solo alla *ventilazione artificiale locale VAL* o alla ventilazione artificiale generale di piccoli locali (es. in cabine analizzatori, entro cappe di laboratorio o simili).

b) Fattore di efficacia della ventilazione: ***f* = 2**

Ventilazione naturale o artificiale generale *VAG* con **presenza di qualche impedimento alla libera circolazione dell'aria** che può ridurre in modo poco significativo la sua effettiva capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva nell'intorno della SE, ubicata a qualunque altezza dal suolo (es. in ambienti con strutture aperte, in ambienti senza avvallamenti significativi nel terreno, in ambienti con una perfetta conformazione del sistema di ventilazione e di distribuzione delle aperture di ventilazione, ecc.).

c) Fattore di efficacia della ventilazione: ***f* = *3***

Ventilazione naturale o artificiale generale con la **presenza di un medio numero di impedimenti alla libera circolazione dell'aria** che possono ridurre in modo significativo la sua effettiva capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva nell'intorno della SE (es. in ambienti con strutture solo parzialmente chiuse, all'interno di bacini di contenimento serbatoi di stoccaggio con diga o terrapieno non alto in relazione alla distanza dal serbatoio, in avvallamenti poco profondi del terreno in presenza di gas pesanti, in ambienti con una non perfetta conformazione del sistema di ventilazione e di distribuzione delle aperture di ventilazione, ecc.).

d) Fattore di efficacia della ventilazione: ***f* = *4***

Ventilazione naturale o artificiale generale con **presenza di un grande numero di impedimenti alla libera circolazione dell'aria** che possono ridurre molto la sua effettiva capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva nell'intorno della SE, (es. in ambienti con strutture semi-chiuse, all'interno di bacini di contenimento serbatoi di stoccaggio con diga o terrapieno mediamente alto in relazione alla distanza dal serbatoio, in avvallamenti profondi nel terreno in presenza di gas pesanti, che, tuttavia, non possono essere assimilati a fosse, in ambienti con una inadeguata conformazione del sistema di ventilazione e di distribuzione delle aperture di ventilazione, ecc.).

e) Fattore di efficacia della ventilazione: ***f* = *5***

Ventilazione naturale o artificiale generale con **presenza di un grandissimo numero di impedimenti alla libera circolazione dell'aria** che possono ridurre molto la sua effettiva capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva nell'intorno della SE, (es. SE poste immediatamente dietro a grandi ostacoli, oppure in sottotetti alti in presenza di gas leggeri, o in fosse profonde in presenza di gas pesanti, dove esistono vere e proprie restrizioni al ricambio dell'aria, quindi da considerare generalmente un ambiente chiuso con grado della ventilazione basso, in ambienti con una non corretta conformazione del sistema di ventilazione e di distribuzione delle aperture di ventilazione, ecc.).

GRADO DELLA DILUIZIONE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE

La valutazione delle condizioni di ventilazione nei luoghi con presenza di gas infiammabili rappresenta un passaggio fondamentale e la presenza di un impianto di ventilazione ben determina, secondo la sua efficienza, una modifica più o meno preponderante della probabilità di formazione di zone pericolose e, quindi, una *"declassificazione"* delle stesse.
Per valutare l'effetto di un sistema di ventilazione, bisogna stabilire due parametri fondamentali:

- il **grado di diluizione**;
- la **disponibilità** del sistema di ventilazione.

Il ***grado di diluizione*** (punto 6.5.4 della norma CEI 31-87) è una misura della capacità della ventilazione o delle condizioni atmosferiche di diluire un'emissione ad un livello sicuro. Pertanto, per una ventilazione/condizioni atmosferiche con determinate caratteristiche, ad una emissione più grande corrisponde un grado di diluizione inferiore, e, per un'emissione di una data entità, ad una portata di ventilazione più bassa corrisponde un grado di diluizione inferiore.

Grado di diluizione	Definzione
ALTO	La concentrazione in prossimità della sorgente di emissione si riduce rapidamente e, dopo l'arresto dell'emissione, praticamente non ci sarà persistenza.
MEDIO	Mentre l'emissione è in corso, la concentrazione è controllata determinando una zona i cui limiti sono stabili e, dopo l'arresto dell'emissione, l'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non persiste in modo ingiustificato.
BASSO	Mentre l'emissione è in corso la concentrazione è significativa, e/o dopo l'arresto dell'emissione, c'è una persistenza significativa dell'atmosfera infiammabile.

Il grado di diluizione viene determinato dal seguente grafico:

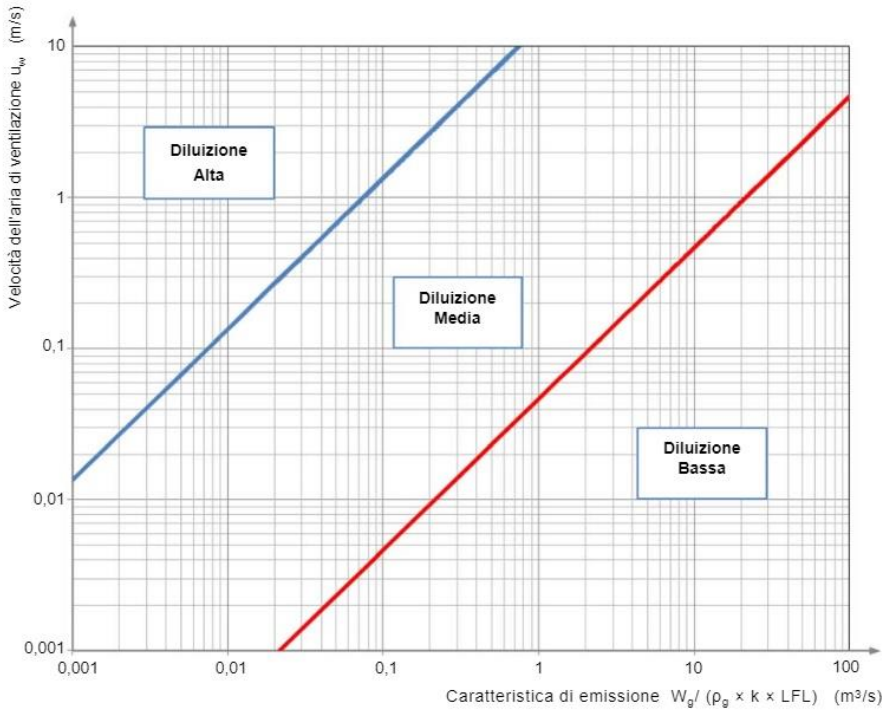


Figura C.1 *- Grafico pe rla valutazione del grado di diluizione*

Dove:

