



AB Impianti

RELAZIONE TECNICA DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Interno container motore

CEI EN 60079-10 (31-30)

CEI 31-35

CONTAINER DI PRODUZIONE D'ENERGIA ELETTRICA E TERMICA

Documento numero: RGAB15229A

Gennaio 2013

A cura di:

Per. Ind. Baronchelli Angelo

Iscritto all'albo Periti Industriali BS n. 525

per:

CESARO MAC IMPORT SRL

Via delle Industrie 28 e 29
30020 Eraclea (VE) – ITALY



Impianto da realizzare presso:

SRT SPA

STRADA BOSCOMARENGO SN
15067 NOVI LIGURE (AL)

Rev./data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Verificato	Supervisionato	Approvato
0/2013	Emissione	IV	MG	BB	EC	AB





SOMMARIO

1	CLASSIFICAZIONE ZONE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	3
1.1	CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE SOSTANZE ESPLOSIVE	4
1.2	TIPO DI IMPIANTO UTILIZZATORE	5
	SORGENTI DI EMISSIONE.....	5
1.2.1	Flangie, raccordi filettati, valvole d'intercettazione.....	5
1.3	VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE.....	5
1.4	TIPO DI VENTILAZIONE	7
1.4.1	Container Motore	7
1.4.2	Ambiente Esterno	7
1.5	GRADO DI VENTILAZIONE.....	8
1.5.1	Container Motore	8
1.5.2	Ambienti aperti.....	8
1.6	CALCOLO ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE	9
2	IDENTIFICAZIONE TIPO DI IMPIANTO ELETTRICO	10
3	CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE.....	11
3.1	Dati ambientali.....	11
3.2	Caratteristiche della ventilazione.....	11
3.3	Emissioni considerate	11
3.4	Concentrazione ambientale.....	11
3.5	Classificazione delle singole emissioni	13
3.6	Emissione n.1 Flangia Interna Container.....	13
3.7	Caratteristiche della sostanza.....	13
3.8	Portata di emissione	14
3.9	Grado della ventilazione	15
3.10	Estensione zona pericolosa	17



1 CLASSIFICAZIONE ZONE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Per effettuare la classificazione delle zone con pericolo di esplosione per la presenza di gas, è necessario effettuare una valutazione delle possibilità di formazione di atmosfere esplosive nell'ambito dell'impianto utilizzatore considerato; tale valutazione deve seguire i criteri indicati dalla normativa vigente.

In particolare la seguente relazione farà riferimento ai seguenti fascicoli attualmente in vigore:

- la norma europea EN 60079-10 (seconda ediz. – fasc.7177) "Costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi" (in vigore in Italia da 01-03-2004, come CEI 31-30);
- la guida CEI 31-35 (terza ediz. – fasc.8705) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10" Classificazione dei luoghi pericolosi;
- la guida CEI 31-35 V1 (fasc.9960) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10" Classificazione dei luoghi pericolosi;
- la guida CEI 31-35/A (terza ediz. – fasc.8851) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10" Esempi di applicazione.



1.1 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE SOSTANZE ESPLOSIVE

Il rischio di esplosione deriva dalla probabile presenza in aria (in alcune zone dell'impianto) di biogas e gas naturale.

Il biogas viene prodotto durante la lavorazione dei liquami (da scarichi civili e industriali) all'interno di vari contenitori. Esso è un miscuglio di gas nelle seguenti proporzioni:

- dal 50 % al 70 % in volume di metano (CH₄), mediamente 60 %;
- dal 30 % al 50 % in volume di anidride carbonica (CO₂), mediamente 40%;
- inferiore allo 0,5 % in volume di azoto (N₂);
- da 0,4 a 2 g/m³ di acido solfidrico (H₂S);
- tracce di cloro, fluoro e ammoniaca (meno di 0,5 mg/m³ per ogni sostanza).

Le principali caratteristiche fisiche del biogas, in riferimento alla composizione media (in volume) 60 % metano e 40 % anidride carbonica, si assumono pari a (alla Pa = 97781 Pa e ad una quota media di 200 m slm):

- massa molare (M) : 44 kg/kmol,
- densità relativa all'aria (prel): 0,83,
- densità assoluta (pgas) alla quota di 200m slm $1,1625 \times 0,83 \approx 0,965 \text{ kg / m}^3$,
- potere calorifero inferiore: 21,8 MJ/m³,
- temperatura di ebollizione: -162 °C
- limite di esplodibilità in volume LEL% (min/max): 6 ÷ 12,
- limite inferiore di esplodibilità in LEL (kg/m³)
 $0,416 \times 10^{-3} \times M \times \text{LEL\%} \times \text{Pa} / 101325 = 0,106 \text{ kg/m}^3$,
- rapporto tra calori specifici γ (cp/cv): 1,31,
- temperatura di accensione: 650 ÷ 750 °C.

Con riferimento ai calcoli effettuati per la determinazione delle aree pericolose si assume a favore della sicurezza, il gas Metano, avente caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella sottostante.

NOME	VALORE
COMPOSIZIONE:	CH ₄
DENSITÀ RELATIVA ALL'ARIA:	0,554
LIMITE D'INFIAMMABILITÀ INFERIORE LEL (IN VOLUME.):	4,4%
LIMITE DI INFIAMMABILITÀ SUPERIORE UEL (IN VOLUME):	17%
TEMPERATURA DI ACCENSIONE:	537 C°



1.2 TIPO DI IMPIANTO UTILIZZATORE

L'impianto è costituito da:

N. 1 gruppo di produzione energia elettrica

TIPO	Ecomax7
POTENZA ELETTRICA	703 kW

installato all'interno di container aventi dimensioni pari a circa 8,5 x 2,7 x 2,4m (pari a 55,1 m³ netti);

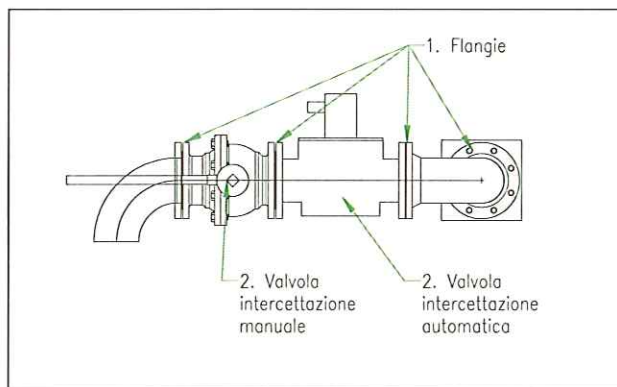
La disposizione dei componenti è osservabile nella planimetria allegata n. PLEB15229-21 Layout zone pericolose.

La presente classificazione fa riferimento alle varie parti dell'impianto ove è possibile avere emissioni di gas in atmosfera.

SORGENTI DI EMISSIONE

Le possibili sorgenti d'emissione presenti nell'impianto sono le seguenti:

1.2.1 Flangie, raccordi filettati, valvole d'intercettazione



Nelle zone dove suddette possibili sorgenti saranno installate, non è probabile sia presente un'atmosfera esplosiva, costituita dal gas in oggetto, durante il funzionamento normale e se ciò avviene, è possibile persista solo per brevi periodi. Possono diventare fonti d'emissione di gas solamente a causa di guasto o funzionamento anormale dell'impianto. Pertanto, (art. 2.5.3 CEI 31-30) hanno un grado d'emissione secondo.

1.3 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE

La valutazione della portata che può fuoriuscire dalle sorgenti suddette, è legata ai valori di portata e pressione



AB Impianti

del gas all'interno delle tubazioni, alle condizioni ambientali esistenti all'esterno dei condotti stessi e al tipo di malfunzionamento presente.

A tal proposito deve essere ipotizzato un caso particolarmente sfavorevole di guasto delle suddette apparecchiature.



1.4 TIPO DI VENTILAZIONE

1.4.1 Container Motore

All'interno del locale motore è installato un sistema di ventilazione forzata costituito da 2 ventilatori aventi ciascuno una portata massima effettiva pari a 20000 m³/h, per un totale di 40000 m³/h.

I ventilatori sono collegati in parallelo tra loro e gestiti da un inverter, che permette di ottenere un range di velocità variabile fra il 40 e il 100% del valore massimo.

Nel calcolo delle zone pericolose si è considerata la situazione più gravosa, nella quale i ventilatori funzionano alla velocità minima, fornendo una portata totale d'aria pari a 16000 m³/h (40% di 40000).

L'aria è prelevata dall'ambiente esterno, pertanto, l'intera portata è da considerare costituita esclusivamente da aria fresca. All'interno container sono presenti dispositivi rivelatori di gas e incendio, collegati ad una centrale di rilevazione che, in caso di presenza gas, determina un segnale d'allarme e blocco.

