

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI FERMO
COMUNE DI FERMO




IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO		CLASSE	6.1
RELAZIONE ATEX		PREVENZIONE INCENDI RELAZIONI	
		N. TAVOLA	
		6.1.2	
		FORMATO	
A4		SCALA	
CODIFICA ELABORATO		/	
23008-OW-C-61-RS-105-FA1-0			

00	14/01/2025	RISCONTRO RAPP. VER. INT. REV.2-BIS	R.BIANCO	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 <p>CITTA' DI FERMO Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM)</p> <p>DOTT. Mauro Fortuna RUP</p>	 <p>Via Resuttana 360 90142 -PALERMO</p> <p>OWAC Engineering Company S.R.L ING. Rocco Martello Direttore Tecnico</p> <p>UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PdR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM</p>	 <p>Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA)</p> <p>EDILALTA S.R.L. DOTT. Angelantonio Disabato Socio</p>
		<p>Mandante</p>  <p>Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN)</p> <p>ANAERGIA S.R.L. DOTT. Andrea Parisi Institore</p>



00	R.BIANCO	14/01/2025	C. BUTTICE'	14/01/2025	R.MARTELLO	14/01/2025
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA



Sommario

1.	PREMESSA	7
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3.	LIMITI DELLA CLASSIFICAZIONE	7
4.	FINALITÀ DELLA CLASSIFICAZIONE	8
5.	RIESAME DELLA CLASSIFICAZIONE.....	8
6.	DOCUMENTI DI CLASSIFICAZIONE	9
7.	DETERMINAZIONE DELLE ZONE ATEX	10
7.1.	DEFINIZIONI RICORRENTI	10
7.2.	GRANDEZZE SIGNIFICATIVE SOSTANZE INFIAMMABILI	14
7.3.	GRUPPO E CLASSE DI TEMPERATURA DEI PRODOTTI ATEX	18
7.4.	RIPARTIZIONE DELLE AREE IN CUI POSSONO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE	19
7.5.	GRADI DI EMISSIONE	19
7.6.	MODALITA' DI EMISSIONE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI.....	20
7.7.	GRADO DELLA DILUIZIONE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE	22
7.8.	VELOCITÀ DELL'ARIA DI VENTILAZIONE	25
7.9.	DISPONIBILITÀ DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE.....	26
7.10.	VENTILAZIONE NATURALE DOVUTA ALLA SPINTA DEL VENTO	26
7.10.1.	<i>Ventilazione locale, estrazione.....</i>	<i>27</i>
7.11.	ZONE PERICOLOSE IN FUNZIONE DELLA VENTILAZIONE	27
7.12.	CALCOLO DELLA PORTATA DI EMISSIONE.....	28
7.13.	ESTENSIONE DELLA DISTANZA PERICOLOSA.....	32
7.14.	EMISSIONI STRUTTURALI.....	33
7.15.	CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	34
7.16.	INDIVIDUAZIONE DEI TIPI DI PERICOLO	34
7.16.1.	<i>Pericoli d' ESPLOSIONE o di INCENDIO</i>	<i>35</i>
7.17.	PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PERICOLOSI	36
8.	DATI D'INGRESSO.....	38
8.1.	DATI D'INGRESSO	38
8.2.	CONDIZIONI DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO	38
8.2.1.	<i>Trattamento e preparazione del F.O.R.S.U. (capannone)</i>	<i>38</i>



8.2.2.	Prodotto digestato (effluente dal fermentatore secondario)	38
8.2.3.	Pressioni d'impianto rete biogas.....	38
8.2.4.	Particolarità costruttive	38
8.2.5.	Condizioni di esercizio e manutenzione	39
8.3.	PREVENZIONE INCENDI	39
9.	CARATTERISTICHE AMBIENTALI	40
10.	AMBIENTI ORDINARI.....	40
11.	AMBIENTI INTERESSATI.....	42
12.	CARATTERISTICHE DEL BIOGAS	42
13.	VALUTAZIONE DEL PERICOLO DI ESPLOSIONE PER I GAS INFIAMMABILI	44
13.1.	AREA ESTERNA ZONA GESTIONE ANAEROBICA.....	44
13.1.1.	Serbatoi di idrolisi	44
13.1.2.	Digestori primario e secondario.....	45
13.1.3.	Area upgrading	45
14.	CALCOLO E QUALIFICA ZONE PERICOLOSE.....	46
14.1.	SE-001A VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO DI TUBI- ASPIRAZIONE DEL VENTILATORE	46
14.1.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	46
14.1.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI.....	47
14.1.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE.....	49
14.1.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	51
14.1.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	52
14.1.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	54
14.1.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	55
14.2.	SE-001B VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO DI TUBI- MANDATA DEL VENTILATORE	56
14.2.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	56
14.2.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI.....	57
14.2.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE.....	59
14.2.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	61
14.2.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	62
14.2.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE Errore. Il segnalibro non è definito.	
14.2.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE Errore. Il segnalibro non è definito.	
14.2.8.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	64
14.2.9.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	65



14.3.	SE-003 SIGILLI PER SCATOLE SERVIZIO	66
14.3.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	66
14.3.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI	67
14.3.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE	69
14.3.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	71
14.3.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO	72
14.3.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	74
14.3.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	75
14.4.	SE-004 VALVOLA LIMITATRICE DI PRESSIONE	76
14.4.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	76
14.4.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI	77
14.4.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE	79
14.4.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	81
14.4.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO	82
14.4.1.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	84
14.4.2.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	85
14.5.	SE-006 TETTO A MEMBRANA O SERBATOIO DEL GAS	86
14.5.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	86
14.5.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI	87
14.5.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE	88
14.5.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	90
14.5.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO	91
14.5.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	93
14.5.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	94
14.6.	SE-008 APERTURA SIGILLATA PARETI IN CALCESTRUZZO	95
14.6.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	95
14.6.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI	96
14.6.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE	98
14.6.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	100
14.6.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO	101
14.6.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE	103
14.6.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	104
14.7.	SE-012 FISSAGGIO DEL TETTO A MEMBRANA	105
14.7.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI	105
14.7.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI	106
14.7.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE	108
14.7.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	110



14.7.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	111
14.7.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	113
14.7.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	114
14.8.	SE-027 VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO PER TUBI IN BIOMETANO - 0,5BARG.....	115
14.8.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI.....	115
14.8.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI.....	116
14.8.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE.....	118
14.8.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	120
14.8.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	121
14.8.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	123
14.8.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	124
14.9.	SE-028 VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO PER TUBI IN BIOMETANO - 13,2BARG.....	125
14.9.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI.....	125
14.9.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI.....	126
14.9.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE.....	128
14.9.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	130
14.9.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	131
14.9.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	133
14.9.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	134
14.10.	SE-030 TORCIA D'EMERGENZA.....	135
14.10.1.	DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI.....	135
14.10.2.	ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI.....	136
14.10.3.	ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE.....	138
14.10.4.	DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g	140
14.10.5.	RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO.....	141
14.10.6.	ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	143
14.10.7.	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	144



1. PREMESSA

Il presente documento è volto a valutare il rischio di esplosione e la classificazione delle zone con pericolo di esplosione riscontrabili nel presente progetto. Fornisce inoltre informazione sulle distanze delle zone a rischio esplosione in base alla sorgente di emissione.

Il documento verrà aggiornato (in ultimo quando verranno redatti gli elaborati di as-built) una volta definite le installazioni dei componenti dell'impianto di produzione gas, in quanto, le caratteristiche dei prodotti atex cambiano in base al produttore.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative utilizzate nel presente elaborato sono di seguito riportate:

- Decreto legislativo n°105 del 26 Giugno 2015 "Attuazione della direttiva 2012/18UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose";
- CEI 31-87 - CEI EN 60079-10-1 del Novembre 2016 "Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas";
- CEI 31-35/Ab di Ottobre 2016 "Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione delle Norme CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)";
- CEI 31-35/A;Ab di Ottobre 2016 "Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione delle Norme CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione";

3. LIMITI DELLA CLASSIFICAZIONE

La classificazione interessa l'area di installazione dell'impianto di trattamento anaerobico della frazione organica dei rifiuti solidi urbani per la produzione di biometano:

In fase di costruzione dell'appalto la presente classificazione dovrà essere aggiornata in funzione di quanto realmente installato e delle specifiche fornite dai fornitori dei packages.

La classificazione espressa è relativa all'impianto di produzione biogas in esercizio



ordinario. Per il rischio di esplosione relativo alle operazioni di manutenzione e condizioni transitorie dell'impianto si veda quanto specificato nel capo V. "Avvertenze". Situazioni straordinarie e di emergenza devono essere gestite tenendo conto della presente classificazione e della tipologia impiantistica che ne deriva.

4. FINALITÀ DELLA CLASSIFICAZIONE

La presente classificazione è finalizzata ad individuare e qualificare i rischi di esplosione dovuti a gas infiammabili generati durante l'esercizio dell'impianto.

A tal fine è stata valutata la presenza del RISCHIO DI ESPLOSIONE per le seguenti attività e/o luoghi:

- movimentazione e preparazione del FORSU:
- rischio di esplosione dovuto alla potenziale generazione di biogas causa inizio fermentazione
- vasca omogeneizzazione triturato FORSU:
- rilascio di biogas per inizio fermentazione
- rete trasporto FORSU per carico digestori
- generazione del biogas nei fermentatori e serbatoio accumulo (gasometro)
- rete di trasporto biogas
- Impianto upgrading biogas
- Sistema di raffreddamento, purificazione, compressione biogas
- Compressore biometano
- Torcia biogas
- Reti di trasporto liquami/percolato.

5. RIESAME DELLA CLASSIFICAZIONE

In fase di progettazione esecutiva dell'impianto dovrà essere aggiornata la presente classificazione per tenere conto:

-di variazioni dei parametri ambientali

-di variazione della composizione del biogas



- di variazioni costruttive dei componenti dell'impianto
- dell'effettiva posizione delle sorgenti di emissione previste nella presente relazione
- della tipologia e posizione di sorgenti di emissione non considerate dalla presente relazione (es. componenti di controllo e misura del processo).

6. DOCUMENTI DI CLASSIFICAZIONE

Nella seguente tabella sono elencati tutti i documenti costituenti la classificazione ambienti.

Descrizione	Identificazione
<ul style="list-style-type: none">• RELAZIONE ATEX	Presente documento
<ul style="list-style-type: none">• PLANIMETRIA ZONE ATEX	6.2.7-23008-OW-C-62-DP-019-FA0-0-PANIMETRIA ZONE ATEX



7. DETERMINAZIONE DELLE ZONE ATEX

7.1. DEFINIZIONI RICORRENTI

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.

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.

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.

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.).

7.2. GRANDEZZE SIGNIFICATIVE SOSTANZE INFIAMMABILI

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

Nome e composizione (formula): la sostanza infiammabile 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** (Chemical Abstracts Service) 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):

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



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:

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

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_a = 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.

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 letteratura, considerando che γ diminuisce con l'aumentare della complessità della molecola.

Calore specifico a temperatura ambiente csl : 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 csl è utilizzato per stabilire la frazione di liquido che evapora



nell'emissione.

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.

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.

7.3. 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 seguente:

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



7.4. 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.

Tabella 2 - Ripartizione delle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive

7.5. 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.

Tabella 3 - Gradi di emissione



7.6. 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 di sopra 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.