- u_W è la velocità dell'aria di ventilazione, determinata come spiegato al paragrafo seguente[m/s];

$$\frac{W_g}{\rho_g k LFL}$$

- è una caratteristica di emissione [m3/s];
- Wg portata di emissione massica di sostanzainfiammabile [Kg/s];

$$\rho_g = \frac{p_a M}{R\ T_a}$$

- è la massa volumica del gas/vapore [kg/m3], già definita al paragrafo *Grandezze significative delle sostanze infiammabili* ;

- LFL è il limite inferiore di infiammabilità;

- k = coefficiente di sicurezza applicato a LFL.

Nei luoghi all'aperto dove non ci sono particolari restrizioni al movimento dell'aria di ventilazione, se la condizione per la diluizione alta non è raggiunta, il grado di diluizione deve essere classificato come medio. Generalmente, nelle situazioni all'aperto, un grado di diluizione basso non si presenterà.

Per le applicazioni al chiuso occorre anche valutare la concentrazione di fondo Xb in accordo a quanto riportato al capitolo **C.3.6.2** della CEI 31-87 e se questa concentrazione di fondo dovesse risultare superiore al 25 % del LFL, il grado della ventilazione dovrebbe essere generalmente considerato come **basso**.

La concentrazione di fondo è la concentrazione media di sostanza infiammabile all'interno del volume in esame (locale o fabbricato) dopo un periodo di tempo durante il quale si è stabilita una condizione stazionaria tra l'emissione e il movimento dell'aria indotto dalla ventilazione.

La concentrazione di fondo Xb in (vol/vol) viene essere stimata come segue (*formula C.1 CEI 31-87*):

$$X_b = \frac{f \times Q_g}{Q_g + Q_1} = \frac{f \times Q_g}{Q_2}$$

con:
Qg = portata volumetrica del gas emesso dalla sorgente (m3/s);
Q1= portata volumetrica dell'aria in ingresso al locale attraverso le aperture (m3/s);
Q2 = portata volumetrica della miscela aria/gas in uscita dal locale (m3/s)
f = è una misura del grado con cui l'aria contenuta nell'involucro, all'esterno della zona di emissione, è ben miscelata e può essere considerato come segue:

f =1; la concentrazione di fondo è essenzialmente uniforme e l'uscita è lontana dall'emissione, così che la concentrazione in corrispondenza dell'uscita riflette la concentrazione di fondo media.

f >1; c'è un gradiente della concentrazione di fondo dovuto all'inefficienza della miscelazione, e l'uscita è lontana dall'emissione stessa, così che la concentrazione in corrispondenza dell'uscita è più bassa della concentrazione di fondo media. Il fattore fpotrebbe essere compreso tra 1,5 quando la miscelazione è leggermente inefficiente e 5 quando la miscelazione è molto inefficiente.

VELOCITA' DELL'ARIA DI VENTILAZIONE

Il movimento dell'aria per portare via il gas dovrebbe essere stimato, prima di tutto, basandosi sulla valutazione della ventilazione delle situazioni al chiuso, oppure tramite il movimento dell'aria causato dal vento nelle situazioni all'aperto.
Per le situazioni al chiuso, il movimento o la velocità dell'aria di ventilazione potrebbe essere stabilita sulla velocità media della velocità del movimento dell'aria causato dalla ventilazione. Questo potrebbe essere calcolato dividendo la portata volumetrica della miscela gas/aria per l'area della sezione trasversale perpendicolare al movimento dell'aria.

Per gli involucri naturalmente ventilati e i luoghi all'aperto, la velocità dell'aria di ventilazione dovrebbe essere valutata come la velocità che è disponibile per più del 95 % del tempo. La disponibilità di questa ventilazione può essere considerata "adeguata".

Per i luoghi aperti, il valore della velocità dell'aria di ventilazione potrebbe essere basato sulle statistiche relative alla velocità del vento utilizzando un fattore di riduzione per considerare l'altezza di riferimento applicata dai vari metodi statistici meteorologic

Dove non sono disponibili dati provenienti da fonti statistiche, la Tab. C.1 illustra un approccio pratico per definire la velocità dell'aria di ventilazione all'aperto.

DISPONIBILITA' DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE

La ***disponibilità*** della ventilazione ha, ovviamente, influenza sulla presenza o formazione di un'atmosfera esplosiva. La norma CEI 31-87 considera i seguenti tre livelli di disponibilità:

- **buona**: la ventilazione è presente praticamente con continuità;
- **adeguata**: è previsto che la ventilazione sia presente durante il funzionamento normale. Sono ammesse delle interruzioni purché siano poco frequenti e per brevi periodi;
- **scarsa**: la ventilazione non risponde alle normali prescrizioni di adeguata o buona, ma non è previsto che le interruzioni si manifestino per lunghi periodi.