L'alimentazione del motore d'autoproduzione è realizzata mediante una rampa gas completa d'organi d'intercettazione manuali ed automatici. In particolare, questi ultimi sono costituiti da elettrovalvole, gestite dal sistema di comando e controllo del motore stesso.

La ventilazione forzata è presente con continuità. In caso di malfunzionamento della stessa, il motore è inibito all'avviamento e la valvola esterna di alimentazione rimane nello stato di "chiusa". Sono presenti sensori di rilevazione gas che al presentarsi di una fuga di gas, determinano il blocco del motore e la chiusura automatica dell'elettrovalvola d'alimentazione del singolo motore posta all'esterno della sala stessa.

1.4.2 Ambiente Esterno

Relativamente alle apparecchiature/tubazioni situate **all'esterno del locale motore** (Valvola di intercettazione, flange, misuratori di portata), queste sono soggette a ventilazione naturale priva ostacoli alla libera circolazione dell'aria.

1.5 GRADO DI VENTILAZIONE

1.5.1 Container Motore

Ai fini della valutazione del pericolo derivante dalla fuoriuscita di gas nell'**ambiente contenente il motore**, deve essere considerata la concentrazione di gas nel campo vicino e lontano rispetto al punto d'emissione.

Per campo vicino s'intende lo spazio prossimo al punto d'emissione in cui le concentrazioni di gas dipendono sostanzialmente dalle caratteristiche d'emissione quali velocità, tipo di gas, regime laminare o turbolento dell'emissione. La ventilazione ambientale, in generale, non è in grado di influenzare il campo vicino in quanto la velocità dell'aria di ventilazione è trascurabile rispetto alla velocità di emissione del getto di gas.

Nel caso in oggetto, date le ridotte dimensioni ambientali e la portata elevata di aria di ventilazione, anche il campo vicino è da considerare influenzabile, in senso positivo ai fini della sicurezza, dalla ventilazione presente.

Per campo lontano si intende il volume di spazio distante dal punto di emissione in cui le concentrazioni di gas non dipendono più dalle caratteristiche di emissione del gas, ma unicamente dalle portate di aria di ventilazione Q_a e di gas immesso Q_g . In altre parole, le molecole del gas emesso, avendo perso gran parte dell'energia cinetica iniziale (in pratica la velocità), si muovono unicamente per effetto della ventilazione ambientale.

1.5.2 Ambienti aperti

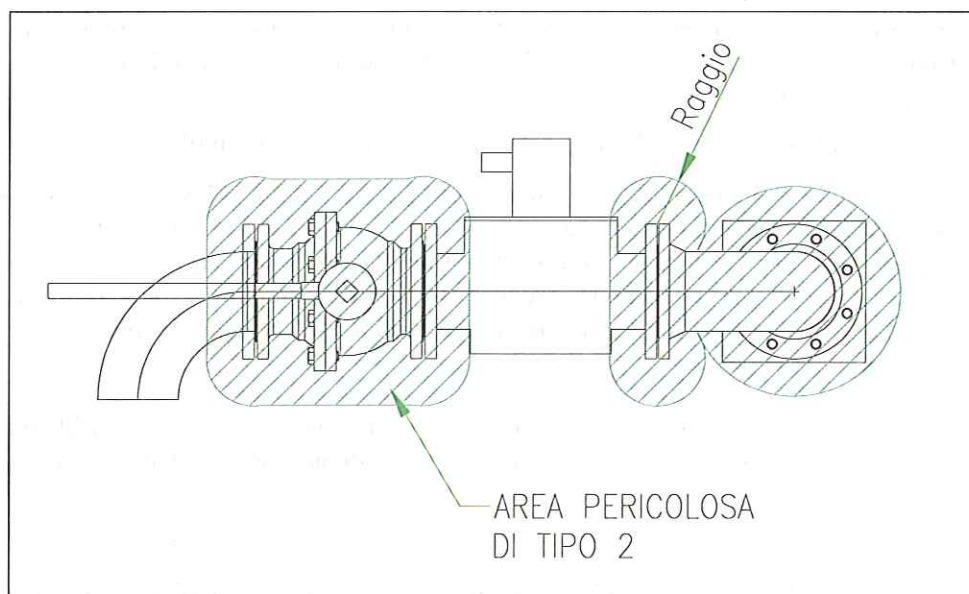
Nei calcoli, riguardanti le **zone esterne**, si è considerata la velocità del vento pari a 0.25 m/s (CEI 31-30 B4.2.3) ed un fattore d'efficacia pari a 2 (non essendo presenti particolari ostacoli al passaggio dell'aria).

Ai fini della corretta interpretazione di tale valore è necessario considerare che negli ambienti aperti:

- Non è possibile rilevare la presenza di fughe gas;
- La zona non è costantemente sorvegliata da personale;
- Non esistono valvole d'intercettazione automatiche poste a monte della valvola esterna e nelle immediate vicinanze del possibile punto di fuga.

1.6 CALCOLO ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE

I calcoli ed i risultati concernenti le zone con pericolo di esplosione, sono evidenziati come segue:



L'estensione delle Zone Pericolose è osservabile nella planimetria allegata n. PLEB15229-21



2 IDENTIFICAZIONE TIPO DI IMPIANTO ELETTRICO

Per quanto concerne le apparecchiature elettriche poste all'aperto e all'interno delle zone pericolose sopra descritte, come specificato nella Premessa Nazionale alla norma CEI EN 60079 Classificazione CEI 31-30, la scelta dei tipi di impianti elettrici a sicurezza in relazione ai tipi di zona 0, 1, e 2 della suddetta norma, deve essere operata in conformità alla norma CEI 31-33.

In zona 2 possono essere installate costruzioni secondo le seguenti prescrizioni:

- costruzioni elettriche per zona 0 o zona 1; oppure costruzioni elettriche progettate specificatamente per la zona 2 (ad esempio con il modo di protezione "n" secondo la IEC 60079-15)
- costruzioni elettriche conformi alle prescrizioni di una Norma riconosciuta relativa a costruzioni industriali che non hanno, durante il funzionamento normale, superfici calde in grado di provocare accensioni, e:
 - 1) non producono, durante il funzionamento normale, archi o scintille; oppure
 - 2) durante il funzionamento normale producono archi e scintille ma, sempre in funzionamento normale, i valori dei parametri elettrici (U, I, L e C) nel circuito (compreso i cavi) non superano quelli specificati nella Norma EN 50020 con un fattore di sicurezza uguale a 1. La valutazione deve essere eseguita in conformità con le indicazioni relative agli apparecchi e ai circuiti a limitazione di energia fornita dalla Norma IEC 60079-15.

A meno che la sicurezza non venga dimostrata con una prova, una superficie viene considerata capace di accensione se la temperatura della stessa supera la temperatura di accensione della atmosfera esplosiva circostante.

Queste costruzioni elettriche devono essere contenute in custodie con grado di protezione e resistenza meccanica adeguate ai luoghi non pericolosi con condizioni ambientali analoghe.

Non sono richiesti contrassegni speciali per queste costruzioni, ma deve essere chiaramente identificato, sulle costruzioni stesse o nella documentazione, che esse sono state valutate da una persona la quale deve:

- essere a conoscenza delle prescrizioni dell'insieme di Norme e Guide relative e della loro interpretazione corrente;
- avere l'accesso a tutte le informazioni necessarie per effettuare la valutazione.
- dove necessario, avere utilizzato apparecchiature e procedure di prova equivalenti a quelle utilizzate dagli organismi nazionali.



3 CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

3.1 Dati ambientali

L'emissione considerata avviene in un ambiente confinato avente le seguenti caratteristiche:

<i>Dimensioni di base [m]:</i>	8,5 x 2,7
<i>Altezza [m]:</i>	2,4

Poichè il luogo ove avviene l'emissione si trova ad un'altezza sul livello del mare di 197 m, la pressione atmosferica (Pa) considerata è di 98989 Pascal.

La temperatura ambientale (Ta) è stata assunta pari a 20 °C

3.2 Caratteristiche della ventilazione

L'emissione avviene in un ambiente confinato avente le dimensioni indicate al punto 1.

La ventilazione nell'ambiente considerato è assicurata da un sistema di ventilazione artificiale che provvede la seguente portata d'aria nell'ambiente:

Q_a	<i>Portata aria del sistema di ventilazione artificiale [m³/s]:</i>	4,440
-------	---	-------

3.3 Emissioni considerate

Nell'ambiente considerato sono presenti le emissioni indicate nella tabella seguente. I calcoli relativi all'estensione della zona pericolosa sono indicati ai punti successivi della relazione.