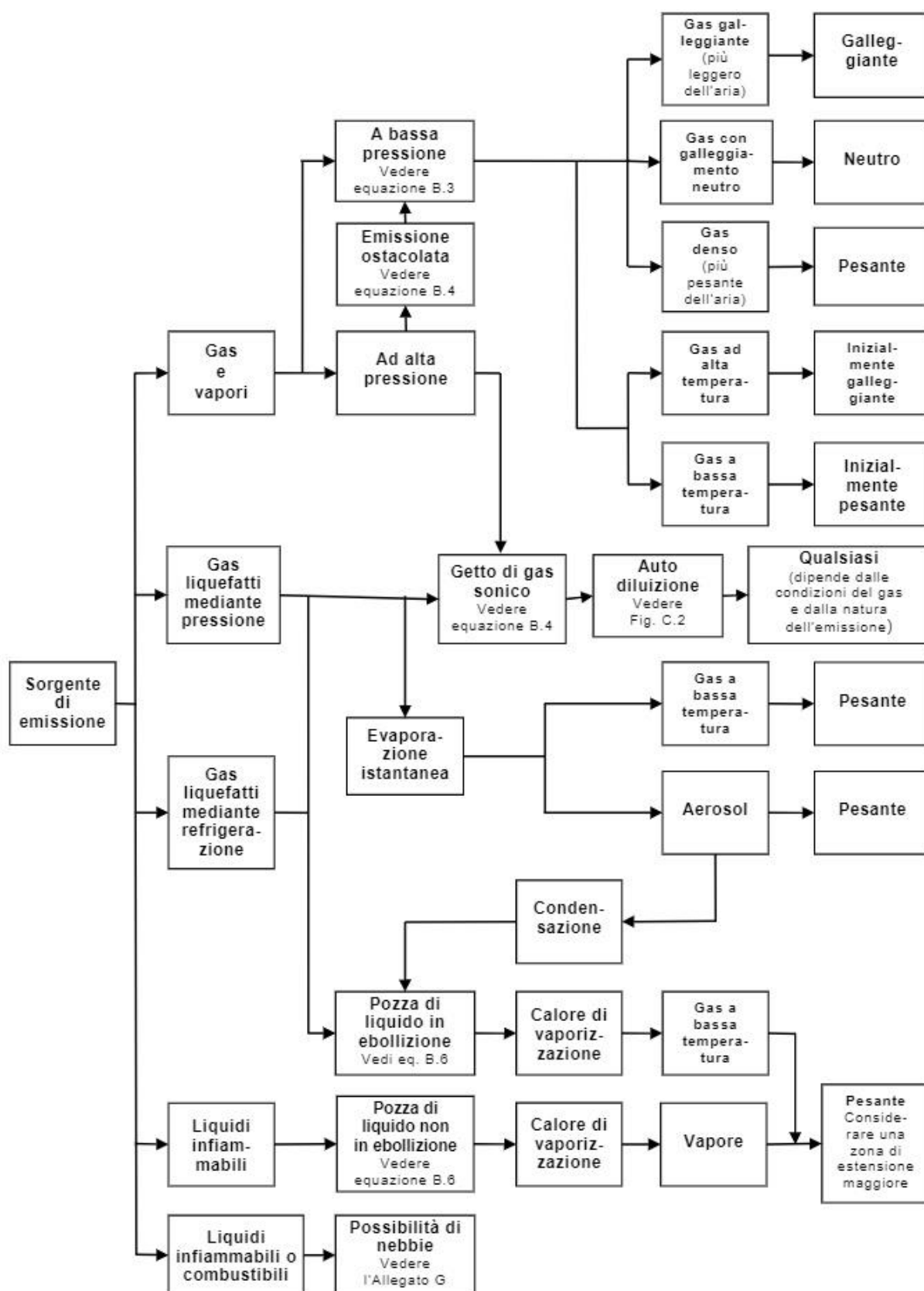


Figura 1 - CEI 31-87:2023: Figura B.1 Modalità di emissione



7.7. 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	Definizione
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:

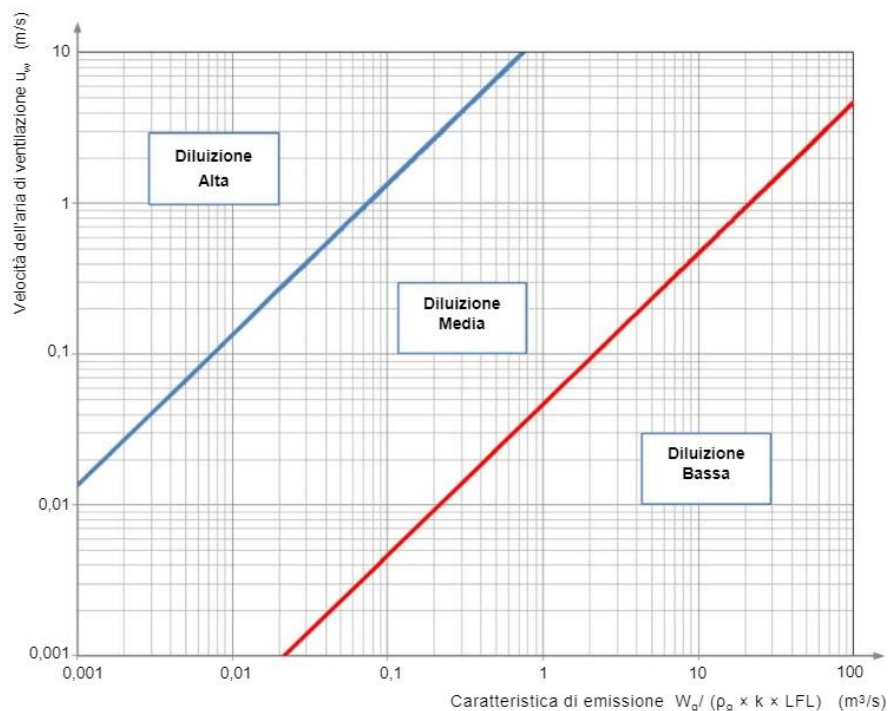


Figura 2 - x CEI 31-87:2023 - Figura C.1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione

Dove:

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

$$\frac{W_g}{\rho_g k LFL} \quad \bullet \quad \text{è una caratteristica di emissione [m³/s];}$$

- W_g portata di emissione massica di sostanza infiammabile [Kg/s];

$$\rho_g = \frac{p_a M}{R T_a} \quad \bullet \quad \text{è la massa volumica del gas/vapore [kg/m³], già definita al paragrafo } \textit{Grandezze significative delle sostanze infiammabili};$$



- 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 X_b 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 X_b 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:

Q_g = portata volumetrica del gas emesso dalla sorgente (m³/s);

Q_1 = portata volumetrica dell'aria in ingresso al locale attraverso le aperture (m³/s);

Q_2 = 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 potrebbe essere compreso tra 1,5 quando la miscelazione è leggermente inefficiente e 5 quando la miscelazione è molto inefficiente.

7.8. VELOCITÀ 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 meteorologici

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.

Tabella 4 : TABELLA D.1 CEI 31-87:2023



Tabella C.1 – Velocità indicative dell'aria di ventilazione (u_w) all'aperto

Tipo di luogo all'aperto	Luoghi privi di ostacoli			Luoghi con ostacoli		
Elevazione rispetto al livello del terreno	≤ 2 m	> 2 m fino a 5 m	> 5 m	≤ 2 m	> 2 m fino a 5 m	> 5 m
Velocità dell'aria di ventilazione per la stima della diluizione di emissioni di gas/vapore più leggero dell'aria	0,5 m/s	1 m/s	2 m/s	0,5 m/s	0,5 m/s	1 m/s
Velocità dell'aria di ventilazione indicativa per la stima della diluizione di emissioni di gas/vapore più pesante dell'aria	0,3 m/s	0,6 m/s	1 m/s	0,15 m/s	0,3 m/s	1 m/s
Velocità dell'aria di ventilazione indicativa per la stima della portata di evaporazione da una superficie di liquido a qualsiasi elevata	> 0,25 m/s			> 0,1 m/s		

Generalmente, i valori indicati in tabella potrebbero essere considerati con una disponibilità della ventilazione adeguata (vedere D.2).

Per i luoghi al chiuso, le valutazioni dovrebbero normalmente basarsi su una velocità minima dell'aria di 0,05 m/s che sarà presente, praticamente, ovunque. Valori diversi potrebbero essere assunti in situazioni particolari (per esempio, in prossimità delle aperture di ingresso/uscita dell'aria di ventilazione). Dove la ventilazione può essere controllata, la velocità minima dell'aria di ventilazione potrebbe essere calcolata.

Tabella 5 - Tabella C.1 CEI 31-87:2023

7.9. 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.

7.10. 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):

$$Q_a = C_d A_e u_w \sqrt{\frac{\Delta C_p}{2}} \left(m^3 / s \right)$$

con:

C_d = 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;

A_e = area effettiva delle aperture (m²);

u_w = velocità del vento (m/s);

ΔC_p = coefficiente di pressione caratteristico del fabbricato (adimensionale);

7.10.1. 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.

7.11. 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 grado di emissione e all'efficacia della ventilazione

Grado di emissione	Efficacia della Ventilazione						
	Diluizione Alta			Diluizione Media			Diluizione Basso
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	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 ^(c)	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 ^(d)
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 ^(d)

(a) Zona 0 NE, 1 NE oppure 2 NE indica una zona teorica nella quale, in condizioni normali, l'estensione sarebbe trascurabile.

(b) Il luogo classificato Zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo può eccedere quanto attribuito a un'emissione di grado primo o continuo; in questo caso, dovrebbe essere applicata la distanza maggiore.

(c) Qui la Zona 1 non è necessaria. Cioè una piccola Zona 0 si trova nel luogo nel quale l'emissione non è controllata dalla ventilazione e una Zona 2 più grande per quando la ventilazione viene meno.

(d) 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 a una condizione di "assenza della ventilazione").

'+' significa "circondata da".

La disponibilità della ventilazione negli spazi chiusi naturalmente ventilati non è comunemente considerata buona.

Tabella 6 : Tabella D.1 CEI 31-87:2023

7.12. 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*):

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

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

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

con

W_g = portata di emissione massica di sostanza infiammabile [kg/s];

C_d = 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];

p_a = 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*):

$$W = C_d S \sqrt{2 \rho \Delta p} \text{ (kg/s)}$$

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*):

$$W_e = \frac{6,55 u_w^{0,78} A_p p_v M^{0,667}}{R \times T} \text{ (kg/s)}$$

con:

W_e = portata di evaporazione del liquido (kg/s)

u_w = velocità del vento al disopra della superficie della pozza di liquido (m/s);

A_p = area della superficie della pozza (m²);



p_v = tensione di vapore alla temperatura del liquido T (Pa);

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.



7.13. 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.

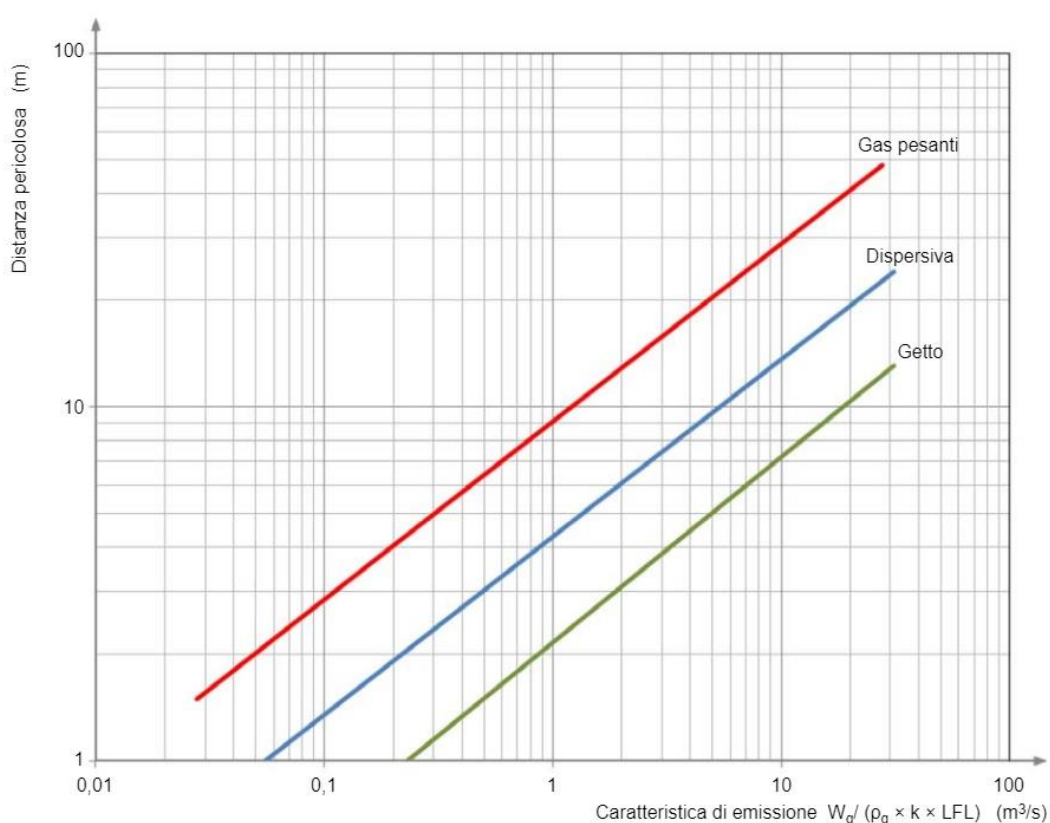


Figura 3 - CEI 31-87:2023 - Figura D.1 - Diagramma per la stima delle distanze pericolose

Dove:

$\frac{W_g}{\rho_g k LFL}$ • è una caratteristica di emissione [m³/s];



- Wg portata di emissione massica di sostanza infiammabile [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, tipicamente 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).