VENTILAZIONE NATURALE DOVUTA ALLA SPINTA DEL VENTO

Il grado del movimento dell'aria all'interno di un fabbricato dipenderà dalla dimensione e dalla posizione delle aperture rispetto alla direzione del vento, così come dalla forma del fabbricato.
La ventilazione implica che ci sia l'ingresso e l'uscita di aria attraverso alcune aperture che svolgeranno la funzione di aperture d'ingresso e aperture d'uscita.
La portata dell'aria dovuta alla spinta del vento viene essere stimata come segue (*formula C.2 CEI 31-87*):

con:
Cd = coefficiente di scarico (adimensionale), caratteristico di aperture di ventilazione di grandi dimensioni, di ingresso oppure di uscita, che tiene conto della turbolenza e della viscosità, tipicamente da 0,50 a 0,75;
Ae = area effettiva delle aperture (m2);
uw = velocità del vento (m/s);
ΔCp = coefficiente di pressione caratteristico del fabbricato (adimensionale);

Ventilazione locale, estrazione

La ventilazione artificiale locale è raccomandata ovunque praticabile in quanto può migliorare il grado di diluizione vicino alla sorgente di emissione. Generalmente, per essere efficace, la ventilazione artificiale locale dovrebbe essere posizionata vicino alla sorgente di emissione.

ZONE PERICOLOSE IN FUNZIONE DELLA VENTILAZIONE

La probabilità di formazione di **zone pericolose** dipende dalle caratteristiche del sistema di ventilazione. Nella tabella seguente (*CEI 31-87, tabella D.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.

Tabella D.1 - Zone in relazione al gardo di emissione e all'efficacia della ventilazione

Grado della emissione	Efficacia della ventilazione						
	Diluzione Alta			Diluzione Media			Diluzione Bassa
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	*Adeguata*	*Scarsa*	*Buona*	*Adeguata*	*Scarsa*	*Buona, Adeguata o Scarsa*
CONTINUO	Non pericolosa (Zona 0 NE)[a]	Zona 2 (Zona 0 NE)[a]	Zona 1 (Zona 0 NE)[a]	Zona **0**	Zona **0** + Zona **2**	Zona **0** + Zona **1**	*Zona 0*
PRIMO	Non pericolosa (Zona 1 NE)[a]	Zona 2 (Zona 1 NE)[a]	Zona 2 (Zona 1 NE)[a]	Zona **1**	Zona **1** + Zona **2**	Zona **1** + Zona **2**	*Zona 1 oppure Zona 0* [c]
SECONDO [b]	Non pericolosa (Zona 2 NE)[a]	Non pericolosa (Zona 2 NE)[a]	Zona 2	Zona **2**	Zona **2**	Zona **2**	*Zona 1 e persino Zona 0* [c]

Note

(a) Zona 0 NE, 1 NE oppure 2 NE indica una zona teorica nella quale, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.
(b) Il luogo classificato come zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di gardo primo o continuo; in questo caso, dovrebbe essere applicata la distanza maggiore.
(c) Sarà zona 0 se la ventilazione è così debole e l'emissione è tale che, in pratica, un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas esiste virtualmente in continuazione (avvicinandosi cioè ad una condizione di "assenza della ventilazione").
"+" significa "circondata da".
La disponibilità della ventilazione negli spazi chiusi naturalmente ventilati non deve mai essere considerata buona.

CALCOLO DELLA PORTATA DI EMISSIONE

Per il calcolo della **portata di emissione** di ogni sorgente di emissione sono state utilizzate le formule riportate nella *Guida CEI 31-87*, che forniscono risultati cautelativi adatti alla classificazione delle zone pericolose.
Per il calcolo della **portata di emissione dei gas in singola fase**, come indicato nella *CEI 31-87, punto B.7.2.3.1*, occorre innanzitutto definire il regime di flusso, applicando la seguente relazione:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

con

Pa = pressione atmosferica dell'ambiente considerato [Pa]
P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione [Pa]
γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;

Quando la condizione è rispettata si ha flusso sonico (> 343 m/s), quando non è rispettata si ha flusso subsonico.

La **portata di emissione di gas o vapore** viene calcolata diversamente in caso di regime sonico o subsonico.
In regime subsonico si applica la seguente formula (CEI 31-87 punto B.7.2.3.2, *formula B.3*):

In **regime sonico** si applica la seguente formula (CEI 31-87 punto B.7.2.3.3, *formula B.3*):

con

Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile[kg/s];
Cd = coefficiente di efflusso (adimensionale) che è una caratteristica delle aperture di emissione e tiene conto degli effetti della turbolenza e della viscosità, tipicamente da 0,50 a 0,75 per gli orifizi irregolari e da 0,95 a 0,99 per gli orifici circolari;
S = area (sezione) della SE, [mq]: del foro di emissione, di qualunque forma, della pozza, della superficie libera di un liquido in contenitore oppure dell'apertura di ventilazione di un ambiente;
M = massa molare della sostanza infiammabile [kg/kmol]
T = temperatura assoluta del fluido, gas o vapore (K);
p = pressione all'interno del sistema di contenimento [Pa];
pa = pressione atmosferica;
Z = fattore di comprimibilità (adimensionale).

Per il calcolo della **portata di emissione di liquido**, viene utilizzata la seguente formula (CEI 31-87 punto B.7.2.2, *formula B.1*):

con:

W = portata di emissione di liquido (massa per unità di tempo, kg/s);
S = sezione dell'apertura (foro), attraverso la quale il fluido è emesso (m2);
ρ = massa volumica del liquido (kg/m3);
Δp = differenza di pressione attraverso l'apertura che perde in (Pa);

Per il calcolo della **portata di emissione di pozze che emettono vapori**, viene utilizzata la seguente formula (CEI 31-87 punto B.7.3, *formula B.6*):

con:

We = portata di evaporazione del liquido (kg/s)
uw = velocità del vento al disopra della superficie della pozza di liquido (m/s);
Ap = area della superficie della pozza (m2);
pv = tensione di vapore alla temperatura del liquido T (kPa);
M = massa molare del gas o vapore (kg/kmol);
R = costante universale dei gas (8314 J/kmol K);
T = temperatura assoluta del fluido, gas o vapore (K);

Le pozze che emettono vapori potrebbero essere il risultato del versamento o della perdita di liquido, ma potrebbero far parte anche di un sistema di processo nel quale il liquido infiammabile è depositato o movimentato in un recipiente aperto.