<i>n° SE</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Grado emissione</i>	<i>Qg [kg/s]</i>	<i>Dimensione a [m]</i>
1	Flangia all'interno del Container	SECONDO	0,0000327	0,2

3.4 Concentrazione ambientale

Considerando i seguenti dati ambientali:

T_{ai}	<i>Temperatura ambiente [°C]:</i>	20,0
P_a	<i>Pressione atmosferica [Pa]:</i>	98989
H_{slm}	<i>Quota sul livello del mare [m]:</i>	197
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas :</i>	0,55

Considerando che alla quota del livello del mare ($P_a=101325$ Pa) e alla temperatura di 20°C la massa volumica dell'aria vale 1,2047 kg/m³, è possibile calcolare la massa volumica del gas nelle condizioni ambientali date:



AB Impianti

ρ_{liq} Densità (massa volumica) del gas [kg/m³]: 0,647

Le emissioni presenti nell'ambiente che sono state considerate ai fini del calcolo della concentrazione media ambientale $X_m\%$ sono le seguenti:

n° SE	Denominazione	Grado emissione	Qg [kg/s]	Dimensione a [m]
1	Flangia all'interno del Container	SECONDO	0,0000327	0,2

Q_a Portata aria del sistema di ventilazione artificiale [m³/s]: 4,440

In base ai dati di cui sopra la concentrazione media della sostanza pericolosa nel campo lontano vale:

$X_{m\%}$ Concentrazione media ambientale [%]: 0,0011



3.5 Classificazione delle singole emissioni

Nel seguito della relazione sono indicate le valutazioni che hanno condotto alla determinazione dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.

3.6 Emissione n.1 Flangia Interna Container

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

3.7 Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	Denominazione sostanza:	Metano
	Gruppo e Classe di temperatura:	IIAT1
	Chemical Abstract Service (CAS) Number:	74-82-8
ρ_{Rgas}	Densità relativa all'aria del gas :	0,55
ρ_{gas}	Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:	0,647
γ	Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):	1,31
LEL_m	Limite inferiore di esplosibilità (in massa) [kg/m^3]:	0,029
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
T_b	Temperatura di ebollizione [$^{\circ}C$]:	-161,4
P_v	Pressione di vapore a 20,0 $^{\circ}C$ [Pa]:	24869951
P_v	Pressione di vapore a 20,0 $^{\circ}C$ [Pa]:	24869951



3.8 Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

S Sezione foro di emissione [mm²]: 0,25

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è sonico o subsonico. Il flusso è sonico se la pressione nel sistema di contenimento è maggiore o uguale alla pressione critica indicata dalla seguente relazione (f.GB.4.1-1). In caso contrario il flusso è subsonico.

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

La pressione nel sistema di contenimento è inferiore alla pressione critica, pertanto il flusso è da considerare SUBSONICO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-5:

$$Q_g = S \cdot p \cdot C_d \sqrt{\frac{M}{R \cdot T} \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,04
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	98989
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g Portata di emissione del gas [kg/s]: 0,0000327



3.9 Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16 Guida CEI 31-35), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
- per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- per la zona 2: $V_{ex} < (100 \cdot k) \text{ dm}^3$, inoltre $V_z < 100 \text{ dm}^3$

in ambienti chiusi,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- inoltre, il volume $V_{ex} < 1/10\,000$ del volume dell'ambiente V_a .

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

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

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5
$X_{m\%}$	Concentrazione media ambientale [%]:	0,0011
V_a	Volume dell'ambiente [m^3]:	55,1

La relazione [f.5.10.3-16] è verificata

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) ridotto rispetto al volume dell'intero ambiente (V_a). Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	0,4
-------	--	-----



AB Impianti

V_o	Volume da ventilare [m^3]:	0,064
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [$1/s$]:	6,25
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	1

In base a tali assunzioni si calcola:

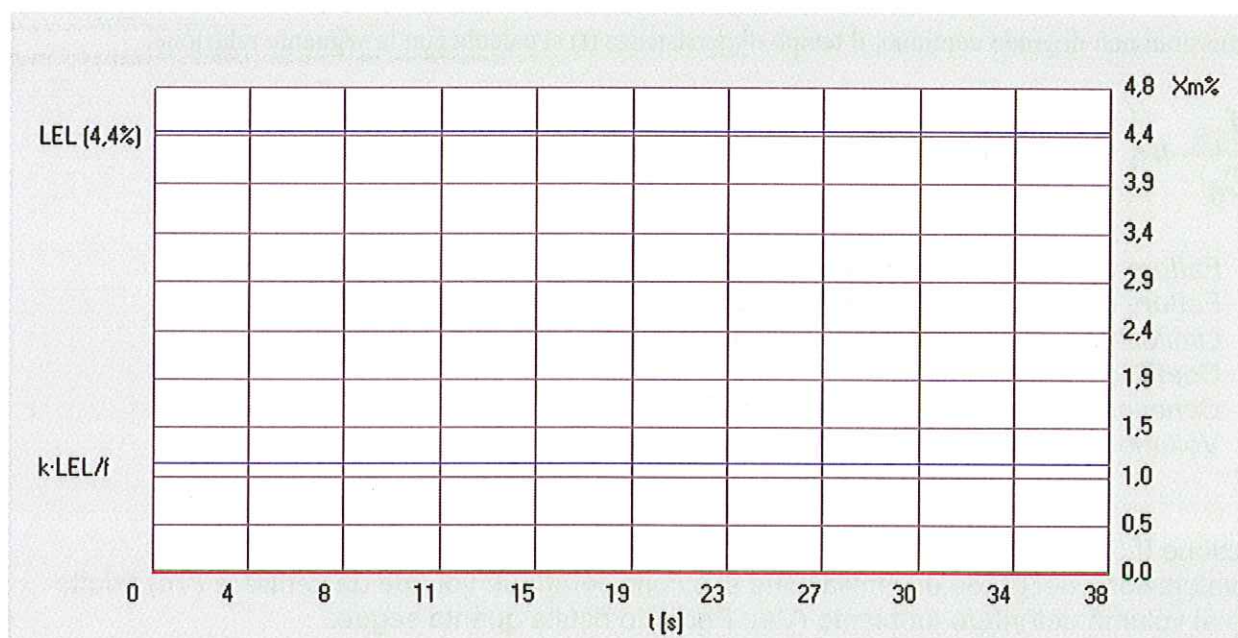
V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	0,0007
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	0,0004

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: ALTO

L'ambiente ove avviene l'emissione è un luogo genericamente NON PRESIDATO, tuttavia si può considerare che l'emissione non perduri per un tempo superiore a t_e :

t_e	Tempo di emissione [s]:	28800
$X_{SE\%}$	Concentrazione dovuta alla SE considerata, nel tempo t_e [%]:	0,0011
$X_{rSE\%}$	Concentrazione dovuta alla SE considerata, a regime [%]:	0,0011

Il seguente grafico mostra l'andamento nel tempo della concentrazione media della sostanza pericolosa nel campo lontano ($X_m\%$) per la sorgente di emissione considerata.





3.10 Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_0 > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

$$d_z = 5,2 \cdot (P \cdot S)^{0,5} \frac{k_z}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot M^{-0,4}$$

dove:

$$k_z = e^{\frac{k_1 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

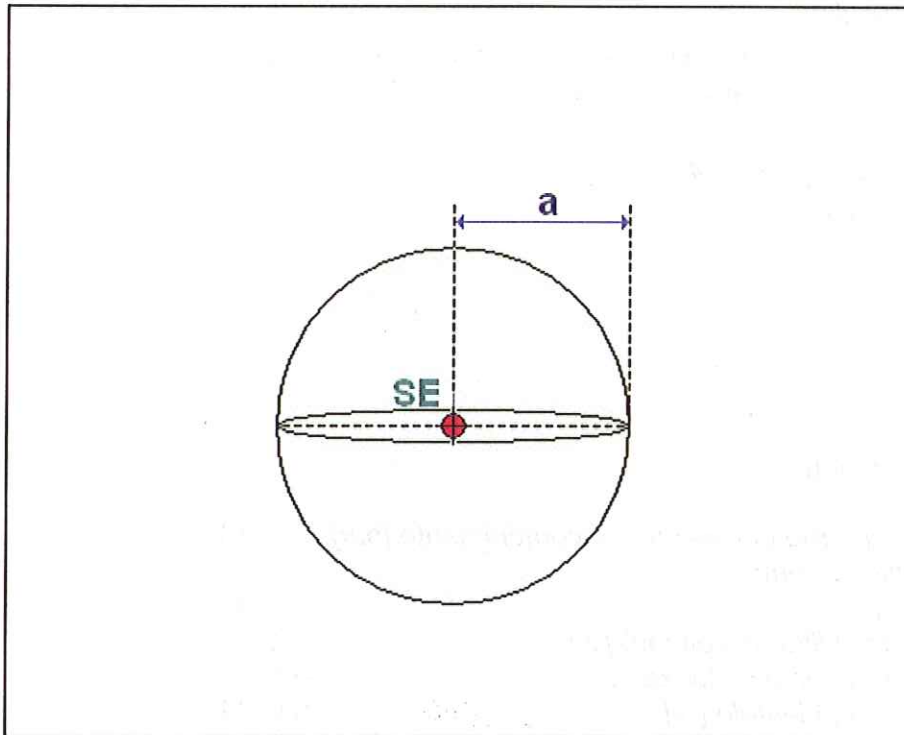
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,25
M	Massa molare [kg/mol]:	16,04
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	0,0011
k_z	Coefficiente correttivo:	1,00013
k₁	Coefficiente pari a 82 (13 per l'idrogeno):	82

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

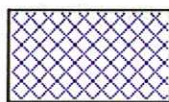
d_z	Distanza pericolosa [m]:	0,1352
----------------------	--------------------------	--------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:



Zona 0



Zona 1



Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a Estensione della zona pericolosa [m]:

0,2

La zona individuata (Zona 2 NE), ordinariamente, è di estensione trascurabile (NE=Negligible Extension) pertanto non è pericolosa ai fini del rischio di esplosione.