7.14. 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.



7.15. 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.

7.16. 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.



7.16.1. 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.



7.17. 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 l'impianto o l'eventuale reparto considerato 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 ridurre 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;



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- 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;



8. DATI D'INGRESSO

8.1. DATI D'INGRESSO

I seguenti documenti sono assunti a base della classificazione:

- PORGETTO ESECUTIVO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

8.2. CONDIZIONI DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

Tenuto conto delle informazioni in ns possesso e desunte dai documenti di progetto dell'impianto di cogenerazione, si assumono le seguenti condizioni:

8.2.1. Trattamento e preparazione del F.O.R.S.U. (capannone)

- la preparazione del FORSU (carico sacchetti, apertura sacchetti, vagliatura e triturazione) non produce quantità apprezzabili di biogas ai fini del pericolo di esplosione

8.2.2. Prodotto digestato (effluente dal fermentatore secondario)

- il liquame digerito (esausto) non è più ritenuto in grado di produrre biogas in quantità apprezzabili ai fini del pericolo di esplosione a tale garanzia sono previsti controlli fisico-chimici durante il processo digestivo (rapporto FOS/TAC)

8.2.3. Pressioni d'impianto rete biogas

- fermentatori primario e secondario (gasometro)
- per la pressione ordinaria di esercizio condutture di adduzione biogas e pressione nei volumi interni si assume il valore massimo di 8 mbar @ 45° C
- per la pressione di intervento delle valvole di sicurezza (guardie idrauliche) si assume il valore di 8 mbar @ 45° C
- compressore biogas, torcia, cogeneratore
- per la pressione ordinaria di esercizio condutture di adduzione biogas al cogeneratore si assume il valore massimo di 160 mbar @ 20° C

8.2.4. Particolarità costruttive



- - tubazioni di convogliamento liquame collegate a pompa centrale, fermentatore, gasometro: sempre pieni di liquame organico
- - tubazioni di insufflaggio aria e acqua collegate ai fermentatori: sempre in pressione e dotate di dispositivi contro il ritorno del biogas (es. valvole di non ritorno)
- - gli agitatori meccanici si intendono costruiti a tenuta stagna ai liquidi e gas

8.2.5. Condizioni di esercizio e manutenzione

- - si assume che sia eseguita una corretta gestione e manutenzione dell'impianto (vedere le condizioni indicate nel capo "Avvertenze")
- - porte di accesso e oblò di ispezione: tenuti sempre chiusi durante il normale funzionamento dell'impianto
- - le operazioni di manutenzione e/o ispezione che comportano l'apertura di serramenti di accesso alla pre-vasca e ai digestori devono avvenire solo previa attivazione di opportune procedure di bonifica degli ambienti
- - le operazioni di manutenzione o interventi in genere che comportano la fermata e/o svuotamento del fermentatore e/o gasometro devono comportare anche la bonifica di tutte le tubazioni collegate a tali strutture.

8.3. PREVENZIONE INCENDI

Nel sito saranno svolte attività soggette alla prevenzione incendi (D.P.R. 151/2011).

Tali attività sono dettagliatamente individuate nell'alaborato:

6.1.1-23008-OW-C-61-RS-004-FA1-1-RELAZIONE PREVENZIONE INCENDI

a cui si rimanda.



9. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Seguono le informazioni caratteristiche del luogo in cui è insediato il complesso produttivo.

CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE ED AMBIENTALI	
Comune	FERMO località di insediamento impianto a 180m s.l.m.
Località di riferimento	Regione Marche, Comune di Fermo, Provincia di Fermo
Pressione atmosferica	99.188,60 Pa
Temperatura media	40 °C

Per un margine di sicurezza maggiore per ciò che concerne i calcoli della distanza di sicurezza si è scelto di assumere 40 °C come temperatura ambiente.

10. AMBIENTI ORDINARI

Considerate le condizioni di esercizio dell'impianto di cogenerazione, il ciclo di produzione del biogas e l'ubicazione dei componenti, si assumono a qualifica ORDINARIA a fini elettrici i seguenti luoghi/ambienti (per la localizzazione vedere tavole progetto impianto):

I numeri fra parentesi quadre indicano i luoghi ambienti identificati nella tavola:

6.2.7-23008-OW-C-62-DP-019-FA0-0-PLANIMETRIA ZONE ATEX

- Ufficio e spogliatoi [1]

Si tratta di un edificio basso, ad una elevazione fuori terra, dedicato agli uffici amministrativi, servizi igienici e spogliatoio, contabilità e controllo della stazione di pesatura;

- Pesa [2]

Zona all'aperto destinata alla pedana di pesa dei veicoli in ingresso e uscita;

- Edificio conferimento e pretrattamento[3-4-5];

E' un capannone su cui si svolgono le seguenti attività:



Bussola di ingresso -Area in cui accedono i mezzi per il successivo scarico nella fossa di ricezione [3]

Fossa di ricezione - area destinata allo stoccaggio della FORSU in ingresso prima dell'avvio alla fase di pretrattamento [4]

Area pretrattamenti – primo trattamento della FORSU in ingresso per il successivo avvio alla fase di digestione anaerobico [5]

- Biofiltro [6]

Strutture per la biofiltrazione dell'aria esausta tramite substrato biologico

- Locale pompe [8]

Locale basso ad una elevazione dedicata al contenimento delle attrezzature di pompaggio digestato e quadri elettrici di controllo

- Caldaie [8]

Generatori di calore a gas con installazione all'aperto per la generazione di acqua calda necessaria al riscaldamento dei digestori

- Locale quadri [8]

locale d'installazione dei quadri elettrici di controllo impianto di ricezione e pretrattamento

- Cabina di trasformazione MT/bt [8c]

Fabbricato basso prefabbricato destinato alla trasformazione elettrica MT/bt

- Sezione dewatering
- Vasca digestato liquido [16]

Il digestato a seguito della digestione anaerobica verrà separato in una frazione solida e una liquida attraverso una pressa a vite. Dopo il primo step di separazione solido-liquido, è previsto l'utilizzo di una pressa fanghi, una coclea a vite ad alta compattazione che riesce a disidratare il digestato in ingresso, raggiungendo una separazione più spinta dei solidi sospesi grazie all'aggiunta di polimero.

Il filtrato viene inviato alla vasca tampone (volume operativo 200 m³, HRT 7 h) prima del disidratatore e ricircolato in parte al pretrattamento per le diluizioni

- Impianto WWTT (depurazione acque di processo) [18]



Vasca di equalizzazione ed alimentazione [16]. Si tratta di una vasca anossica di denitrificazione con un volume di circa 1020 m³ [16] e reattore biologico MBR[23].

Sezione di ultrafiltrazione, osmosi inversa, evaporazione e impianti connessi

Il processo di ultrafiltrazione avviene attraverso membrane tubolari in configurazione "side stream" Successivamente, il permeato dell'ultrafiltrazione viene alimentato, come detto, all'interno dell'unità di osmosi inversa (RO) a doppio passaggio di filtrazione dotata di CIP. Il sistema è completato da una unità di evaporazione sottovuoto a triplo effetto.

- Officina [23]

Fabbricato basso destinato a magazzino attrezzature ed officina

11. AMBIENTI INTERESSATI

Sono interessati dalla valutazione del pericolo di esplosione per la possibile presenza di atmosfere esplosive (gas infiammabili) i seguenti luoghi dell'impianto:

A) AREE INTERESSATE DAL BIOGAS

- Serbatoi di idrolisi [7]
- Digestore primario [9]
- Digestore secondario [10]
- Impianto upgrading biogas [20]
- Sistema di raffreddamento, purificazione, compressione biogas
- Compressore biometano [11]
- Torcia biogas [13]

12. CARATTERISTICHE DEL BIOGAS

Secondo le previsioni di progetto il biogas prodotto dalle biomasse F.O.R.S.U. (frazione organica rifiuti solidi urbani) avrà la composizione media indicata in tabella,

COMPOSIZIONE CHIMICA BIOGAS (media)		
GAS	Formula	% in volume
Metano	CH ₄	55%
Anidride carbonica	CO ₂	30%
Monossido di carbonio	CO	10%



Altri gas	-	5%
-----------	---	----

Ai fini della classificazione degli ambienti, a favore della sicurezza, si è assunto che il biogas sia composto al 100% da gas metano.

Nella successiva tabella sono indicate le principali caratteristiche chimico-fisiche del metano quale praticamente unica componente infiammabile del BIOGAS in esame.

METANO	
Numerazione CAS	74-82-8
Composizione chimica	CH ₄
L.E.L. % volume	4,4 %
L.E.L. kg/m ³	2,94·10 ⁻² kg/m ³
U.E.L. % volume	17,0 %
Densità relativa all'aria	0,554
Massa molare	16,04 kg/kmol
Coefficiente γ (rapporto tra calori specifici)	1,31
Massa volumica del liquido	415 kg/m ³
Calore specifico a temperatura ambiente (csl)	3454 J/(kg·K)
Coefficiente di diffusione del gas (cd)	0,074 m ² /h
Calore latente di vaporizzazione (clv)	5,10·10 ⁵ J/kg
Temperatura di ebollizione (Tb)	- 161,4° C
Temperatura di accensione	537° C
Temperatura di infiammabilità	- 160° C
Gruppo delle costruzioni elettriche	II A
Classe di temperatura delle costruzioni elettriche	T1

LEGENDA

L.E.L. Lower Explosive Limit, limite inferiore di esplodibilità

U.E.L. Upper Explosive Limit, limite superiore di esplodibilità



13. VALUTAZIONE DEL PERICOLO DI ESPLOSIONE PER I GAS INFIAMMABILI

13.1. AREA ESTERNA ZONA GESTIONE ANAEROBICA

Seguono i dati caratteristici dell'ambiente esterno, sorgenti di emissione e zone pericolose individuate.

Tipo di ambiente	APERTO
Pressione atmosferica	97.781 Pa
Temperatura ambiente (di rif.)	30° C
Fattore di efficacia della ventilazione (f)	2
Posizione delle sorgenti di emissione	sopra i 3m dal suolo
Velocità minima del vento entro 3 m dal suolo (w)	0,2 m/s
Velocità minima del vento sopra 3 m dal suolo (w)	0,4 m/s
Disponibilità della ventilazione	BUONA
Controllo dell'ambiente	luogo non sorvegliato

13.1.1. Serbatoi di idrolisi

Id	SORGENTE DI EMISSIONE	Grado di emissione
SE.001A	Valvole e flange di raccordo di tubi per biogas o altri tubi al di sopra del livello del substrato – aspirazione del ventilatore	secondo
SE.003	Sigilli per scatole di servizio	secondo
SE.004	Valvola di sicurezza	primo
SE.008	Apertura sigillata sulle pareti del serbatoio (dispositivi di misurazione, tubi, spie di livello)	secondo



13.1.2. Digestori primario e secondario

Id	SORGENTE DI EMISSIONE	Grado di emissione
SE.001A	Valvole e flange di raccordo di tubi per biogas o altri tubi al di sopra del livello del substrato – aspirazione del ventilatore	secondo
SE.003	Sigilli per scatole di servizio	secondo
SE.004	Valvola di sicurezza	primo
SE.006	Tetto a membrana o serbatoio del gas (danno minore)	secondo
SE.008	Apertura sigillata sulle pareti del serbatoio (dispositivi di misurazione, tubi, spie di livello)	secondo
SE.012	Tetto a membrana e suo fissaggio al serbatoio	secondo

13.1.3. Area upgrading

Id	SORGENTE DI EMISSIONE	Grado di emissione
SE.001A	Valvole e flange di raccordo di tubi per biogas o altri tubi al di sopra del livello del substrato – aspirazione del ventilatore	secondo
SE.001B	Valvole e flange di raccordo di tubi per biogas o altri tubi al di sopra del livello del substrato - mandata del ventilatore	secondo
SE.027	Valvole e flange di raccordo per tubi in biometano - 0,5barg	secondo
SE.028	Valvole e flange di raccordo per tubi in biometano - 13,2barg	secondo



