



*Ordine Ingegneri Nuoro*  
**CORSO BASE PREVENZIONE INCENDI**  
10/04/2017 – 18/10/2017  
Modulo 4.6

***D.M. 03 agosto 2015***

***Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi,  
ai sensi dell'articolo 15 del D.lgs. 8 marzo 2006, n. 139.***

***REGOLE TECNICHE VERTICALI***

***V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive***

**Nuoro, 24 maggio 2017**

***Dott. Ing. Nicola Soro***

***(Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Cagliari)***

# D.M. 03/08/2015

## REGOLE TECNICHE VERTICALI

### Capitolo V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

Scopo e campo di applicazione.....	2
Valutazione del rischio di esplosione.....	2
Misure per la riduzione del rischio di esplosione.....	5
Misure per la riduzione del rischio per gli occupanti.....	6
Prodotti impiegabili.....	7
Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni.....	8
Riferimenti.....	10

## REGOLE TECNICHE VERTICALI

# Capitolo V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

Rappresenta uno strumento di **progettazione specifico**, per questo motivo è stato inserito nella regole tecniche verticali

Visto che nelle attività possono essere presenti molte aree a rischio per la formazione di atmosfere esplosive e per la contemporanea presenza di inneschi efficaci, questa regola tecnica è stata sviluppata per essere a “**servizio**” di tutte le attività soggette ai controlli del CNVVF, che presentano aree a rischio per la presenza di tali atmosfere. Di seguito un elenco delle possibili attività.

N.	ATTIVITÀ	Cat. B	Cat. C
9	<b>Officine</b> e laboratori con <b>saldatura</b> e taglio dei metalli utilizzando gas infiammabili e/o comburenti > 5 addetti alla mansione specifica.	≤ 10 add.	> 10 add.
14	<b>Officine</b> o laboratori per <b>verniciatura</b> con vernici infiammabili e/o combustibili > 5 add.	≤ 25 add.	> 25 add.
27	<b>Mulini</b> per cereali e altre macinazioni con potenzialità giornaliera > 20 t; <b>depositi</b> di cereali e altre > 50 t	dep.≤100 t	<i>Mulini;</i> dep.>100 t
28	<b>Impianti</b> per l' <b>essiccazione cereali e vegetali</b> con depositi essiccato > 50 t		<i>tutti</i>
29	<b>Stabilimenti</b> ove si producono surrogati del <b>caffè</b>		<i>tutti</i>
30	<b>Zuccherifici</b> e raffinerie dello zucchero		<i>tutti</i>
40	<b>Stabilimenti/impianti</b> ..., <b>lavorazione paglia</b> , ..., sughero, > 5 t in lavorazione o deposito		<i>tutti</i>
51	<b>Stabilimenti siderurgici</b> e altri metalli > 5 add.; attività con lavorazioni a caldo di metalli > 5 add., ad esclusione dei <b>laboratori artigiani di oreficeria e argenteria</b> ≤ 25 add.	≤ 25 add.; ≤ 50 add.	> 25 add.; ≤ 50 add.
53	<b>Officine</b> per riparazione <b>veicoli</b> a motore, rimorchi e carrozzerie > 300 m <sup>2</sup> ; <b>materiale rotabile</b> ferroviario, tramviario e di aeromobili > 1.000 m <sup>2</sup> ;	≤ 1.000 m <sup>2</sup> ; ≤ 2.000 m <sup>2</sup>	> 1.000 m <sup>2</sup> ; > 2.000 m <sup>2</sup>
76	<b>Tipografie</b> , litografie, stampa in offset ed attività simili > 5 add.	≤ 50 add.	> 50 add.



## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

- **Esplosione**: reazione rapida di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della temperatura, della pressione o di entrambe simultaneamente.
- **Atmosfera esplosiva**: una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o di polveri in cui, dopo l'accensione, la combustione si propaga nell'insieme della miscela incombusta.
- **Condizioni atmosferiche**: condizioni nelle quali la concentrazione di ossigeno O<sub>2</sub> 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 101.325 Pa, temperatura 293 k), purché tali *variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive della sostanza infiammabile o combustibile.*
- Variazioni consentite:  $0,8 \text{ bar} < P_{\text{amb}} < 1.1 \text{ bar}$  e  $253 \text{ k} < T_{\text{amb}} < 313 \text{ K}$



## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

- **Limite inferiore di esplosività (LEL, *Lower Explosive Limit*):** concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabile o polvere, al di sotto della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.
- **Limite superiore di esplosività (UEL, *Upper Explosive Limit*):** concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabile, al di sopra della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.
- **Campo di esplosività:** concentrazioni in aria di gas comprese tra il limite inferiore di esplosività e il limite superiore di esplosività;
- **Temperatura di infiammabilità:** la più bassa temperatura di un liquido alla quale, in condizioni specifiche normalizzate, il liquido emette vapori in quantità sufficiente a formare con l'aria una miscela in grado di accendersi *all'applicazione di una sorgente di accensione efficace*.

# TABELLA GA-2 della guida CEI 35-35

## ELENCO DI SOSTANZE INFIAMMABILI O COMBUSTIBILI E VALORI ORIENTATIVI DELLE LORO CARATTERISTICHE SIGNIFICATIVE

a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o		q			r	s	t	u
												Limiti di esplosibilità in aria		VOLATILITA' (3) (40)						
												LEL (36)	UEL (36)	Temperatura di ebollizione (°C)	Tensione di vapore a 20°C (Pa)	Tensione di vapore a 40°C (Pa)				
% vol.	% vol.	°C	Pa	Pa																
N.	SOSTANZE INFIAMMABILI		CAS Number (Chemical Abstract Service Number)	Temperat d'infiammabilità (3) °C	Densità relativa all'aria del gas o vapore	Massa volumica del liquido $\rho_{liq}$ (38) kg/m <sup>3</sup>	Coefficiente di diffus. $c_d$ m <sup>2</sup> /h	Rapporto tra i calori specifici $\gamma$ ( $c_p/c_v$ )	Calore specifico a temper. ambiente $c_{st}$ (35) J/(kg K)	Calore latente di vaporiz. alla $T_b$ $c_{lv}$ (39) J/kg	Massa molare M kg/kmol	Limiti di esplosibilità in aria		VOLATILITA' (3) (40)			Temperatura di accensione (4) °C	Gruppo e Classe di temperatura (5)		
	NOME (2)	FORMULA O COMPOSIZIONE										LEL (36)	UEL (36)	Temperatura di ebollizione (°C)	Tensione di vapore a 20°C (Pa)	Tensione di vapore a 40°C (Pa)				
1	Acetale	CH <sub>3</sub> CH(OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	105-57-7	-21	4,1	821	0,019	(34)	2010	3,40 · 10 <sup>5</sup>	118,17	1,60	10,40	102	2 660	7 900	230	IIAT3		
2	Acetato di amile	CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	628-63-7	16	4,49	922	0,023	(34)		3,25 · 10 <sup>5</sup>	130,18	1,10	7,50	149	505	1 600	360	IIAT2		
3	Acetato di butilcellosolve	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OOCCH <sub>3</sub>	112-07-2	82	5,52	909	0,020	(34)			118,17			171,2						
4	Acetato di butile-n	CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	123-86-4	22	4	882	0,024	(34)	1960	3,60 · 10 <sup>5</sup>	116,16	1,70	7,60	125	1 064	3 300	425	IIAT2		
5	Acetato di cellosolve	CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	111-15-9	46	4,72	975	0,025	(34)			132,16	1,71		156,3			380	(IIA)T2		
6	Acetato di cicloesile	CH <sub>3</sub> COOC <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	622-45-7	58	4,90	985	0,022	(34)			142,22			177			335	(IIA)T2		
7	Acetato di esile	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OOCCH <sub>3</sub>	108-84-9	45	4,97	890	0,022	(34)			144,21			141						
8	Acetato di etile	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	141-78-6	-4	3,04	901	0,031	1,14	2 010	4,27 · 10 <sup>5</sup>	88,1	2,00	11,50	77,1	9 480	24 400	426	IIAT2		
9	Acetato di isoamile	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	123-92-2	23	4,49	922	0,023	(34)		3,34 · 10 <sup>5</sup>	130,18	1	10,00	142	532	1 740	360	IIAT2		
10	Acetato di isobutile	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	110-19-0	18	4	871	0,025	(34)	2010	3,40 · 10 <sup>5</sup>	116,6	1,30	10,50	118	1 973	5 546	420	IIAT2		
11	Acetato di isopropile	CH <sub>3</sub> COOCH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	108-21-4	4	3,52	874	0,028	(34)	1950	3,50 · 10 <sup>5</sup>	103,13	1,80	8,00	88,4		16 200	467	IIAT1		
12	Acetato di metilcellosolve	CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	110-49-6	44	4,07	1 000	0,030	(34)				1,70	8,20					(IIAT2)		
13	Acetato di metile	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	79-20-9	-10	2,56	924	0,035	1,14	1920	4,10 · 10 <sup>5</sup>	74,08	2,80	25,00	57,1	22 173	53 320	502	IIAT1		
14	Acetato di propile	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OOCCH <sub>3</sub>	109-60-4	10	3,5	886	0,028	(34)	1920	3,35 · 10 <sup>5</sup>	102,13	1,70	8,00	101,6	3 333	9 266	430	IIAT2		
15	Acetato di vinile	CH <sub>2</sub> CHOOCCH <sub>3</sub>	108-05-4	-8	3	932	0,031	1,1	1 900	3,79 · 10 <sup>5</sup>	86,09	2,60	13,40	72,3	11 473	28 912	425	IIAT2		
16	Acetilacetone	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	123-54-6	33,5	3,4	1 000	0,030	(34)		3,90 · 10 <sup>5</sup>	100,11	1,70		140	1 096	3 100	340	IIAT2		
17	Acetilene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	74-86-2	<0	0,9		0,059	1,26	2 690	6,30 · 10 <sup>5</sup>	26,04	2,30	100,00	-85	4 165 000	6 045 000	305	IICT2		
18	Acetofenone	CH <sub>3</sub> COC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	98-86-2	77	4,1	1 000	0,024	(34)		3,60 · 10 <sup>5</sup>	120,15			202	130	420	535	IIAT1		
19	Acetoncianidrina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C(OH)CN	75-86-5	74	2,9	900	(33)	(34)				2,2	12	120			686	IIAT1		