AB Impianti

Il Tecnico



.....
Per. Ind. Angelo Baronchelli

RGAB15229A

Pagina 19 di 19



AB Impianti Srl
Sede legale e amministrativa: Via Caduti del Lavoro, 13 - 25034 Orzinuovi (BS) - tel. 030 9942411 - fax 030 9942426
C.F. e P.I. IT 01895490983 - N.Registro Imprese BS 01895490983 - R.E.A. 366498 - Capitale Sociale € 1.000.000,00 i.v.
www.gruppoab.it - Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di AB Holding SpA - Reg. Impr. BS 02243290984



AB Impianti

RELAZIONE TECNICA DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Esterno container motore, termoreattore, soffiante

CEI EN 60079-10 (31-30)

CEI 31-35

IMPIANTO DI PRODUZIONE D'ENERGIA ELETTRICA E TERMICA

Documento numero: RGAB15229B

Gennaio 2013

A cura di:

Per. Ind. Baronchelli Angelo

Iscritto all'albo Periti Industriali BS n. 525

per:

CESARO MAC IMPORT SRL

Via delle Industrie 28 e 29
30020 Eraclea (VE) – ITALY



Impianto da realizzare presso:

SRT SPA

STRADA BOSCOMARENGO SN
15067 NOVI LIGURE (AL)

Rev./data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Verificato	Supervisionato	Approvato
0/2013	Emissione	IV	MG	BB	EC	AB





AB Impianti

SOMMARIO

1	CLASSIFICAZIONE ZONE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	4
1.1	CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE SOSTANZE ESPLOSIVE	5
1.2	TIPO DI IMPIANTO UTILIZZATORE	6
1.3	SORGENTI DI EMISSIONE	7
1.3.1	Flangie, raccordi filettati, valvole d'intercettazione	7
1.4	VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE	7
1.5	TIPO DI VENTILAZIONE	8
1.5.1	Ambiente Esterno	8
1.6	GRADO DI VENTILAZIONE	8
1.6.1	Ambienti aperti	8
1.7	CALCOLO ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE	9
2	IDENTIFICAZIONE TIPO DI IMPIANTO ELETTRICO	10
3	CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE	11
3.1	Dati ambientali	11
3.2	Caratteristiche della ventilazione	11
3.3	Emissioni considerate	11
3.4	Concentrazione ambientale	11
3.5	Classificazione delle singole emissioni	12
3.6	Emissione n.1 Flangia Esterna Container	12
3.7	Caratteristiche della sostanza	12
3.8	Grado della ventilazione	13
3.9	Estensione zona pericolosa	15
4	CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE	18
4.1	Dati ambientali	18
4.2	Caratteristiche della ventilazione	18
4.3	Emissioni considerate	18
4.4	Concentrazione ambientale	18
4.5	5. - Classificazione delle singole emissioni	18
4.6	Emissione n.1 Flangia Tubazione Termoreattore	19
4.7	Caratteristiche della sostanza	19
4.8	Portata di emissione	20
4.9	Estensione zona pericolosa	22
5	CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE	25
5.1	Dati ambientali	25
5.2	Caratteristiche della ventilazione	25
5.3	Emissioni considerate	25
5.4	Concentrazione ambientale	25
5.5	Classificazione delle singole emissioni	25
5.6	Emissione n.1 Flangia Soffiante Biogas	25
5.7	Caratteristiche della sostanza	26
5.8	Portata di emissione	27
5.9	Grado della ventilazione	28





AB Impianti

5.10	Estensione zona pericolosa	29
------	----------------------------------	----





1 CLASSIFICAZIONE ZONE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Per effettuare la classificazione delle zone con pericolo di esplosione per la presenza di gas, è necessario effettuare una valutazione delle possibilità di formazione di atmosfere esplosive nell'ambito dell'impianto utilizzatore considerato; tale valutazione deve seguire i criteri indicati dalla normativa vigente.

In particolare la seguente relazione farà riferimento ai seguenti fascicoli attualmente in vigore:

- la norma europea EN 60079-10 (seconda ediz. – fasc.7177) "Costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 10: *Classificazione dei luoghi pericolosi*" (in vigore in Italia da 01-03-2004, come CEI 31-30);

- la guida CEI 31-35 (terza ediz. – fasc.8705) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10"

Classificazione dei luoghi pericolosi;

- la guida CEI 31-35 V1 (fasc.9960) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10" *Classificazione dei luoghi pericolosi;*

- la guida CEI 31-35/A (terza ediz. – fasc.8851) "Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10" *Esempi di applicazione.*



1.1 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE SOSTANZE ESPLOSIVE

Il rischio di esplosione deriva dalla probabile presenza in aria (in alcune zone dell'impianto) di biogas e gas naturale.

Il biogas viene prodotto durante la lavorazione dei liquami (da scarichi civili e industriali) all'interno di vari contenitori. Esso è un miscuglio di gas nelle seguenti proporzioni:

- dal 50 % al 70 % in volume di metano (CH₄), mediamente 60 %;
- dal 30 % al 50 % in volume di anidride carbonica (CO₂), mediamente 40%;
- inferiore allo 0,5 % in volume di azoto (N₂);
- da 0,4 a 2 g/m³ di acido solfidrico (H₂S);
- tracce di cloro, fluoro e ammoniaca (meno di 0,5 mg/m³ per ogni sostanza).

Le principali caratteristiche fisiche del biogas, in riferimento alla composizione media (in volume) 60 % metano e 40 % anidride carbonica, si assumono pari a (alla Pa = 97781 Pa e ad una quota media di 200 m slm):

- massa molare (M) : 44 kg/kmol,
- densità relativa all'aria (prel): 0,83,
- densità assoluta (p_{gas}) alla quota di 200m slm $1,1625 \times 0,83 = \approx 0,965 \text{ kg / m}^3$,
- potere calorifero inferiore: 21,8 MJ/m³,
- temperatura di ebollizione: -162 °C
- limite di esplodibilità in volume LEL% (min/max): 6 ÷ 12,
- limite inferiore di esplodibilità in LEL (kg/m³)
 $0,416 \times 10^{-3} \times M \times \text{LEL\%} \times \text{Pa} / 101325 = 0,106 \text{ kg/m}^3$,
- rapporto tra calori specifici γ (cp/cv): 1,31,
- temperatura di accensione: 650 ÷ 750 °C.

Con riferimento ai calcoli effettuati per la determinazione delle aree pericolose si assume a favore della sicurezza, il gas Metano, avente caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella sottostante.

NOME	VALORE
COMPOSIZIONE:	CH ₄
DENSITÀ RELATIVA ALL'ARIA:	0,554
LIMITE D'INFIAMMABILITÀ INFERIORE LEL (IN VOLUME.):	4,4%
LIMITE DI INFIAMMABILITÀ SUPERIORE UEL (IN VOLUME.):	17%
TEMPERATURA DI ACCENSIONE:	537 C°



AB Impianti

1.2 TIPO DI IMPIANTO UTILIZZATORE

L'impianto è costituito da:

N. 1 gruppo di produzione energia elettrica

TIPO	Ecomax7
POTENZA ELETTRICA	703kW

La disposizione dei componenti è osservabile nella planimetria allegata n. PLEB15229-21 Lay out zone pericolose.

La presente classificazione fa riferimento alle varie parti dell'impianto ove è possibile avere emissioni di gas in atmosfera.