13.1.4. Area compressore e cabina remi

Id	SORGENTE DI EMISSIONE	Grado di emissione
SE.027	Valvole e flange di raccordo per tubi in biometano - 0,5barg	secondo
SE.028	Valvole e flange di raccordo per tubi in biometano - 13,2barg	secondo

14. CALCOLO E QUALIFICA ZONE PERICOLOSE

14.1. SE-001A VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO DI TUBI- ASPIRAZIONE DEL VENTILATORE

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.1.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,25

14.1.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	Ti (°C)	ρ liq (Kg/mc)	Cd (mq/h)	Tb (°C)	γ (Cp/Cv)	Csl (J/kg k)	Clv (J/kg)	M (kg/kmol)	LFL (% vol)	Tacc (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- Ti = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ liq = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m3];
- cd = coefficiente di efflusso , [m2/h];
- Tb = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = cp / cv ;
- csl = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- clv = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];
- LFL = limite inferiore d'infiammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- Tacc = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];

- Pv20 = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- Pv40 = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

14.1.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-001A	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00005012	Secondo	3,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati :

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE = dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme.
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

14.1.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- A_p = Area della pozza (mq)
- P_v = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	A _p (mq)	P _v (Pa)	uw (m/s)
SE-001A	B.7.2.3.1	99700	0,8	2,5	40	-	-	-	-

14.1.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s⁻¹)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE-001A	0,000	0,00005012	0,0037258233 1530161	1,00	0,0833333333333333	Diluizione Alta	Buona

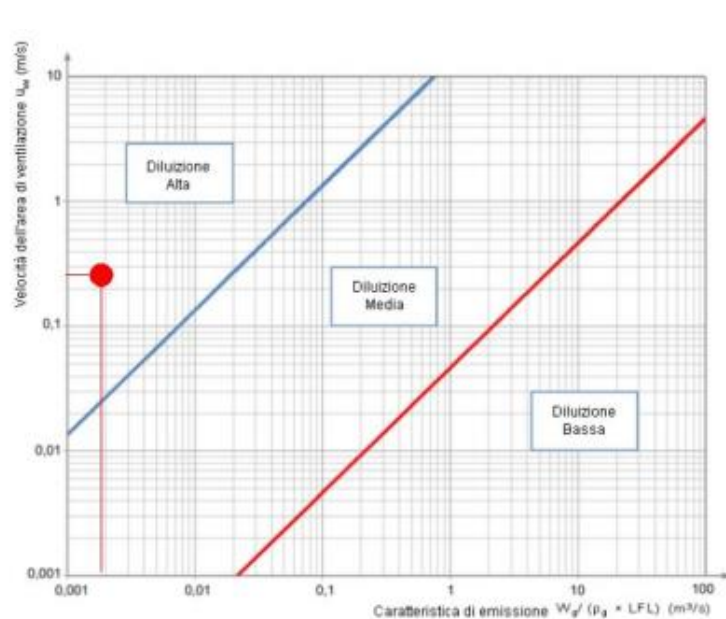
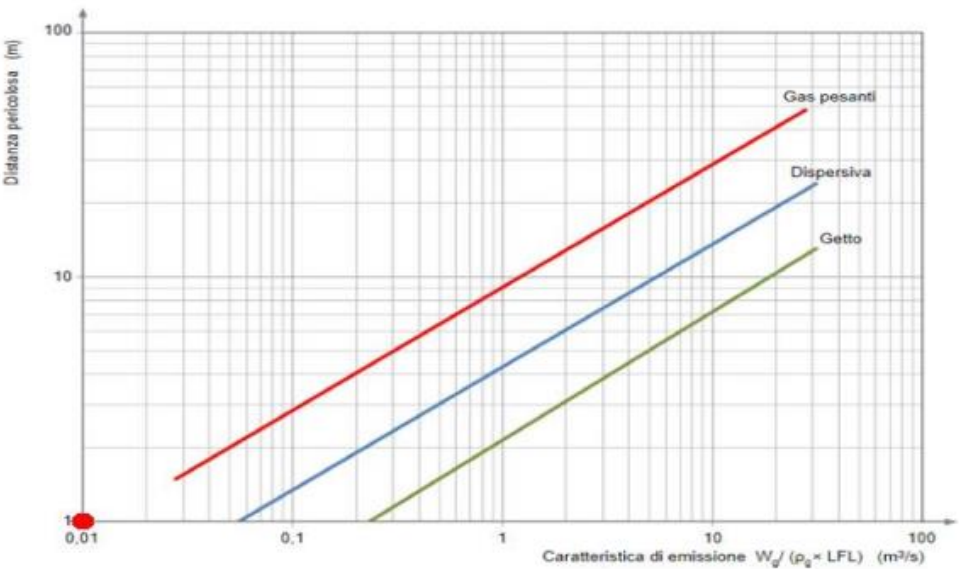


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 53 di 144



14.1.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

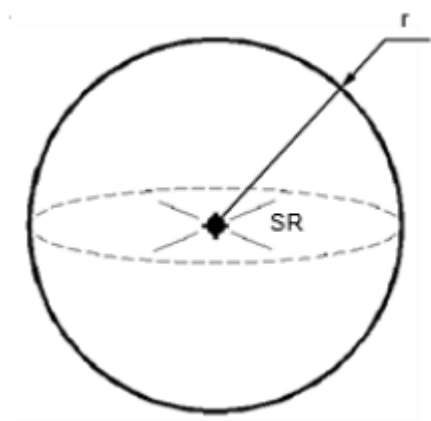
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).



ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-001A	Metano	1,00

FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.1.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-001A	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.2. SE-001B VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO DI TUBI- MANDATA DEL VENTILATORE

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.2.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,25



14.2.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	T _i (°C)	ρ_{liq} (Kg/mc)	C _d (mq/h)	T _b (°C)	γ (C _p /C _v)	C _{sl} (J/kg k)	C _{lv} (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	T _{acc} (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- T_i = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ_{liq} = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m³];
- c_d = coefficiente di efflusso , [m²/h];
- T_b = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;
- c_{sl} = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- c_{lv} = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- LFL = limite inferiore d'inflammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- T_{acc} = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- $Pv20$ = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- $Pv40$ = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 58 di 144



14.2.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-001B	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00021972	Secondo	3,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati :

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO



RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 59 di 144



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE = dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 60 di 144



14.2.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-001B	B.7.2.3.1	109200	0,8	2,5	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- Ap = Area della pozza (mq)
- Pv = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.2.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Q_a = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume V_a considerato
- Q_{amin} = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)_{min}$, [mcs];
- W_g = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- X_b = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Q_a (mc/s)	W_g (kg/s)	Q_{amin} (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE-001B	0,000	0,00021972	0,0163335574 38908	1,00	0,0833333333333333	Diluizione Alta	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

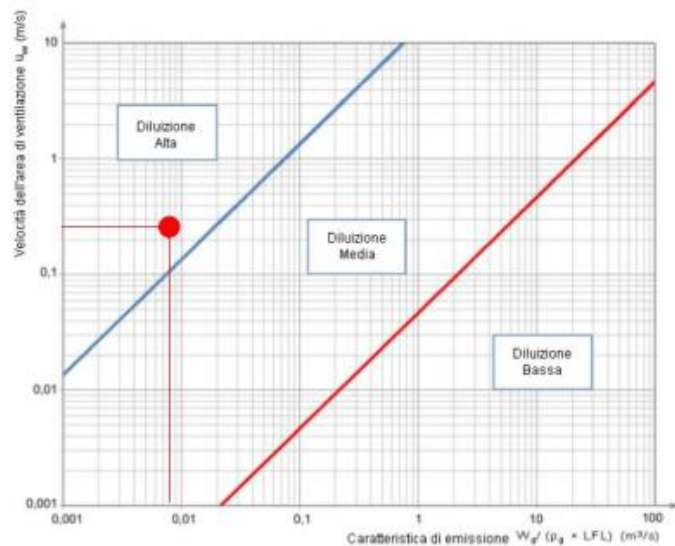
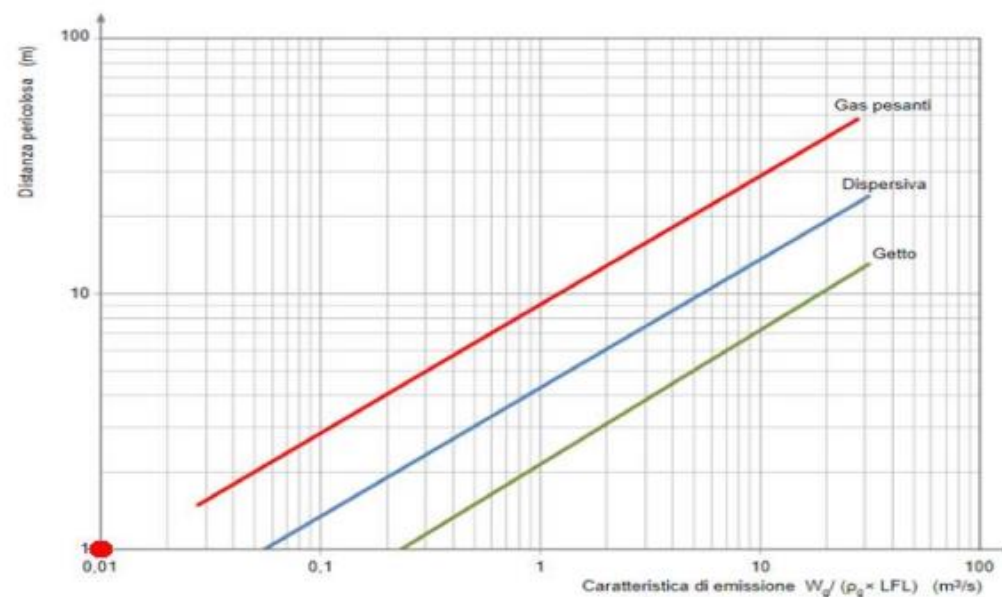


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 63 di 144



14.2.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

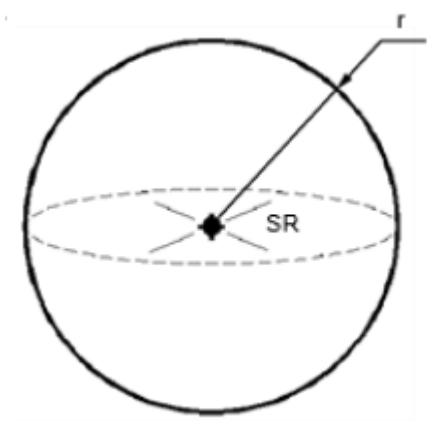
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza d_z (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).



ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-001B	Metano	1,00

FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.2.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-001B	Secondo	ZONA 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

14.3. SE-003 SIGILLI PER SCATOLE SERVIZIO

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.3.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.3.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	Ti (°C)	ρ liq (Kg/mc)	Cd (mq/h)	Tb (°C)	γ (Cp/Cv)	Csl (J/kg k)	Clv (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	Tacc (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- Ti = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ liq = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m3];
- cd = coefficiente di efflusso , [m2/h];
- Tb = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = cp / cv ;
- csl = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- clv = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];
- LFL = limite inferiore d'infiammabilità, espresso in percento del volume [% vol];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- Tacc = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- Pv20 = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- Pv40 = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 68 di 144



14.3.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-003	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00830000	Secondo	10,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

Simboli utilizzati:

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE = dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 70 di 144



14.3.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-003	B.7.2.3.1	99700	0,8	400	20	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- Ap = Area della pozza (mq)
- Pv = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.3.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s⁻¹)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE-003	0,000	0,00830000	0,6170058562 84984	2,40	0,0317258883248731	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

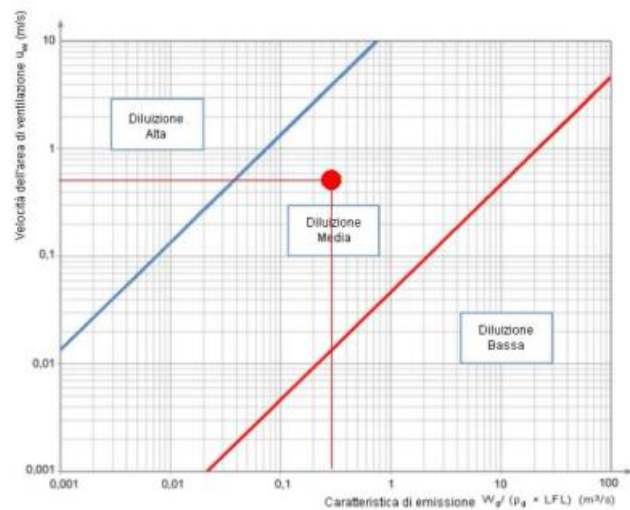
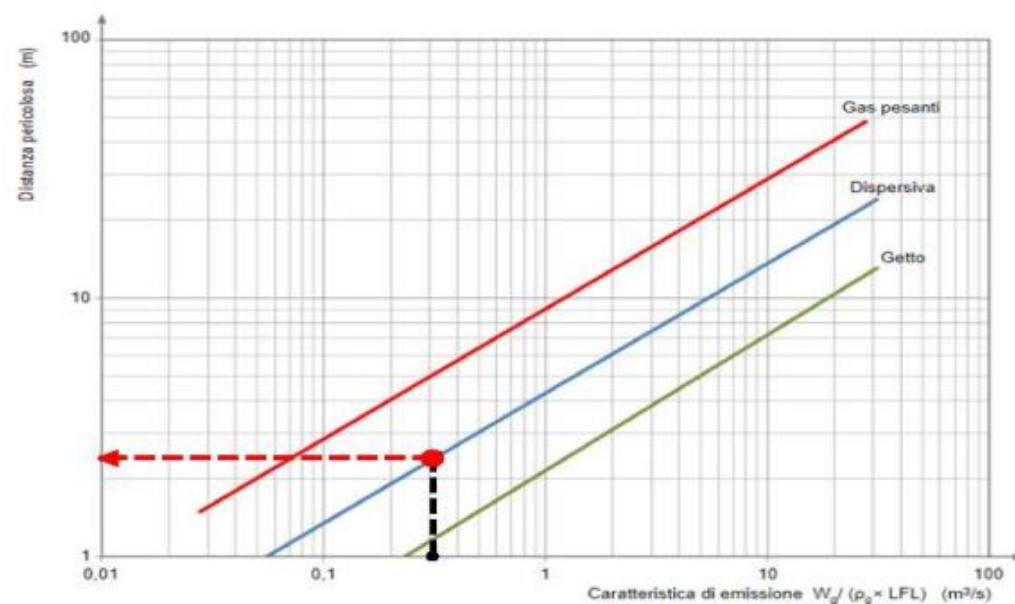


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 73 di 144



14.3.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

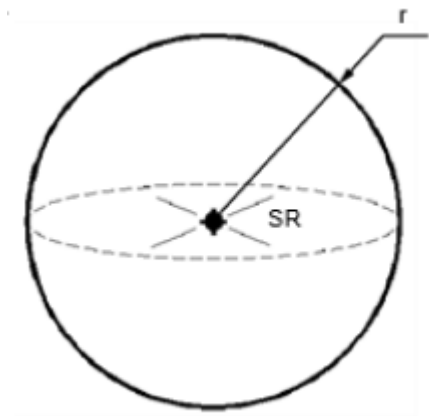
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-003	Metano	2,40



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.3.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-003	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.4. SE-004 VALVOLA LIMITATRICE DI PRESSIONE

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.4.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.4.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	Ti (°C)	ρ liq (Kg/mc)	Cd (mq/h)	Tb (°C)	γ (Cp/Cv)	Csl (J/kg k)	Clv (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	Tacc (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- Ti = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ liq = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m3];
- cd = coefficiente di efflusso , [m2/h];
- Tb = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = cp / cv ;
- csl = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- clv = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- LFL = limite inferiore d'infiammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- Tacc = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- Pv20 = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- Pv40 = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 78 di 144



14.4.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-004	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,02300000	Primo	0,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

Simboli utilizzati :

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE = dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme.
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 80 di 144



14.4.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-004	B.7.2.3.1	100200	0,99	660	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- Ap = Area della pozza (mq)
- Pv = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.4.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE- 004	0,000	0,02300000	1,7097752644 0417	4,01	0,0519534497090607	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

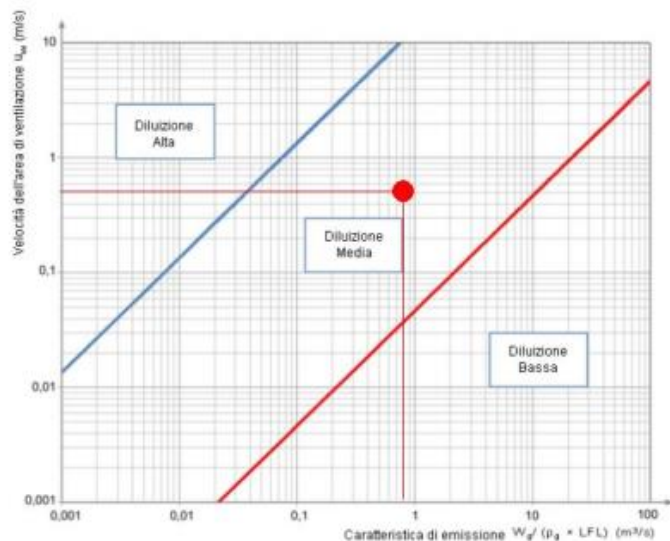
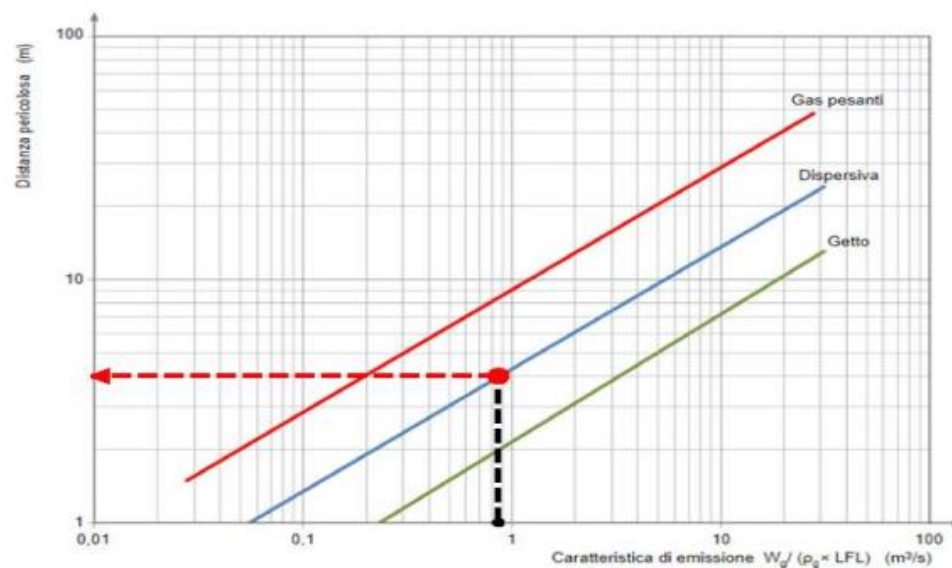


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 83 di 144



14.4.1. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

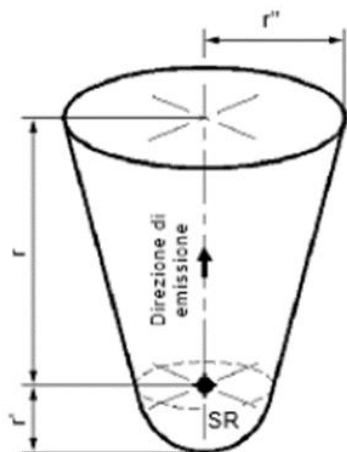
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-004	Metano	4,01



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.4.2. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-004	Primo	Zona 1

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.5. SE-006 TETTO A MEMBRANA O SERBATOIO DEL GAS

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.5.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.5.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	Ti (°C)	ρ liq (Kg/mc)	Cd (mq/ h)	Tb (°C)	γ (Cp/Cv)	Csl (J/kg k)	Clv (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	Tacc (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- Ti = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ liq = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m3];
- cd = coefficiente di efflusso , [m2/h];
- Tb = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = cp / cv ;
- csl = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- clv = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];
- LFL = limite inferiore d'infiammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- Tacc = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- Pv20 = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- Pv40 = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

14.5.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 88 di 144



Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-006	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00600000	Secondo	10,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati:

- Wg = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE = dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente Db dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme.
- f= valore medio della concentrazione di fondo Xb del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);



14.5.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-006	B.7.2.3.1	99700	0,8	300	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- Ap = Area della pozza (mq)
- Pv = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.5.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Q_a = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume V_a considerato
- Q_{amin} = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV / dt)_{min}$, [mcs];
- W_g = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s⁻¹)
- X_b = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Q_a (mc/s)	W_g (kg/s)	Q_{amin} (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE- 006	0,000	0,00600000	0,446028329 844567	2,04	0,0335660580021482	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

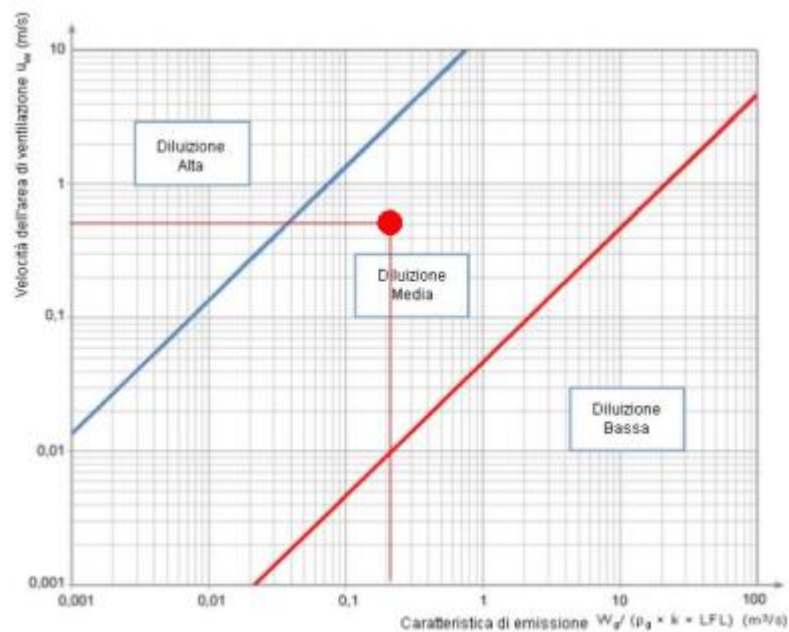
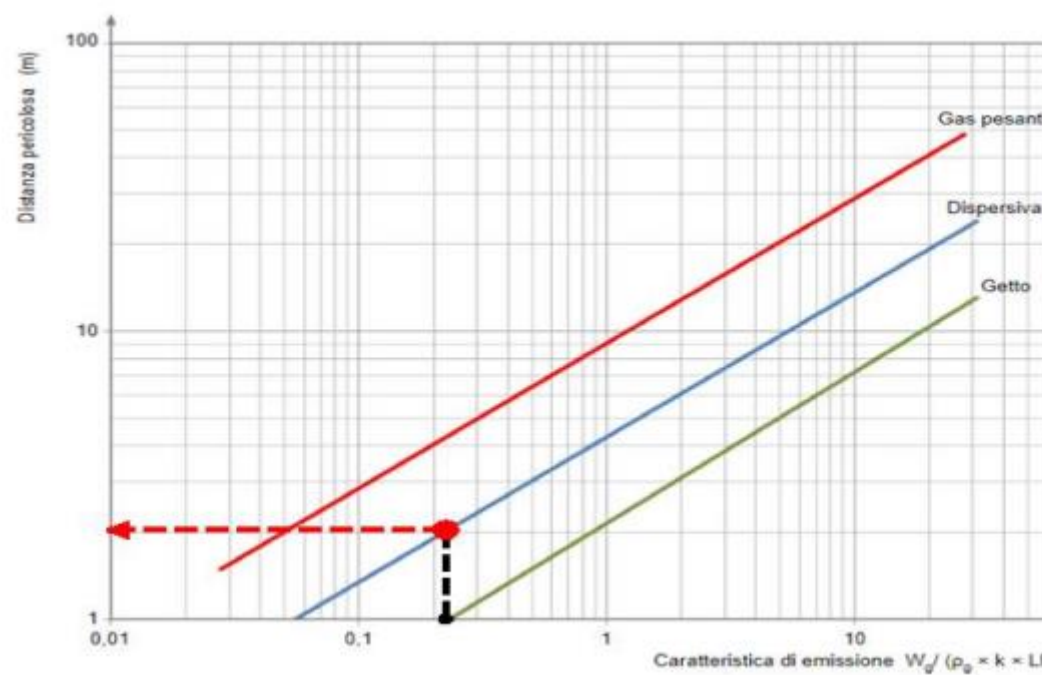