ESTENSIONE DELLA DISTANZA PERICOLOSA

L'estensione della zona pericolosa o della regione nella quale il gas infiammabile potrebbe manifestarsi dipende dalla portata di emissione e da molti altri parametri quali le proprietà del gas, la geometria dell'emissione e quella del luogo circostante. La Fig. D.1 della CEI 31-87, può essere utilizzata come una guida per determinare l'estensione delle zone pericolose per le varie modalità di emissione.

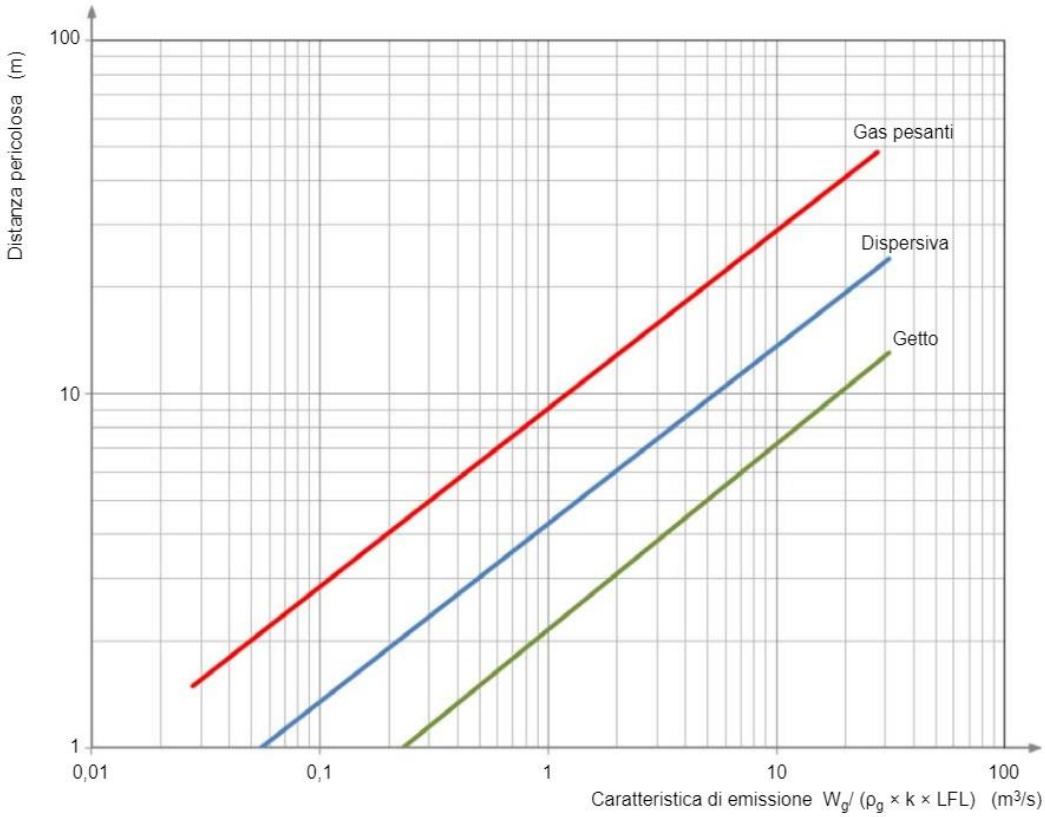


***Figura D.1** - Diagramma per la stima delle distanze pericolose*

Dove:

- $\frac{W_g}{\rho_g k LFL}$ è una caratteristica di emissione [m3/s];
- Wg portata di emissione massica di sostanzainfiammabile [Kg/s];

$$\rho_g = \frac{p_a M}{R T_a}$$

- è la massa volumica del gas/vapore [kg/m3], già definita al paragrafo *Grandezze significative delle sostanze infiammabili* ;

- LFL è il limite inferiore di infiammabilità

- k = coefficiente di sicurezza applicato a LFL, tipicqamente tra 0,5 e 1.

La linea appropriata dovrebbe essere scelta in base al tipo di emissione:
a) emissione sottoforma di **getto** ad alta velocità, non ostacolata.
b) emissione **dispersiva** sottoforma di getto a bassa velocità oppure sottoforma di getto che perde la sua quantità di moto a causa della geometria dell'emissione oppure a causa dell'impatto con superfici poste nelle vicinanze.
c) **gas o vapori pesanti** che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno).

EMISSIONI STRUTTURALI

Al fine di ridurre al minimo le emissioni strutturali si prevede l'attuazione di una corretta manutenzione. Le parti usurabili verranno sostituite quando le perdite diventeranno significative. La periodicità di sostituzione delle parti usurabili è stata definita sulla base delle istruzioni del costruttore e sulla base dell'esperienza, sia del gestore, sia del manutentore dell'impianto, non solo considerando la continuità dell'esercizio ma anche l'aspetto sicurezza contro le esplosioni, evitando la presenza di atmosfere esplosive.

Nel caso in cui non fosse possibile rispettare quanto sopra riportato, le singole emissioni strutturali verranno considerate emissioni continue, per le quali verranno valutate le portate Wg.

CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

La classificazione delle aree con pericolo di esplosione è stata effettuata tenendo conto sia del grado di emissione, sia della diluizione e della disponibilità della ventilazione (naturale e/o artificiale), come previsto dalla CEI 31-87.

La classificazione dei luoghi è un metodo per analizzare e classificare l'ambiente dove si possono formare atmosfere esplosive per la presenza di gas, al fine di facilitare la corretta scelta, installazione e funzionamento delle apparecchiature da impiegarsi con sicurezza in tale ambiente. La classificazione dei luoghi ha due obiettivi principali, la determinazione del tipo di ogni zona pericolosa, e l'estensione della zona.

Poiché un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas può esistere solamente se è presente un gas o un vapore infiammabile in miscela con l'aria, è necessario stabilire se nel luogo considerato possono essere presenti sostanze infiammabili. Nella generalità dei casi, tali gas e vapori (ed i liquidi e solidi infiammabili che possono generarli) sono contenuti all'interno di apparecchiature di processo che possono risultare a tenuta totale o meno.