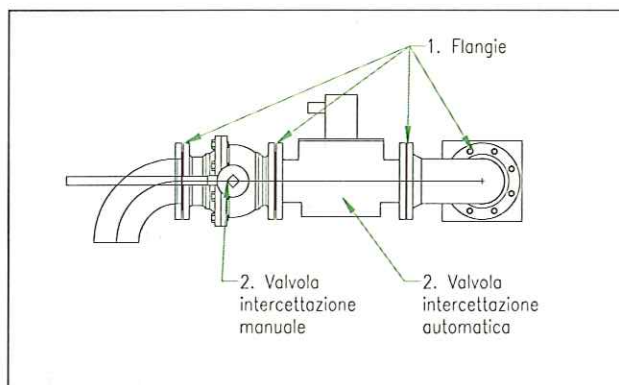




1.3 SORGENTI DI EMISSIONE

Le possibili sorgenti d'emissione presenti nell'impianto sono le seguenti:

1.3.1 Flangie, raccordi filettati, valvole d'intercettazione



Nelle zone dove suddette possibili sorgenti saranno installate, non è probabile sia presente un'atmosfera esplosiva, costituita dal gas in oggetto, durante il funzionamento normale e se ciò avviene, è possibile persista solo per brevi periodi. Possono diventare fonti d'emissione di gas solamente a causa di guasto o funzionamento anormale dell'impianto. Pertanto, (art. 2.5.3 CEI 31-30) hanno un grado d'emissione secondo.

1.4 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI EMISSIONE

La valutazione della portata che può fuoriuscire dalle sorgenti suddette, è legata ai valori di portata e pressione del gas all'interno delle tubazioni, alle condizioni ambientali esistenti all'esterno dei condotti stessi e al tipo di malfunzionamento presente.

A tal proposito deve essere ipotizzato un caso particolarmente sfavorevole di guasto delle suddette apparecchiature.



1.5 TIPO DI VENTILAZIONE

1.5.1 Ambiente Esterno

Relativamente alle apparecchiature/tubazioni situate **all'esterno del locale motore** (Valvola di intercettazione, flange, misuratori di portata), queste sono soggette a ventilazione naturale priva ostacoli alla libera circolazione dell'aria.

1.6 GRADO DI VENTILAZIONE

1.6.1 Ambienti aperti

Nei calcoli, riguardanti le **zone esterne**, si è considerata la velocità del vento pari a 0.25 m/s (CEI 31-30 B4.2.3) ed un fattore d'efficacia pari a 2 (non essendo presenti particolari ostacoli al passaggio dell'aria).

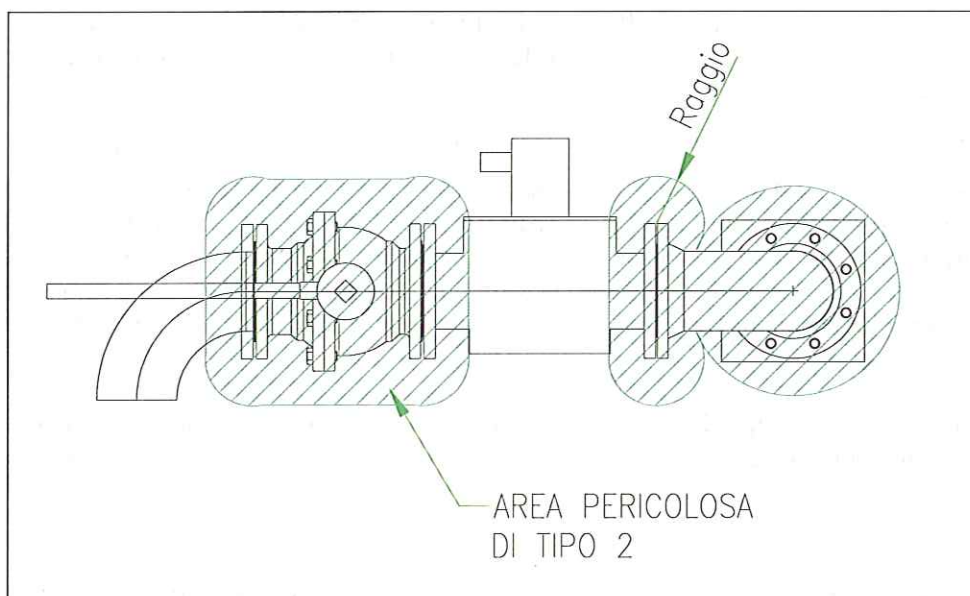
Ai fini della corretta interpretazione di tale valore è necessario considerare che negli ambienti aperti:

- Non è possibile rilevare la presenza di fughe gas;
- La zona non è costantemente sorvegliata da personale;
- Non esistono valvole d'intercettazione automatiche poste a monte della valvola esterna e nelle immediate vicinanze del possibile punto di fuga.



1.7 CALCOLO ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE

I calcoli ed i risultati concernenti le zone con pericolo di esplosione, sono evidenziati come segue:



L'estensione delle Zone Pericolose è osservabile nella planimetria allegata n. PLEB15229-21.



2 IDENTIFICAZIONE TIPO DI IMPIANTO ELETTRICO

Per quanto concerne le apparecchiature elettriche poste all'aperto e all'interno delle zone pericolose sopra descritte, come specificato nella Premessa Nazionale alla norma CEI EN 60079 Classificazione CEI 31-30, la scelta dei tipi di impianti elettrici a sicurezza in relazione ai tipi di zona 0, 1, e 2 della suddetta norma, deve essere operata in conformità alla norma CEI 31-33.

In zona 2 possono essere installate costruzioni secondo le seguenti prescrizioni:

- costruzioni elettriche per zona 0 o zona 1; oppure costruzioni elettriche progettate specificatamente per la zona 2 (ad esempio con il modo di protezione "n" secondo la IEC 60079-15)
- costruzioni elettriche conformi alle prescrizioni di una Norma riconosciuta relativa a costruzioni industriali che non hanno, durante il funzionamento normale, superfici calde in grado di provocare accensioni, e:
 - 1) non producono, durante il funzionamento normale, archi o scintille; oppure
 - 2) durante il funzionamento normale producono archi e scintille ma, sempre in funzionamento normale, i valori dei parametri elettrici (U, I, L e C) nel circuito (compreso i cavi) non superano quelli specificati nella Norma EN 50020 con un fattore di sicurezza uguale a 1. La valutazione deve essere eseguita in conformità con le indicazioni relative agli apparecchi e ai circuiti a limitazione di energia fornita dalla Norma IEC 60079-15.

A meno che la sicurezza non venga dimostrata con una prova, una superficie viene considerata capace di accensione se la temperatura della stessa supera la temperatura di accensione della atmosfera esplosiva circostante.

Queste costruzioni elettriche devono essere contenute in custodie con grado di protezione e resistenza meccanica adeguate ai luoghi non pericolosi con condizioni ambientali analoghe.

Non sono richiesti contrassegni speciali per queste costruzioni, ma deve essere chiaramente identificato, sulle costruzioni stesse o nella documentazione, che esse sono state valutate da una persona la quale deve:

- essere a conoscenza delle prescrizioni dell'insieme di Norme e Guide relative e della loro interpretazione corrente;
- avere l'accesso a tutte le informazioni necessarie per effettuare la valutazione.
- dove necessario, avere utilizzato apparecchiature e procedure di prova equivalenti a quelle utilizzate dagli organismi nazionali.



3 CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

3.1 Dati ambientali

L'emissione considerata avviene in ambiente aperto

Poichè il luogo ove avviene l'emissione si trova ad un'altezza sul livello del mare di 197 m, la pressione atmosferica (Pa) considerata è di 98989 Pascal.

La temperatura ambientale (Ta) è stata assunta pari a 20 °C

3.2 Caratteristiche della ventilazione

L'emissione avviene in ambiente aperto. Pertanto si assume che la ventilazione sia di tipo naturale, assicurata dal vento. Affinchè tale ventilazione sia presente con disponibilità BUONA, occorre considerare la più bassa velocità dell'aria che si può presumere sia comunque presente. Tale velocità corrisponde alla 'calma di vento' che, convenzionalmente, si assume pari a 0,5 m/s ad un'altezza da terra di 10 m. Nel caso specifico si è considerata la seguente velocità del vento:

w_a Velocità dell'aria all'esterno [m/s]: 0,25

Considerando che la velocità del vento convenzionale sia ridotta dalla vicinanza del suolo

3.3 Emissioni considerate

Nell'ambiente considerato sono presenti le emissioni indicate nella tabella seguente. I calcoli relativi all'estensione della zona pericolosa sono indicati ai punti successivi della relazione.

<i>n° SE</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Grado emissione</i>	<i>Qg [kg/s]</i>	<i>Dimensione a [m]</i>
1	Flangia all'aperto	SECONDO	0,0003271	0,5

3.4 Concentrazione ambientale

Poiché l'emissione si verifica in ambiente esterno la concentrazione media della sostanza pericolosa nel campo lontano (Xm%) è nulla per definizione.



3.5 Classificazione delle singole emissioni

Nel seguito della relazione sono indicate le valutazioni che hanno condotto alla determinazione dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.

3.6 Emissione n.1 Flangia Esterna Container

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

3.7 Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas :</i>	0,55
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m³]:</i>	0,647
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in massa) [kg/m³]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [°C]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	24869951
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	24869951



Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

S Sezione foro di emissione [mm²]: 2,5

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è sonico o subsonico. Il flusso è sonico se la pressione nel sistema di contenimento è maggiore o uguale alla pressione critica indicata dalla seguente relazione (f.GB.4.1-1). In caso contrario il flusso è subsonico.