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

EdilAlta

Anaergia
Fueling a Sustainable World

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 92 di 144



14.5.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza. L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

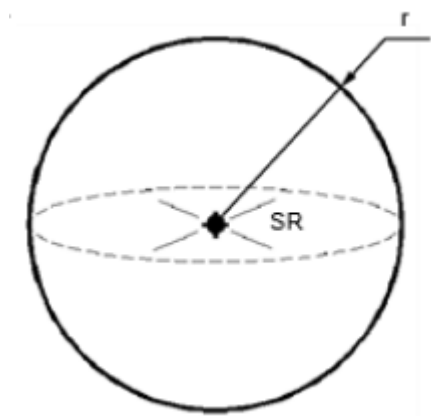
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-006	Metano	2,04



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.5.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-006	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

14.6. SE-008 APERTURA SIGILLATA PARETI IN CALCESTRUZZO

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.6.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.6.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	Ti (°C)	ρ liq (Kg/mc)	Cd (mq/h)	Tb (°C)	γ (Cp/Cv)	Csl (J/kg k)	Clv (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	Tacc (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- Ti = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ liq = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m3];
- cd = coefficiente di efflusso , [m2/h];
- Tb = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = cp / cv ;
- csl = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- clv = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];
- LFL = limite inferiore d'infiammabilità, espresso in percento del volume [% vol];



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- Tacc = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- Pv20 = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- Pv40 = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 97 di 144



14.6.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-008	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00009999	Continuo	3,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

Simboli utilizzati :

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- DSE= dimensione massima della SE, (es. pari a 2 req per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme.
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 99 di 144



14.6.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-008	B.7.2.3.1	99700	0,8	5	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- Ap = Area della pozza (mq)
- Pv = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.6.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Q_a = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume V_a considerato
- Q_{amin} = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)_{min}$, [mcs];
- W_g = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- X_b = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Q_a (mc/s)	W_g (kg/s)	Q_{amin} (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE-008	0,000	0,00009999	0,0074330621 168597	1,00	0,166666666666667	Diluizione Alta	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

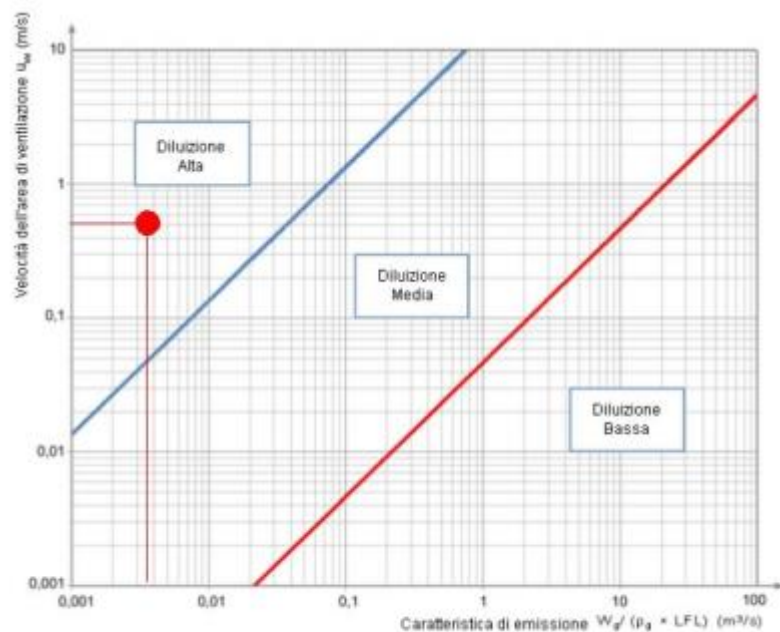
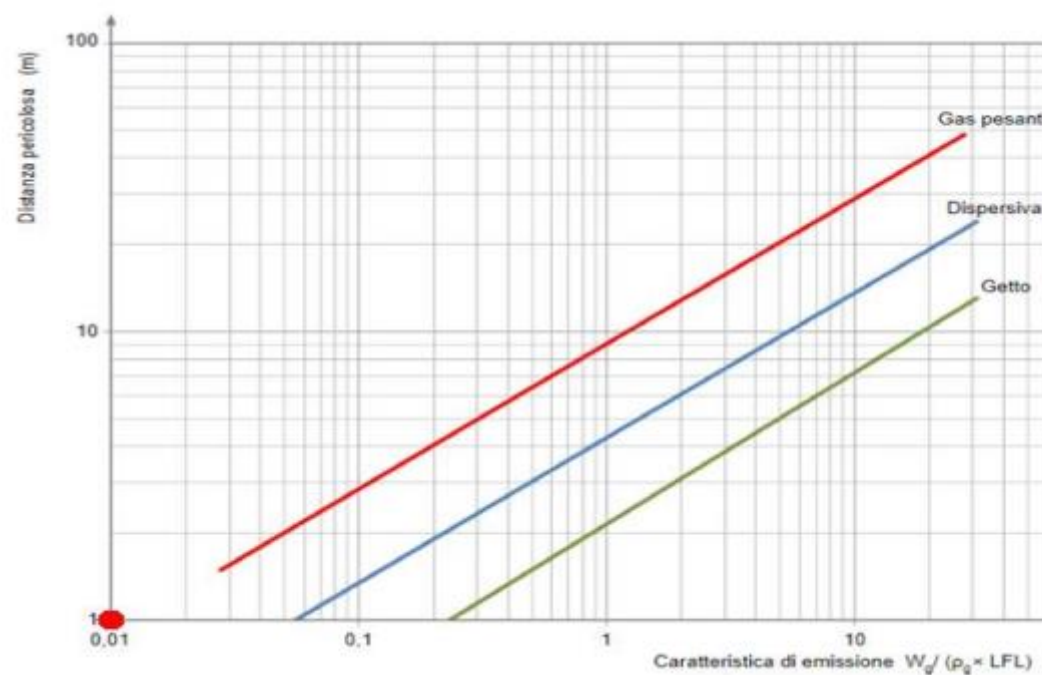


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

EdilAlta

Anaergia
Fueling a Sustainable World

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 102 di 144



14.6.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

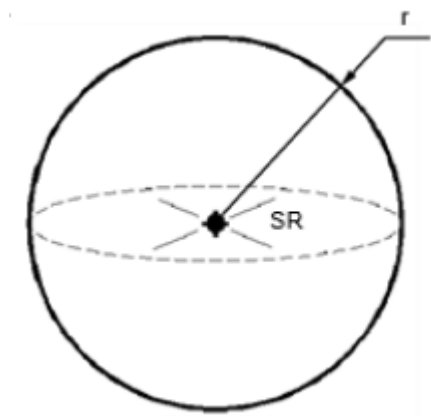
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-008	Metano	1,00



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.6.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-008	Continuo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.7. SE-012 FISSAGGIO DEL TETTO A MEMBRANA

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.7.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.7.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	T _i (°C)	ρ _{liq} (Kg/mc)	C _d (mq/h)	T _b (°C)	γ (C _p /C _v)	C _{sl} (J/kg k)	C _{lv} (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	T _{acc} (°C)	P _{v20} (Pa)	P _{v40} (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- T_i = temperatura d'inflammabilità della sostanza [°C];
- ρ_{liq} = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m³];
- c_d = coefficiente di efflusso , [m²/h];
- T_b = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;
- c_{sl} = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- c_{lv} = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];
- LFL = limite inferiore d'inflammabilità, espresso in percento del volume [% vol];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- T_{acc} = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- $Pv20$ = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- $Pv40$ = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 107 di 144



14.7.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-012	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00800000	Secondo	0,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

Simboli utilizzati:

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- D_{SE} = dimensione massima della SE, (es. pari a $2 r_{eq}$ per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 109 di 144



14.7.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-012	B.7.2.3.1	99700	0,8	400	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- A_p = Area della pozza (mq)
- P_v = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.7.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE-012	0,000	0,00800000	0,594704439 792756	2,36	0,0882768361581921	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

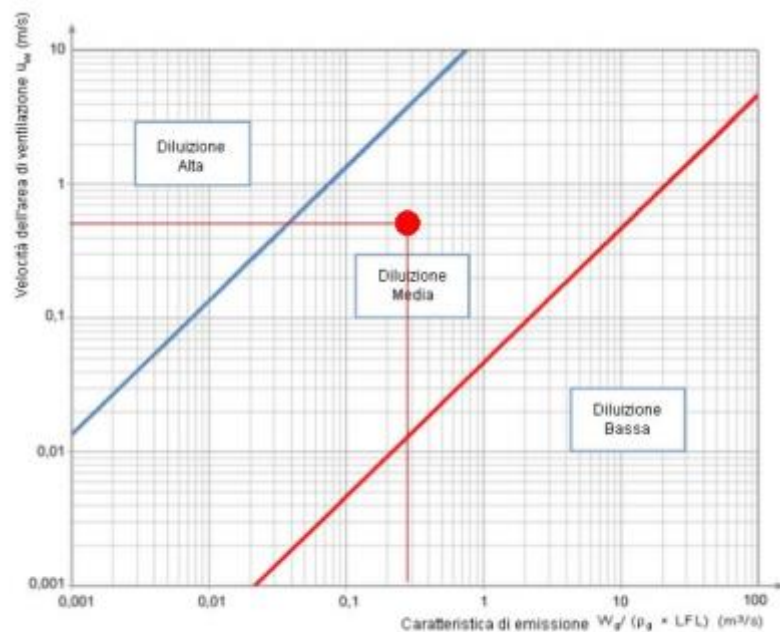
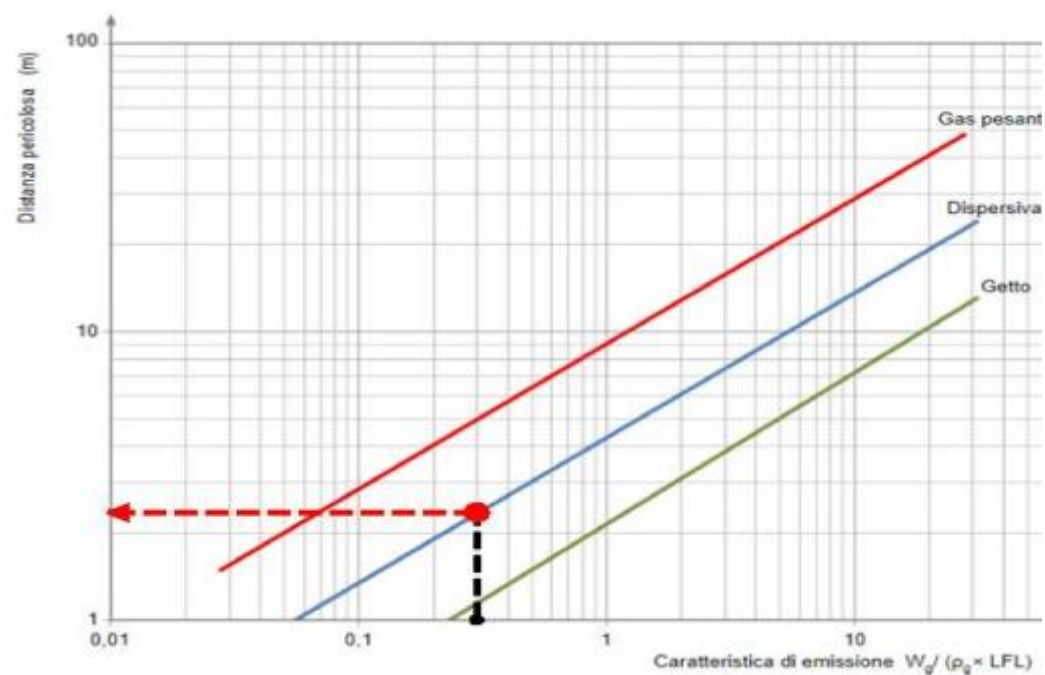