INDIVIDUAZIONE DEI TIPI DI PERICOLO

Il pericolo di atmosfere esplosive ha origine, in genere, dai punti di discontinuità dei sistemi di contenimento delle sostanze infiammabili dai quali le sostanze stesse possono essere emesse nell'ambiente (sorgenti di emissione). Per i liquidi infiammabili, oltre ai punti di discontinuità dei sistemi di contenimento devono essere considerate le pozze che si formano dove il liquido va a cadere e si raccoglie, in quanto evaporando possono formare atmosfere esplosive.

Pericoli d' ESPLOSIONE o di INCENDIO

Le sostanze presenti nel luogo considerato hanno diverse tipologie di pericolo per le quali si rimanda alle "schede di sicurezza e ambiente". Le sostanze infiammabili e le sostanze combustibili possono creare pericoli d'esplosione o di incendio in relazione con le loro caratteristiche chimico-fisiche, le condizioni operative e di stoccaggio e le condizioni ambientali.

In particolare:

a) le sostanze infiammabili allo stato di gas o vapore, dopo l'emissione, se disperse in un comburente (es. l'aria ambiente) possono creare atmosfere esplosive pericolose; oppure,

b) le sostanze infiammabili o combustibili allo stato liquido (o solido che sublima), dopo l'emissione, possono formare pozze che, per effetto della loro stessa tensione di vapore alta, evaporano abbastanza rapidamente per creare atmosfere esplosive pericolose, fungendo così da sorgenti di emissione (SE); oppure,

c) le sostanze combustibili allo stato di liquido (o solido che sublima) dopo l'emissione, possono formare pozze che, per effetto della loro stessa tensione di vapore bassa, evaporano lentamente senza creare atmosfere esplosive pericolose.

Per la classificazione dei luoghi è stata valutata sia la probabilità di formazione delle atmosfere esplosive pericolose nel punto di emissione (SE), sia la probabilità di formazione di pozze.

Le pozze di liquidi infiammabili e/o combustibili all'esterno dei sistemi di contenimento vengono in genere limitate, sia come probabilità di presenza, sia come estensione. Si deve considerare che piccole emissioni diluite nel tempo o continue, che non determinano zone pericolose nelle immediate vicinanze della sorgente di emissione (SE), ad esempio le emissioni strutturali, possono, nel tempo, creare atmosfere esplosive pericolose quando avvengono in ambienti chiusi, particolarmente in quelli di piccole dimensioni.

PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PERICOLOSI

La classificazione dei luoghi è un metodo di analisi e di suddivisione convenzionale del luogo considerato in zone pericolose e zone non pericolose in relazione alla provenienza del pericolo d'esplosione ed alla probabilità di presenza del pericolo.

Il procedimento di classificazione dei luoghi adottato è il seguente.

Per il REPARTO considerato:

- *sono stati raccolti i dati generali di progetto;*
- *è stata verificata l'applicabilità delle Norme;*
- *sono state individuate le sostanze infiammabili e le relative caratteristiche;*
- *sono state individuate le sorgenti di emissione (SE) ed è stato stabilito se esiste la possibilità di formazione di pozze al di fuori dei sistemi di contenimento e rilevando eventualmente le loro dimensioni;*
- *si è verificato se esiste la possibilità di eliminare o limitare quanto più possibile la quantità di SE.*

Per ogni Sorgente di Emissione (SE):

- *è stata determinata la possibilità di emissione di sostanze infiammabili (attribuzione del grado o gradi di emissione) ed è stata verificata la possibilità di eliminare o limitare quanto più possibile le emissioni di grado continuo e primo grado o almeno di ridurne le portate;*
- *è stata verificata l'eventuale presenza di sistemi di ventilazione artificiale locale, o l'opportunità di prevederli;*
- *sono state individuate eventuali SE rappresentative di altre;*
- *è stato preparato un elenco di tutte le Sorgenti di Emissione SE.*

Per ciascun grado di emissione delle singole Sorgenti di Emissione (SE):
- *è stata calcolata la portata di emissione e la distanza pericolosa;*
- *sono state definite le zone pericolose originate dalle singole emissioni considerando, ove necessario, l'influenza della contemporaneità delle emissioni sulla classificazione dei luoghi;*
- *sono state calcolate le estensioni delle zone pericolose originate dalle singole emissioni;*

Dopo aver determinato i tipi e le estensioni di tutte le zone pericolose originate dalle singole emissioni:
- *sono state individuate le aperture interessate da zone pericolose;*
- *è stata valutata la possibilità di adottare misure tecniche e/o organizzative per ridurre il pericolo d'esplosione;*
- *è stato eseguito, ove necessario, l'inviluppo delle zone pericolose originate dalle singole sorgenti di emissione e sono stati stabiliti i dati per la definizione dei requisiti dei prodotti;*
- *è stata preparata la documentazione tecnica di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione, considerando il livello di progettazione in cui si opera.*

METODOLOGIA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del RISCHIO è stata condotta nel seguente modo.

1) individuazione delle possibili conseguenze, considerando ciò che potrebbe ragionevolmente accadere, e scelta di quella più appropriata tra i quattro seguenti possibili **DANNI** e precisamente

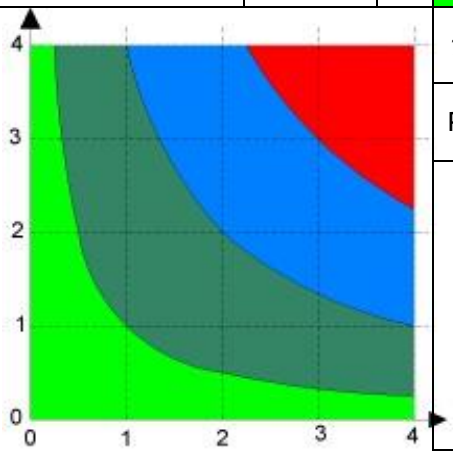
DANNO	VALORE
LIEVE	1
MODESTO	2
GRAVE	3
GRAVISSIMO	4

2) valutazione della **PROBABILITA'** della conseguenza individuata nella precedente fase, scegliendo quella più attinente tra le seguenti quattro possibili:

PROBABILITA'	VALORE
IMPROBABILE	1
POSSIBILE	2
PROBABILE	3
MOLTO PROBABILE	4

3) valutazione finale dell'entità del **RISCHIO** in base alla combinazione dei due precedenti fattori e mediante l'utilizzo della seguente MATRICE di valutazione, ottenuta a partire dalle curve Iso-Rischio.