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

La pressione nel sistema di contenimento è inferiore alla pressione critica, pertanto il flusso è da considerare SUBSONICO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-5:

$$Q_g = S \cdot p \cdot C_d \sqrt{\frac{M}{R \cdot T} \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,04
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	98989
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g Portata di emissione del gas [kg/s]: 0,0003271

3.8 Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16 Guida CEI 31-35), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (Vex) di dimensioni trascurabili.



$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
- per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- per la zona 2: $V_{ex} < (100 \cdot k) \text{ dm}^3$, inoltre $V_z < 100 \text{ dm}^3$

in ambienti chiusi,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- inoltre, il volume $V_{ex} < 1/10\ 000$ del volume dell'ambiente V_a .

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

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

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	1,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) come indicato nel seguito:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	1,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	1,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,25
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	12

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	0,0912
-------	--	--------



AB Impianti

V_{ex} Volume esplosivo effettivo [m^3]:

0, 1309

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO

L'ambiente ove avviene l'emissione è un luogo genericamente NON PRESIDATO, tuttavia si può considerare che l'emissione non perduri per un tempo superiore a t_e :

t_e Tempo di emissione [s]:

28800

3.9 Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_0 > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

$$d_z = 5,2 \cdot (P \cdot S)^{0,5} \frac{k_z}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot M^{-0,4}$$

dove:

$$k_z = e^{\frac{k_1 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$



sostituendo nelle relazioni i dati noti:

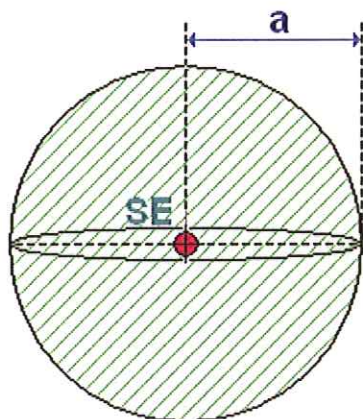
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	2,5
M	Massa molare [kg/mol]:	16,04
LEL_v	Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza d_z :	0,5
$X_{m\%}$	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0
k_1	Coefficiente pari a 82 (13 per l'idrogeno):	82

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	0,4269
-------	--------------------------	--------

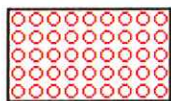
Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:

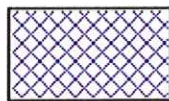




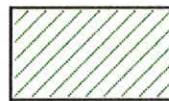
AB Impianti



Zona 0



Zona 1



Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a *Estensione della zona pericolosa [m]:* 0,5

La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza $a=0,5$ m.



4 CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

4.1 Dati ambientali

L'emissione considerata avviene in ambiente aperto

Poiché il luogo ove avviene l'emissione si trova ad un'altezza sul livello del mare di 197 m, la pressione atmosferica (Pa) considerata è di 98989 Pascal.

La temperatura ambientale (Ta) è stata assunta pari a 20 °C

4.2 Caratteristiche della ventilazione

L'emissione avviene in ambiente aperto. Pertanto si assume che la ventilazione sia di tipo naturale, assicurata dal vento. Affinché tale ventilazione sia presente con disponibilità BUONA, occorre considerare la più bassa velocità dell'aria che si può presumere sia comunque presente. Tale velocità corrisponde alla 'calma di vento' che, convenzionalmente, si assume pari a 0,5 m/s ad un'altezza da terra di 10 m. Nel caso specifico si è considerata la seguente velocità del vento:

w_a Velocità dell'aria all'esterno [m/s]: 0,25

Considerando che la velocità del vento convenzionale sia ridotta dalla vicinanza del suolo

4.3 Emissioni considerate

Nell'ambiente considerato sono presenti le emissioni indicate nella tabella seguente. I calcoli relativi all'estensione della zona pericolosa sono indicati ai punti successivi della relazione.

n° SE	Denominazione	Grado emissione	Qg [kg/s]	Dimensione a [m]
1	Flangia all'aperto-Termoreattore	SECONDO	0,0000188	0,1

4.4 Concentrazione ambientale

Poiché l'emissione si verifica in ambiente esterno la concentrazione media della sostanza pericolosa nel campo lontano (Xm%) è nulla per definizione.

4.5 5. - Classificazione delle singole emissioni

Nel seguito della relazione sono indicate le valutazioni che hanno condotto alla determinazione dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.



4.6 Emissione n.1 Flangia Tubazione Termoreattore

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

4.7 Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas :</i>	0,55
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m³]:</i>	0,647
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in massa) [kg/m³]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [°C]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	24869951
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	24869951



4.8 Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A Sezione foro di emissione [mm²]: 0,1

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è sonico o subsonico. Il flusso è sonico se la pressione nel sistema di contenimento è maggiore o uguale alla pressione critica indicata dalla seguente relazione (f.GB.4.1-1). In caso contrario il flusso è subsonico.

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

La pressione nel sistema di contenimento è inferiore alla pressione critica, pertanto il flusso è da considerare SUBSONICO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-5:

$$Q_g = S \cdot p \cdot C_d \sqrt{\frac{M}{R \cdot T} \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(y-1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

<i>M</i>	Massa molare [kg/mol]:	16,04
<i>P</i>	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
<i>P_a</i>	Pressione atmosferica [Pa]:	98989
<i>c</i>	Coefficiente di efflusso:	0,8
<i>T</i>	temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
<i>R</i>	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
<i>γ</i>	Rapporto tra i calori specifici (<i>C_p</i> / <i>C_v</i>):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g Portata di emissione del gas [kg/s]: 0,0000188



Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16 Guida CEI 31-35), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (Vex) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume Vex sono da considerare trascurabili allorché sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
- per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- per la zona 2: $V_{ex} < (100 \cdot k) \text{ dm}^3$, inoltre $V_z < 100 \text{ dm}^3$

in ambienti chiusi,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- inoltre, il volume $V_{ex} < 1/10\,000$ del volume dell'ambiente V_a .

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

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

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5



Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE (Xm%) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (Vo) come indicato nel seguito:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15
V_o	Volume da ventilare [m ³]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01667
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	375

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m ³]:	0,1573
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m ³]:	0,001

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO

L'ambiente ove avviene l'emissione è un luogo genericamente NON PRESIDATO, tuttavia si può considerare che l'emissione non perduri per un tempo superiore a t_e :

t_e	Tempo di emissione [s]:	28800
-------	-------------------------	-------

4.9 Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

$$d_z = 5,2 \cdot (P \cdot S)^{0,5} \cdot \frac{k_z}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot M^{-0,4}$$

dove:

$$k_z = e^{\frac{k_1 \cdot Xm\%}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,4399
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,1

RGAB15229B

Pagina 22 di 31





AB Impianti

M	Massa molare [kg/mol]:	16,04
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza d_z :	0,5
$X_{m\%}$	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0
k_1	Coefficiente pari a 82 (13 per l'idrogeno):	82

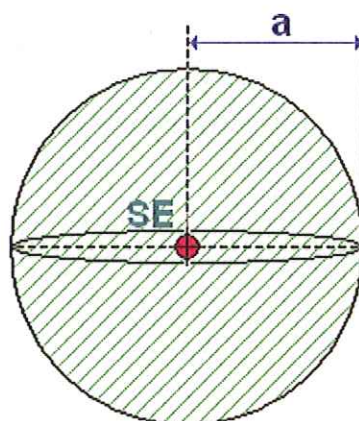
Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	0,0935
-------	--------------------------	--------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.



La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:



Zona 0



Zona 1



Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a Estensione della zona pericolosa [m]:

0,1

La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza $a=0,1$ m.



5 CALCOLO DI CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

5.1 Dati ambientali

L'emissione considerata avviene in ambiente aperto

Poiché il luogo ove avviene l'emissione si trova ad un'altezza sul livello del mare di 197 m, la pressione atmosferica (Pa) considerata è di 98989 Pascal.

La temperatura ambientale (Ta) è stata assunta pari a 20 °C

5.2 Caratteristiche della ventilazione

L'emissione avviene in ambiente aperto. Pertanto si assume che la ventilazione sia di tipo naturale, assicurata dal vento. Affinché tale ventilazione sia presente con disponibilità BUONA, occorre considerare la più bassa velocità dell'aria che si può presumere sia comunque presente. Tale velocità corrisponde alla 'calma di vento' che, convenzionalmente, si assume pari a 0,5 m/s ad un'altezza da terra di 10 m. Nel caso specifico si è considerata la seguente velocità del vento:

w_a Velocità dell'aria all'esterno [m/s]: 0,25

Considerando che la velocità del vento convenzionale sia ridotta dalla vicinanza del suolo

5.3 Emissioni considerate

Nell'ambiente considerato sono presenti le emissioni indicate nella tabella seguente. I calcoli relativi all'estensione della zona pericolosa sono indicati ai punti successivi della relazione.

n° SE	Denominazione	Grado emissione	Qg [kg/s]	Dimensione a [m]
1	Soffiante Biogas	SECONDO	0,0006543	0,7

5.4 Concentrazione ambientale

Poiché l'emissione si verifica in ambiente esterno la concentrazione media della sostanza pericolosa nel campo lontano (Xm%) è nulla per definizione.