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

EdilAlta

Anaergia
Fueling a Sustainable World

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 112 di 144



14.7.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

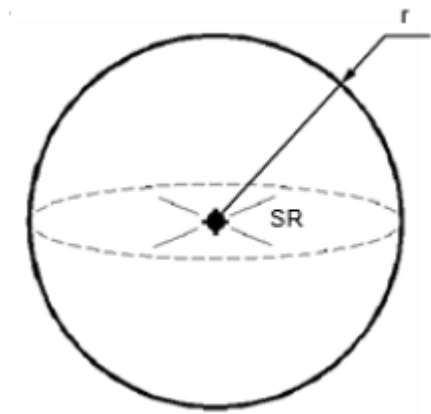
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione **SE**, i parametri calcolati ed il valore della distanza **dz** (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-012	Metano	2,36



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.7.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla *Guida CEI 31-87* e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-012	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.8. SE-027 VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO PER TUBI IN BIOMETANO - 0,5BARG

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.8.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,25



14.8.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	T _i (°C)	ρ _{liq} (Kg/mc)	C _d (mq/h)	T _b (°C)	γ (C _p /C _v)	C _{sl} (J/kg k)	C _{lv} (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	T _{acc} (°C)	P _{v20} (Pa)	P _{v40} (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- T_i = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ_{liq} = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m³];
- c_d = coefficiente di efflusso , [m²/h];
- T_b = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;
- c_{sl} = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- c_{lv} = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- LFL = limite inferiore d'inflammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- T_{acc} = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- $Pv20$ = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- $Pv40$ = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 117 di 144



14.8.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-027	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00047914	Secondo	0,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati :

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO



RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 118 di 144



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- D_{SE} = dimensione massima della SE, (es. pari a $2 r_{eq}$ per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 119 di 144



14.8.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-027	B.7.2.3.1	149200	0,8	2,5	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- A_p = Area della pozza (mq)
- P_v = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.8.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE- 027	0,000	0,00047914	0,0356183356 602876	1,00	0,104166666666667	Diluizione Alta	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

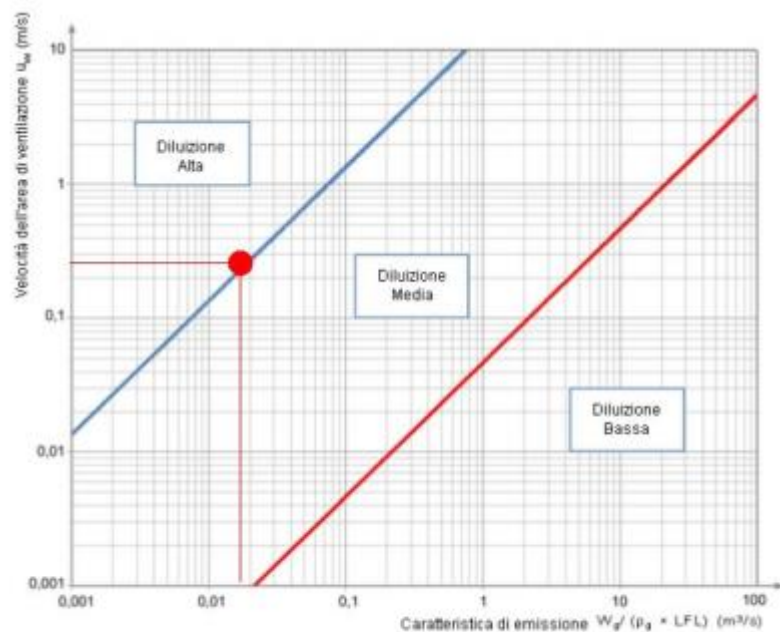
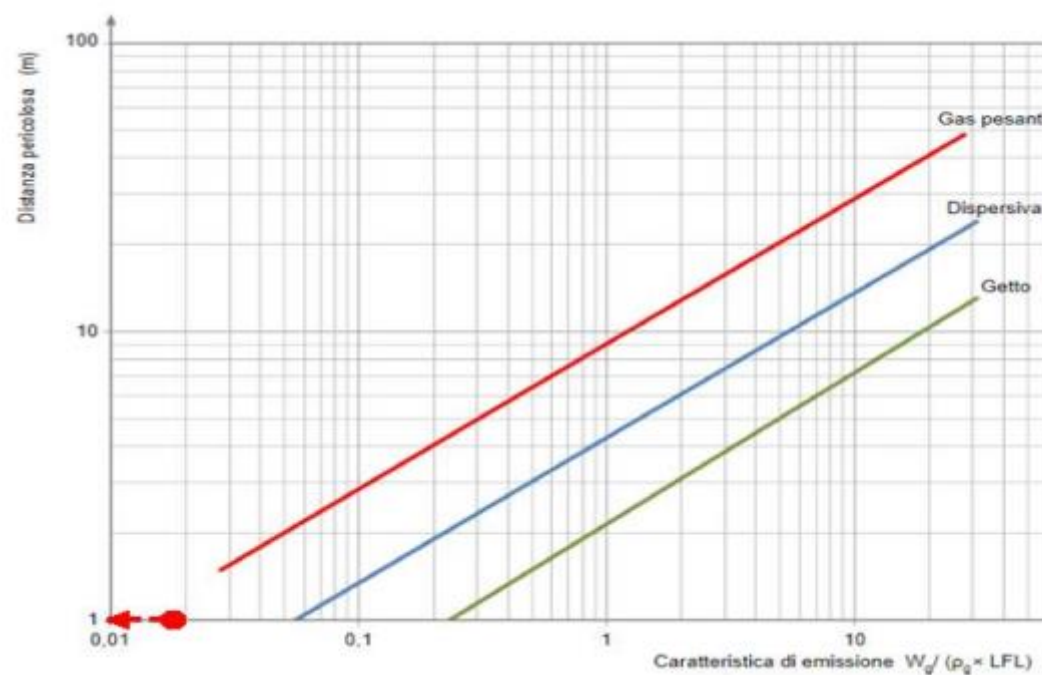


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

EdilAlta

Anaergia
Fueling a Sustainable World

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 122 di 144



14.8.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

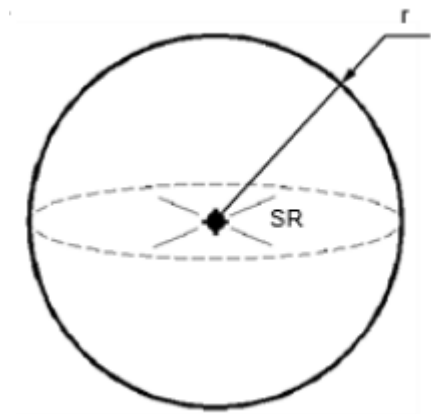
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-027	Metano	1,00



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.8.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-027	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

**14.9. SE-028 VALVOLE E FLANGE DI RACCORDO PER TUBI IN BIOMETANO -
13,2BARG**

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.9.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	99.188,60
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,25



14.9.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	T _i (°C)	ρ _{liq} (Kg/mc)	C _d (mq/ h)	T _b (°C)	γ (C _p /C _v)	C _{sl} (J/kg k)	C _{lv} (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	T _{acc} (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- T_i = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ_{liq} = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m³];
- c_d = coefficiente di efflusso , [m²/h];
- T_b = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;
- c_{sl} = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- c_{lv} = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- LFL = limite inferiore d'inflammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- T_{acc} = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- $Pv20$ = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- $Pv40$ = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 127 di 144



14.9.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE-028	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,00470000	Secondo	0,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati :



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- D_{SE} = dimensione massima della SE, (es. pari a $2 r_{eq}$ per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 129 di 144



14.9.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigla SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE-028	B.7.2.3.1	1419200	0,8	2,5	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- A_p = Area della pozza (mq)
- P_v = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superficie della pozza, [m/s];



14.9.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)min$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s-1)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE- 028	0,000	0,00470000	0,349388858 378244	1,81	0,0575506445672192	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

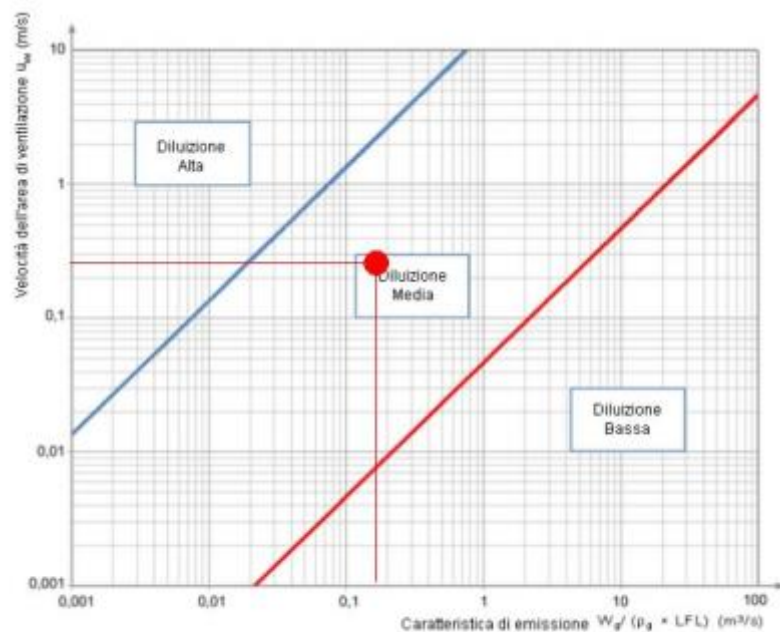
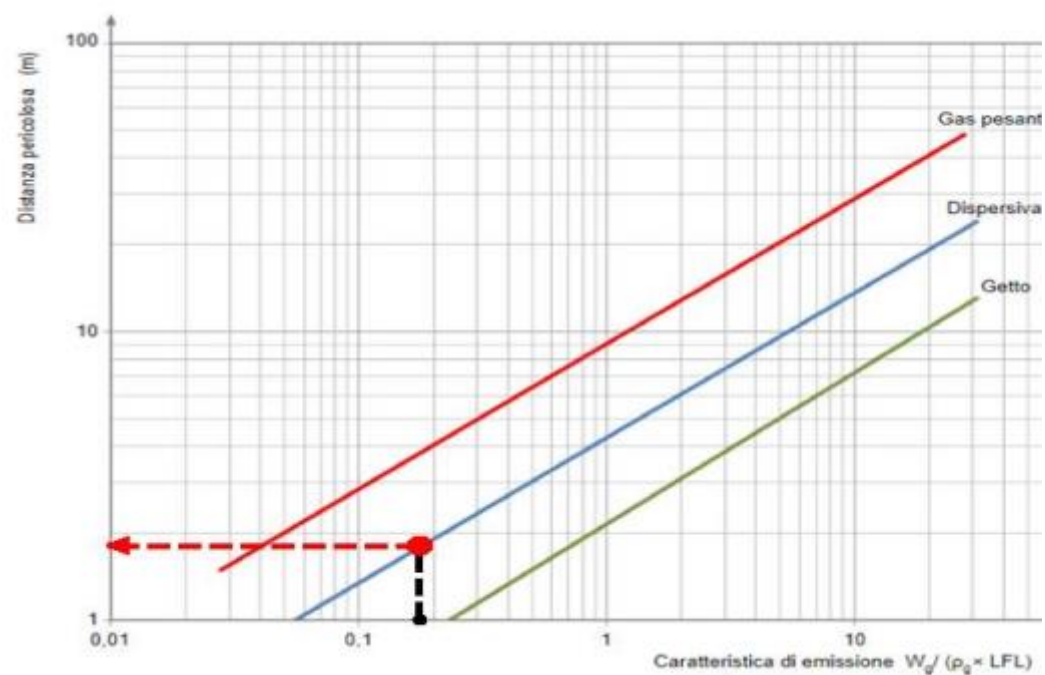


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 132 di 144



14.9.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

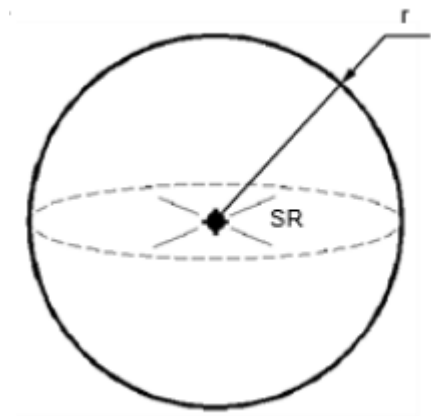
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE-028	Metano	1,81



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.9.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE-028	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").