MATRICE DI VALUTAZIONE						
GRAVISSIMO	DANNO D	4	2 (4)	3 (8)	4 (12)	4 (16)
GRAVE		3	2 (3)	3 (6)	3 (9)	4 (12)
MODESTO		2	1 (2)	2 (4)	3 (6)	3 (8)
LIEVE		1	1 (1)	1 (2)	2 (3)	2 (4)
			1	2	3	4
			PROBABILITA' P			
			IMPROBABILE	POSSIBILE	PROBABILE	MOLTO PROBABILE



Dalla combinazione dei due fattori precedenti (PROBABILITA' e DANNO) viene ricavata, come indicato nella Matrice di valutazione sopra riportata, l'***Entità del RISCHIO*** *(nel seguito denominato semplicemente* ***RISCHIO****)*, con la seguente gradualità:

1	2	3	4
1 ≤ DxP ≤ 2	3 ≤ DxP ≤ 4	6 ≤ DxP ≤ 9	12 ≤ DxP ≤ 16
MOLTO BASSO	BASSO	MEDIO	ALTO

Il procedimento è stato effettuato per ogni Sorgente di Emissione. Dal confronto dei risultati è stato desunto il valore finale del RISCHIO per l'ambiente/reparto considerato, assumendo il valore peggiore.

DETERMINAZIONE DELLA PROBABILITA' P

La probabilità **P** è stata determinata mediante i seguenti due fattori:

- probabilità che le fonti di accensione siano presenti e divengano attive ed efficaci (**PFA**)
- probabilità e durata della presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili (**PPG**)

PROBABILITA' FONTI DI ACCENSIONE (PFA)

Per determinare la probabilità relativa alle possibili fonti di accensione, è stata compilata una specifica check-list, al fine di individuare quali fonti siano presenti e con quale probabilità.

Sono state considerate le seguenti tipologie generali di innesco, come indicate nella norma **UNI EN 1127-1 / 2008 e s.m.i.**:

- Superfici calde
- Fiamme e gas caldi (compreso particelle calde)
- Scintille di origine meccanica
- Materiale elettrico
- Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica
- Elettricità statica
- Fulmini
- Onde elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) da 104 Hz a 3*1012 Hz
- Onde elettromagnetiche da 3*1011Hz a 3*1015Hz
- Radiazioni ionizzanti
- Ultrasuoni
- Compressione adiabatica e onde d'urto
- Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri

La idoneità delle sorgenti di accensione è stata confrontata con le caratteristiche di accensione delle sostanze infiammabili, tenendo conto anche delle sorgenti che potrebbero manifestarsi a seguito di operazioni di manutenzione o pulizia.

Qualora non possa essere valutata la probabilità di esistenza di una determinata sorgente di accensione efficace, è stato supposto che la sorgente di accensione sia sempre presente.

Per ogni possibile fonte di accensione eventualmente presente è stata indicata la probabilità tra le seguenti quattro (ad ognuna delle quali è stato attribuito un punteggio da 1 a 4):

Fattore PFA	Definizione	Punti
PFA4 (Molto Probabile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi continuamente o frequentemente e possono manifestarsi durante il normale funzionamento delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	**4**
PFA3 (Probabile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi in circostanze rare e possono manifestarsi unicamente a seguito di disfunzioni delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	**3**
PFA2 (Possibile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi in circostanze molto rare e possono manifestarsi unicamente a seguito di rare disfunzioni delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	**2**
PFA1 (Improbabile)	Sorgenti di accensione assenti o, se presenti, praticamente non efficaci	**1**

PROBABILITA' e durata della PRESENZA di GAS esplosivi (PPG)

Per la valutazione della probabilità e durata della presenza di gas esplosivi, è stata utilizzata la seguente tabella:

Fattore PPG	Definizione	Punti
PPG4	**Zona 0** - Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.	**4**
PPG3	**Zona 1** - Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.	**3**
PPG2	**Zona 2** - Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.	**2**
PPG1	**Zona NE** - Area non pericolosa, nella quale è quasi impossibile che si formi un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.	**1**

Per determinare la probabilità PPG sono state prese in considerazione sia le Prime Zone di classificazione di Emissione PPG (Z1), sia le Seconde Zone PPG (Z2).

DETERMINAZIONE DEL DANNO D

Il valore del Danno **D** viene determinato in funzione delle Zone di Classificazione già indicate nella tabella precedente, sommando al punteggio relativo alla zona stessa alcuni elementi o indici e ragguagliando poi il valore ad un numero tra 1 e 4.

In particolare è stata utilizzata la seguente formula:
D = Valore Ragguagliato di D' (con D' = FD + IPL + IKG + IVZ + ICN)

Essendo
FD il valore primario del fattore di danno, dipendente dalla zona di classificazione ed avente un valore da 1 a 4, come riportato nella seguente tabella:

Zona	FD
Zona 0	**4**
Zona 1	**3**
Zona 2	**2**
Zona NP (Non Pericolosa)	**1**

IPL un indice dipendente dalla presenza dei lavoratori nell'ambiente oggetto della valutazione ed avente un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Presenza Lavoratori	IPL
Nulla	**0**
Saltuaria	**0,25**
Continua	**0,50**

IKG un indice dipendente dal valore dell'indice di esplodibilità della sostanza relativa alla SE ed avente anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

KG [bar m/s]	**IKG**
≤ 500	**0**
500 < KG ≤ 1000	**0,25**
> 1000	**0,50**

IVZ un indice dipendente dall'entità del Volume pericoloso Vz ed assume anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Vz [dm^3]	**IVZ**
≤ 10	**0**
10 < VZ ≤ 100	**0,25**
> 100	**0,50**

ICN un indice dipendente dal tipo di confinamento della nube di polvere ed assume anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Tipo Confinamento Gas	**ICN**
Non confinata	**0**
Parzialmente confinata	**0,25**
Completamente confinata	**0,50**

I valori sono stati calcolati, come al solito, sia per le Sorgenti di Emissione SE, sia per gli Strati.