5.5 Classificazione delle singole emissioni

Nel seguito della relazione sono indicate le valutazioni che hanno condotto alla determinazione dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.

5.6 Emissione n.1 Flangia Soffiante Biogas

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.



5.7 Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas :</i>	0,55
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:</i>	0,647
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in massa) [kg/m^3]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [$^{\circ}C$]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	24869951
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	24869951



5.8 Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A Sezione foro di emissione [mm²]: 5,0

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è sonico o subsonico. Il flusso è sonico se la pressione nel sistema di contenimento è maggiore o uguale alla pressione critica indicata dalla seguente relazione (f.GB.4.1-1). In caso contrario il flusso è subsonico.

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

La pressione nel sistema di contenimento è inferiore alla pressione critica, pertanto il flusso è da considerare SUBSONICO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-5:

$$Q_g = S \cdot p \cdot C_d \sqrt{\frac{M}{R \cdot T} \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(y-1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

<i>M</i>	Massa molare [kg/mol]:	16,04
<i>P</i>	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
<i>P_a</i>	Pressione atmosferica [Pa]:	98989
<i>c</i>	Coefficiente di efflusso:	0,8
<i>T</i>	temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
<i>R</i>	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
<i>γ</i>	Rapporto tra i calori specifici (<i>C_p</i> / <i>C_v</i>):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g Portata di emissione del gas [kg/s]: 0,0006543



5.9 Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16 Guida CEI 31-35), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v mix}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
- per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- per la zona 2: $V_{ex} < (100 \cdot k) \text{ dm}^3$, inoltre $V_z < 100 \text{ dm}^3$

in ambienti chiusi,

- per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
-] inoltre, il volume $V_{ex} < 1/10\,000$ del volume dell'ambiente V_a .

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

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

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	1,0
LEL_v	Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5





Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE (Xm%) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (Vo) come indicato nel seguito:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	1,4
V_o	Volume da ventilare [m ³]:	2,744
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,17857
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	17

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m ³]:	0,2555
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m ³]:	0,3592

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO

L'ambiente ove avviene l'emissione è un luogo genericamente NON PRESIDATO, tuttavia si può considerare che l'emissione non perduri per un tempo superiore a t_e :

t_e	Tempo di emissione [s]:	28800
-------	-------------------------	-------

5.10 Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

$$d_z = 5,2 \cdot (P \cdot S)^{0,5} \frac{k_z}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot M^{-0,4}$$

dove:

$$k_z = e^{\frac{k_1 \cdot Xm\%}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	1,2013
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	5,0
M	Massa molare [kg/mol]:	16,04

RGAB15229B

Pagina 29 di 31



Sede legale e amministrativa: Via Caduti del Lavoro, 13 - 25034 Orzinuovi (BS) - tel. 030 9942411- fax 030 9942426

C.F. e P.I. IT 01895490983 - N.Registro Imprese BS 01895490983 - R.E.A. 366498 - Capitale Sociale € 1.000.000,00 i.v.

www.gruppoab.it - Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di AB Holding SpA - Reg. Impr. BS 02243290984

AB Impianti Srl



AB Impianti

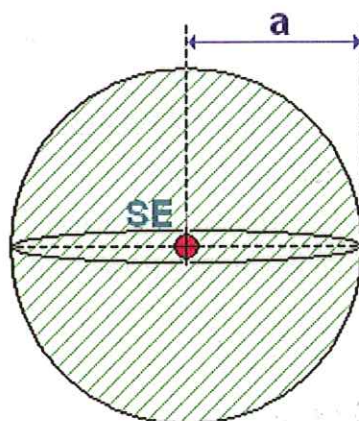
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza d_z :	0,5
$X_{m\%}$	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0
k_1	Coefficiente pari a 82 (13 per l'idrogeno):	82

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z Distanza pericolosa [m]: 0,6037

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:



Zona 0



Zona 1



Zona 2



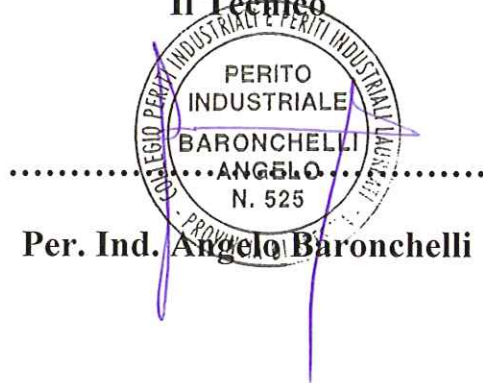
AB Impianti

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a *Estensione della zona pericolosa [m]:* 0,7

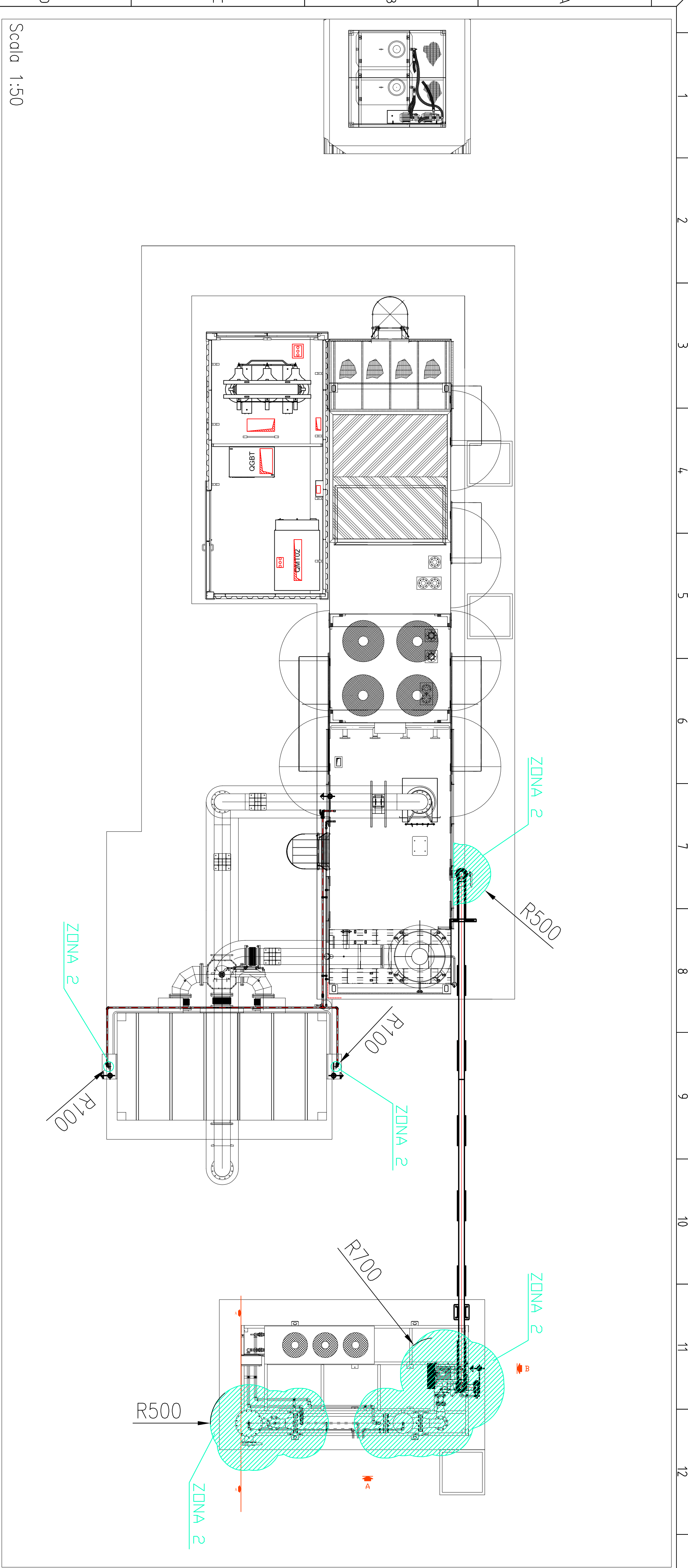
La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza $a=0,7$ m.