14.10. SE-030 TORCIA D'EMERGENZA

Tipo di ambiente: Aperto

Presenza lavoratori: Saltuaria

14.10.1. DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Altitudine s.l.m. (m)	180,00
Pressione atmosferica Pa (Pa)	95.375,00
Temperatura media (°C)	40,00
Velocità dell'aria (m/s)	0,50



14.10.2. ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti in grado di generare atmosfere esplosive con le relative caratteristiche.

Sostanza	T _i (°C)	ρ _{liq} (Kg/mc)	C _d (mq/h)	T _b (°C)	γ (C _p /C _v)	C _{sl} (J/kg k)	C _{lv} (J/kg)	M (kg/km ol)	LFL (% vol)	T _{acc} (°C)	Pv20 (Pa)	Pv40 (Pa)
Metano	< 0	415,00	0,074	-161,40	1,31	3.454,0 0	510.00 0,00	16,04	4,40	537,00	4,00	0,00

Simboli utilizzati:

- T_i = temperatura d'infiammabilità della sostanza [°C];
- ρ_{liq} = densità (massa volumica) del liquido, [kg / m³];
- c_d = coefficiente di efflusso , [m²/h];
- T_b = temperatura normale di ebollizione della sostanza, [K];
- γ = rapporto tra i calori specifici (indice di espansione) = c_p / c_v ;
- c_{sl} = calore specifico medio del liquido, [J / kg ° K];
- c_{lv} = calore latente di vaporizzazione, [J / kg];
- M = massa molare della sostanza infiammabile, [kg/kmol];



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- LFL = limite inferiore d'inflammabilità, espresso in percento del volume [% vol];
- T_{acc} = temperatura di accensione (autoaccensione) della sostanza [°C];
- $Pv20$ = tensione di vapore a 20 °C [Pa];
- $Pv40$ = tensione di vapore a 40 °C [Pa];

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 137 di 144



14.10.3. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche principali.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Sostanza	Tipo di emissione	Tipo di emissione GAS	Portata Wg (Kg/s)	Grado emissione della SE	DSE (m)	Temp di emissione t (s)
SE030	Sorgente	Metano	B.7.2.3.1	Dispersiva	0,11050000	Secondo	5,00	28800

Legenda Tipi di emissione:

Rif. CEI EN 60079-10-1	Descrizione del tipo di emissione
B.7.2.3.1	Emissioni per Gas in singola fase
B.7.2.2	Portata di emissione di liquidi
B.7.3	Emissioni per Pozza che emette vapori

Legenda Tipi di emissione GAS:

- GAS PESANTI: Gas o vapori pesanti che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno);
- DISPERSIVA: Un'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;
- GETTO: Un'emissione sottoforma di getto ad alta velocità, non ostacolata.

Simboli utilizzati :

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO



RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 138 di 144



Città di Fermo

Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

- W_g = portata massica massima di emissione di gas o vapore, [kg/s]
- D_{SE} = dimensione massima della SE, (es. pari a $2 r_{eq}$ per una superficie circolare; pari al lato maggiore per una superficie quadrangolare; pari al diametro equivalente D_b dell'apertura verso l'ambiente per un contenitore; trascurabile in tutti i casi in cui la SE può essere considerata puntiforme).
- f = valore medio della concentrazione di fondo X_b del locale diviso per la concentrazione in corrispondenza della ventilazione di uscita dell'aria (solo per ambienti chiusi);

MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 139 di 144



14.10.4. DATI CARATTERISTICI PER IL CALCOLO DELLA PORTATA W_g

Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alle diverse Sorgenti di Emissione che hanno consentito di valutare le portate di emissione W_g in funzione dei tipi di emissione.

Sigl a SE	Tipo Emissione	P (Pa)	c	A (mmq)	T (°C)	Evap. tutto (Si/No)	Ap (mq)	Pv (Pa)	uw (m/s)
SE0 30	B.7.2.3.1	99375	0,8	10	40	-	-	-	-

Simboli utilizzati (per i tipi di emissione vedere la tabella precedente):

- P = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione o pressione imposta sulla superficie del liquido [Pa];
- c = coefficiente di efflusso (emissione);
- A = area (sezione) della SE, [mmq];
- T = temperatura di riferimento, o temp. assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione (sorgente di emissione), o temperatura del liquido, [K];
- A_p = Area della pozza (mq)
- P_v = pressione (tensione) di vapore alla massima temperatura ambiente o alla temperatura di emissione se maggiore, [Pa];
- uw = velocità di vento sulla superfice della pozza, [m/s];



14.10.5. RIEPILOGO RISULTATI DEL CALCOLO

Di seguito vengono riassunti i risultati dei calcoli effettuati, che hanno consentito di valutare la distanza pericolosa, il grado di diluizione e la disponibilità della ventilazione.

Simboli utilizzati:

- Qa = portata effettiva di aria di ventilazione che interessa il volume Va considerato
- $Qamin$ = portata minima volumetrica di ventilazione, nella Norma definito $(dV/dt)_{min}$, [mcs];
- Wg = portata di emissione massica di sostanza infiammabile (kg/s);
- dz = distanza pericolosa ricavata tramite grafico logaritmico (riportato in Figura D.1 - Norma CEI 31-87)
- C = frequenza del numero di ricambi d'aria del locale (s⁻¹)
- Xb = concentrazione di fondo (vol/vol), calcolata solo per ambienti chiusi.

Sigla SE	Qa (mc/s)	Wg (kg/s)	$Qamin$ (mc/s)	Distanza pericolosa dz (m)	C (S ⁻¹)	Grado di diluizione	Disponibilità Ventilazione
SE030	0,000	0,11050000	8,542808699 93377	9,00	0,018796992481203	Diluizione Media	Buona



Città di Fermo
Settore IV e V

Lavori Pubblici, Protezione
Civile, Ambiente, Urbanistica,
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004

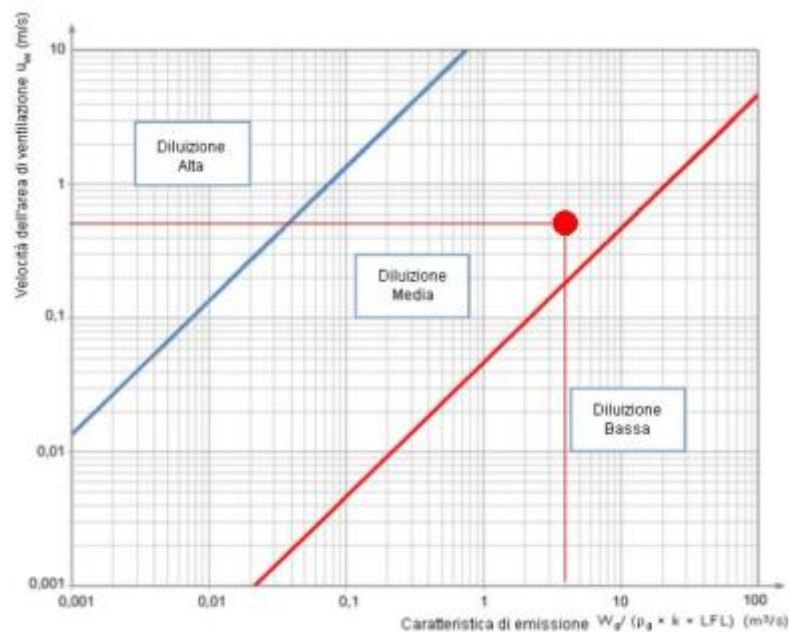
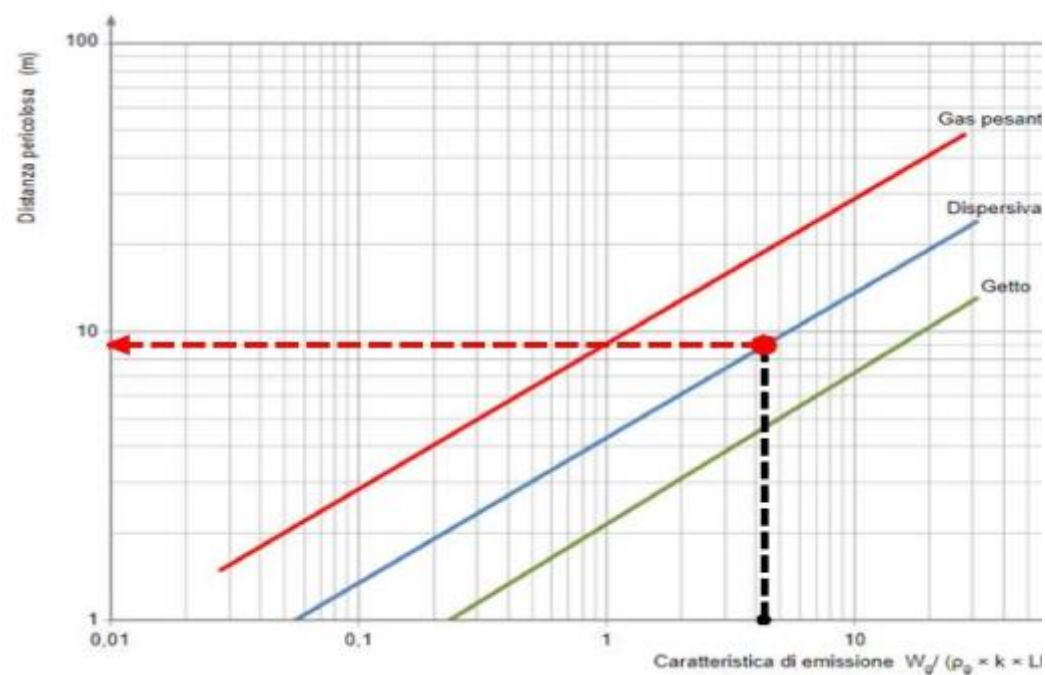


Figura C. 1 - Grafico per la valutazione del grado di diluizione



MANDATARIA

EdilAlta

MANDANTE

Anaergia
Fueling a Sustainable World

PROGETTISTA INDICATO

OWAC
ENGINEERING COMPANY

RELAZIONE ATEX

REV. 00

Pag. 142 di 144



14.10.6. ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

Nei luoghi con pericolo di esplosione, la definizione delle zone pericolose è distinta in due fasi: determinazione del tipo di zona (zona 0, zona 1, zona 2) e determinazione della sua estensione; dette fasi non sono necessariamente nell'ordine indicato.

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di gas combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento, è definita come la 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.

La determinazione dell'estensione della zona dovrebbe considerare il livello d'incertezza della valutazione mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza.

L'estensione della zona richiede la valutazione di un numero di parametri fisici e chimici, alcuni dei quali sono proprietà intrinseche della sostanza infiammabile; altri sono specifici della situazione oggetto della valutazione

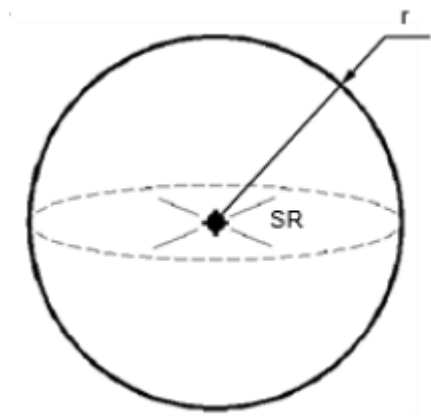
Il calcolo delle estensioni è stato determinato conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 utilizzando il diagramma in Fig. D.1, come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed il valore della distanza dz (i dati sono stati estratti dalla precedente tabella e qui riportati per una maggiore evidenza).

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE		
Sigla SE	Sostanza	dz (m)
SE030	Metano	9,00



FORMA DELLA ZONA PERICOLOSA



14.10.7. CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE, effettuata in funzione del grado di emissione, del grado di diluizione e della disponibilità della ventilazione, conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-87 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Grado di Emissione	Tipo di Zona Pericolosa
SE030	Secondo	Zona 2

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 zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado 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").