VALUTAZIONE - ATEX GAS

Si riporta in seguito:

- **TABELLA CON ELENCO DELLE POSTAZIONI PRESE IN ESAME;**
- **SCHEDE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO.**

GAS		
Punto di misura	**Postazione**	**Reparto / impianto**
1	Flangia tubazione interna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
2	Valvola tubazione interna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
3	Flangia tubazione esterna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione
4	Valvola tubazione esterna adduzione gas metano	Impianto di cogenerazione

La presente classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione è stata elaborata mediante software AtexGas (Copyrigth TNE srl – Torino) basato su Norma EN 60079-10-1 (CEI 31-87) e Blumatica.

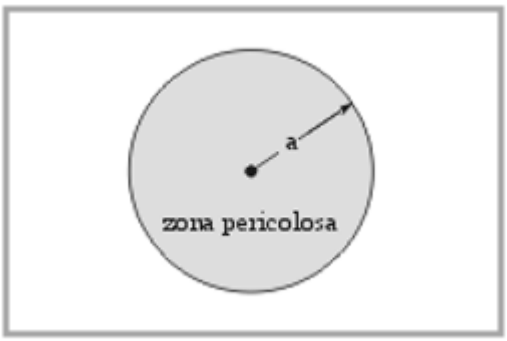
Si riportano nel seguito le schede di valutazione del rischio esplosione.

SCHEDA DI VALUTAZIONE RISCHIO ESPLOSIONE - GAS

DITTA	GENERA PROJECTS SRL	Scheda n°1	
AMBIENTE	IMPIANTO DI COGENERAZIONE		
POSTAZIONE	P001	FLANGIA TUBAZIONE INTERNA ADDUZIONE GAS METANO	
SOSTANZE PRESENTI	METANO		
SORGENTE DI EMISSIONE	SE001 – METANO		
GRADO SE	GRADO SECONDO		
CLASSIFICAZIONE ZONA SE	Zona 2		
TIPO DI EMISSIONE GAS	Getto		
GRADO DI DILUIZIONE	Diluizione alta		
ESTENSIONE DELLA ZONA SE (m)	dz (m) = 1.00		
SORGENTI D'INNESCO	Superfici Calde		0
	Fiamme e gas caldi		0
	Scintille di origine meccanica		0
	Materiale elettrico	Possibile	2
	Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica		0
	Elettricità statica		0
	Fulmini		0
	Onde elettromagnetiche RF da 104 Hz a 3 x 1012 Hz		0
	Onde elettromagnetiche da 3 x 1011 Hz a 3x1015 Hz		0
	Radiazioni ionizzanti		0
	Ultrasuoni		0
	Compressione adiabatica e onde d'urto		0
	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri		0

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

SE	**D_{Z1}**	**P_{Z1}**		**SE**	**D_{Z2}**	**P_{Z2}**	
SE001	1	2	**2**	**ST001**			
Valore del rischio	**$R_{Z1}=D_{Z1}xP_{Z1}$**			$R_{Z2}=D_{Z2}xP_{Z2}$			
Descrizione livello del rischio	Classe di rischio 1					Rischio molto basso	

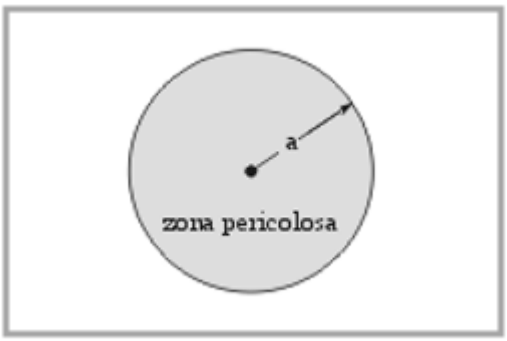


SCHEDA DI VALUTAZIONE RISCHIO ESPLOSIONE - GAS

DITTA	GENERA PROJECTS SRL	Scheda n°2	
AMBIENTE	IMPIANTO DI COGENERAZIONE		
POSTAZIONE	P002	VALVOLA TUBAZIONE INTERNA ADDUZIONE GAS METANO	
SOSTANZE PRESENTI	METANO		
SORGENTE DI EMISSIONE	SE001 – METANO		
GRADO SE	GRADO SECONDO		
CLASSIFICAZIONE ZONA SE	Zona 2		
TIPO DI EMISSIONE GAS	Getto		
GRADO DI DILUIZIONE	Diluizione alta		
ESTENSIONE DELLA ZONA SE (m)	dz (m) = 1.00		
SORGENTI D'INNESCO	Superfici Calde		0
	Fiamme e gas caldi		0
	Scintille di origine meccanica		0
	Materiale elettrico	Possibile	2
	Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica		0
	Elettricità statica		0
	Fulmini		0
	Onde elettromagnetiche RF da 104 Hz a 3 x 1012 Hz		0
	Onde elettromagnetiche da 3 x 1011 Hz a 3x1015 Hz		0
	Radiazioni ionizzanti		0
	Ultrasuoni		0
	Compressione adiabatica e onde d'urto		0
	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri		0

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

SE	**D_{Z1}**	**P_{Z1}**		**SE**	**D_{Z2}**	**P_{Z2}**	
SE001	1	2	**2**	**ST001**			
Valore del rischio	**$R_{Z1}=D_{Z1}xP_{Z1}$**			$R_{Z2}=D_{Z2}xP_{Z2}$			
Descrizione livello del rischio	Classe di rischio 1					Rischio molto basso	