Il Tecnico



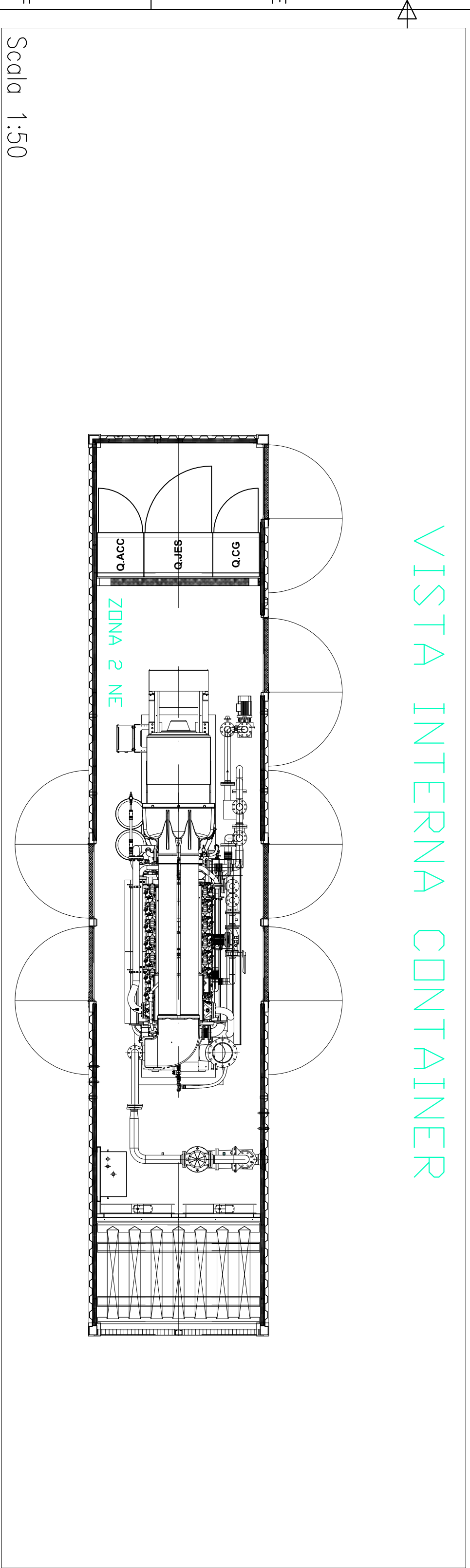
Per. Ind. Angelo Baronchelli



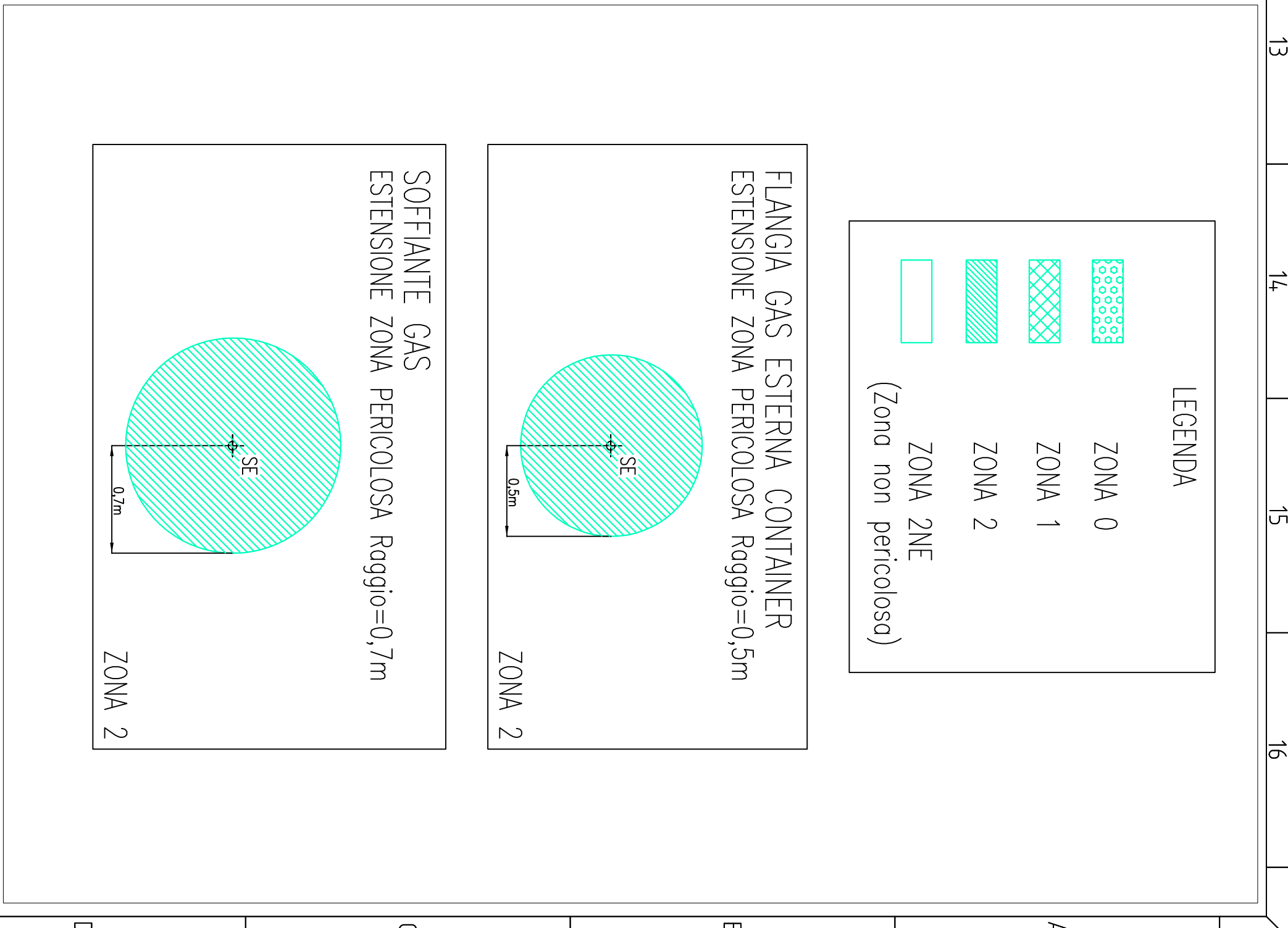


Scala 1:50

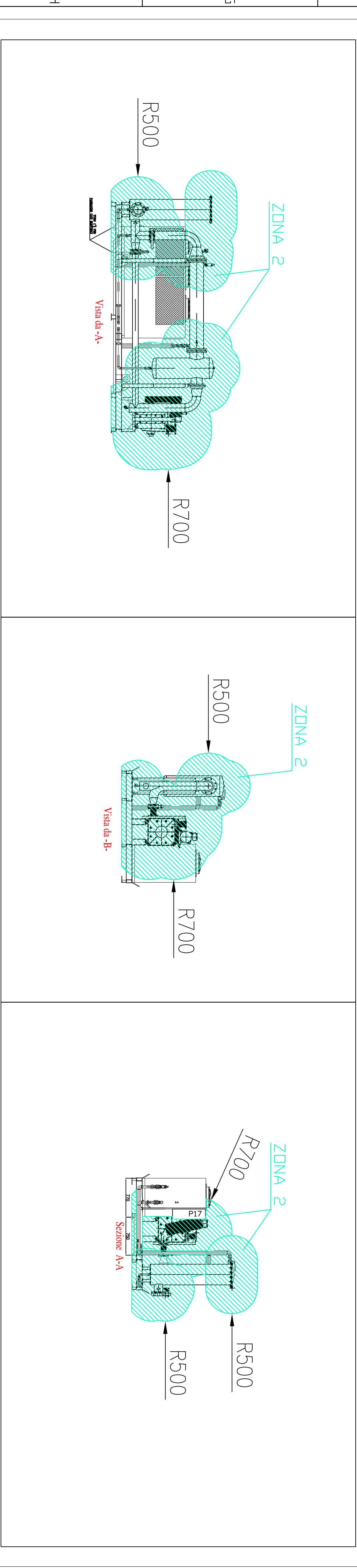
VISTA INTERNA CONTAINER



Scala 1:50



Scala 1:50



Scala 1:50

5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
0	03/07/2013	Emissione	IV	MC	AB
Rev	Data		Oggetto revisione		
Cesaro Mac Import					
AB Energy					
AB Impianti					
Società del Gruppo AB Holding S.p.A.					
www.gruppoab.it					
Oggetto disegno					
Planimetria Generale					
Classificazione Zone					
Pericolo di Esplosione					
Disegno					
PIE B15229 21					
File					
PIEB15229-21_R00.dwg					
AB Impiant					
ISO 9001 Cert. n°56-100-10039					
ISO 3834-2 Cert. n°523-080-2012					
Sito installazione					
Strada Vecchia per Bosco Marengo					
15067 Novi Ligure (AL)					
-					
Modello					
ECOMAX® 7 BIO					
Scala					
-					
Commissa					
B15229					
Disegno di proprietà AB Impiant S.r.l. e relativo la riproduzione autorizzazione, all'interno della propria sede, è vietata la ristampa.					
Copyright Reserved					