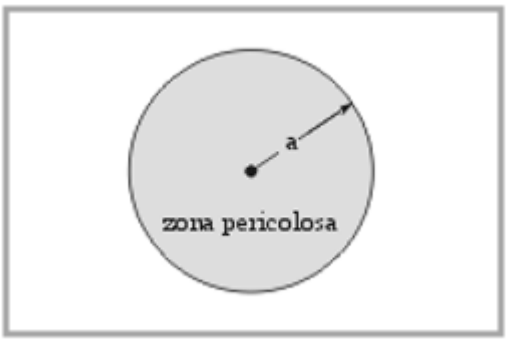


SCHEDA DI VALUTAZIONE RISCHIO ESPLOSIONE - GAS

DITTA	GENERA PROJECTS SRL	Scheda n°3	
AMBIENTE	IMPIANTO DI COGENERAZIONE		
POSTAZIONE	P003	FLANGIA TUBAZIONE ESTERNA ADDUZIONE GAS METANO	
SOSTANZE PRESENTI	METANO		
SORGENTE DI EMISSIONE	SE001 – METANO		
GRADO SE	GRADO SECONDO		
CLASSIFICAZIONE ZONA SE	Zona non pericolosa (Zona 2 NE)		
TIPO DI EMISSIONE GAS	Getto		
GRADO DI DILUIZIONE	Diluizione alta		
ESTENSIONE DELLA ZONA SE (m)	dz (m) = 1.00		
SORGENTI D'INNESCO	Superfici Calde		0
	Fiamme e gas caldi		0
	Scintille di origine meccanica		0
	Materiale elettrico		0
	Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica		0
	Elettricità statica		0
	Fulmini	Improbabile	1
	Onde elettromagnetiche RF da 104 Hz a 3 x 1012 Hz		0
	Onde elettromagnetiche da 3 x 1011 Hz a 3x1015 Hz		0
	Radiazioni ionizzanti		0
	Ultrasuoni		0
	Compressione adiabatica e onde d'urto		0
	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri		0

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

SE	**D_{Z1}**	**P_{Z1}**		**SE**	**D_{Z2}**	**P_{Z2}**	
SE001	1	1	**1**	**ST001**			
Valore del rischio	**$R_{Z1}=D_{Z1}xP_{Z1}$**			$R_{Z2}=D_{Z2}xP_{Z2}$			
Descrizione livello del rischio	**Classe di rischio 1**					**Rischio molto basso**	

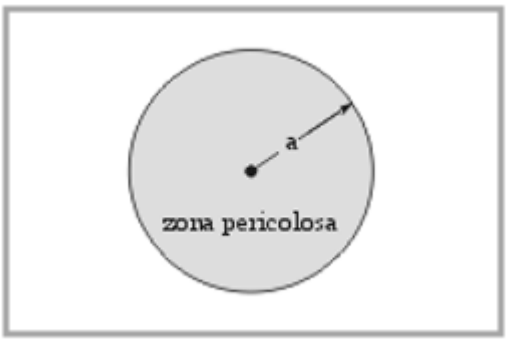


SCHEDA DI VALUTAZIONE RISCHIO ESPLOSIONE - GAS

DITTA	GENERA PROJECTS SRL	Scheda n°4	
AMBIENTE	IMPIANTO DI COGENERAZIONE		
POSTAZIONE	P004	VALVOLA TUBAZIONE ESTERNA ADDUZIONE GAS METANO	
SOSTANZE PRESENTI	METANO		
SORGENTE DI EMISSIONE	SE001 – METANO		
GRADO SE	GRADO SECONDO		
CLASSIFICAZIONE ZONA SE	Zona non pericolosa (Zona 2 NE)		
TIPO DI EMISSIONE GAS	Getto		
GRADO DI DILUIZIONE	Diluizione alta		
ESTENSIONE DELLA ZONA SE (m)	dz (m) = 1.00		
SORGENTI D'INNESCO	Superfici Calde		0
	Fiamme e gas caldi		0
	Scintille di origine meccanica		0
	Materiale elettrico		0
	Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica		0
	Elettricità statica		0
	Fulmini	Improbabile	1
	Onde elettromagnetiche RF da 104 Hz a 3 x 1012 Hz		0
	Onde elettromagnetiche da 3 x 1011 Hz a 3x1015 Hz		0
	Radiazioni ionizzanti		0
	Ultrasuoni		0
	Compressione adiabatica e onde d'urto		0
	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri		0

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

SE	**D_{Z1}**	**P_{Z1}**		**SE**	**D_{Z2}**	**P_{Z2}**	
SE001	1	1	**1**	**ST001**			
Valore del rischio	**$R_{Z1}=D_{Z1}xP_{Z1}$**			$R_{Z2}=D_{Z2}xP_{Z2}$			
Descrizione livello del rischio	Classe di rischio 1					Rischio molto basso	



GAS					
Descrizione Postazione/Punto di Emissione	**Zona**	**Classe di rischio**	**Entità del rischio**	**Rischio R**	**Distanza pericolosa m**
1 – Flangia tubazione interna adduzione gas metano	**2**	**Classe di rischio 1**	**Rischio molto basso**	**2**	**1.00**
2 – Valvola tubazione interna adduzione gas metano	**2**	**Classe di rischio 1**	**Rischio molto basso**	**2**	**1.00**
3 – Flangia tubazione esterna adduzione gas metano	**2 NE**	**Classe di rischio 1**	**Rischio molto basso**	**1**	**1.00**
4 – Valvola tubazione esterna adduzione gas metano	**2 NE**	**Classe di rischio 1**	**Rischio molto basso**	**1**	**1.00**

CONCLUSIONI

In base a quanto emerso dalle tabelle riepilogative di valutazione del rischio, in corrispondenza del nuovo impianto di cogenerazione di futura realizzazione si presenta un rischio ATEX molto basso.

Il presente documento è stato elaborato da:

Geom. Gianluca Savigni

Luogo e Data: San Cesario sul Panaro, 13 Dicembre 2022