(Limiti di infiammabilità di alcuni gas combustibili in miscela con diversi ossidanti, a 25 °C e pressione atmosferica)

Un aumento di temperatura produce un allargamento dell'intervallo di infiammabilità, cioè il limite inferiore si abbassa mentre quello superiore si alza.

	<b>Aria</b>		<b>O<sub>2</sub></b>		<b>Cl<sub>2</sub></b>		<b>N<sub>2</sub>O</b>		<b>NO</b>	
	<b>Li</b>	<b>Ls</b>	<b>Li</b>	<b>Ls</b>	<b>Li</b>	<b>Ls</b>	<b>Li</b>	<b>Ls</b>	<b>Li</b>	<b>Ls</b>
<b>Metano</b>	5	15	5,1	61	5,6	70	4,3	22,9	8,6	21,7
<b>Etano</b>	3	12,4	3	66	6,1	58	-	-	-	-
<b>Etilene</b>	2,7	36	2,9	80	-	-	1,9	40	-	-
<b>Idrogeno</b>	4	75	4	94	4	89	3	84	6,6	66

(Esempio di variazioni dei limiti di infiammabilità al variare della temperatura e pressione)

Limiti di infiammabilità dell'etilene in aria a diverse pressioni e a temperatura ambiente

<b>Temperatura, °C</b>	<b>Li, % vol.</b>	<b>Is, % vol.</b>
25	2,7	37
100	2,5	43
250	2,2	58

Limiti di infiammabilità dell'etilene in aria a diverse pressioni e a temperatura ambiente

<b>Pressione, bar</b>	<b>Li, % vol.</b>	<b>Is, % vol.</b>
1	2,7	37
5	2,6	48
10	2,5	58
15	2,4	64
20	2,3	69



## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

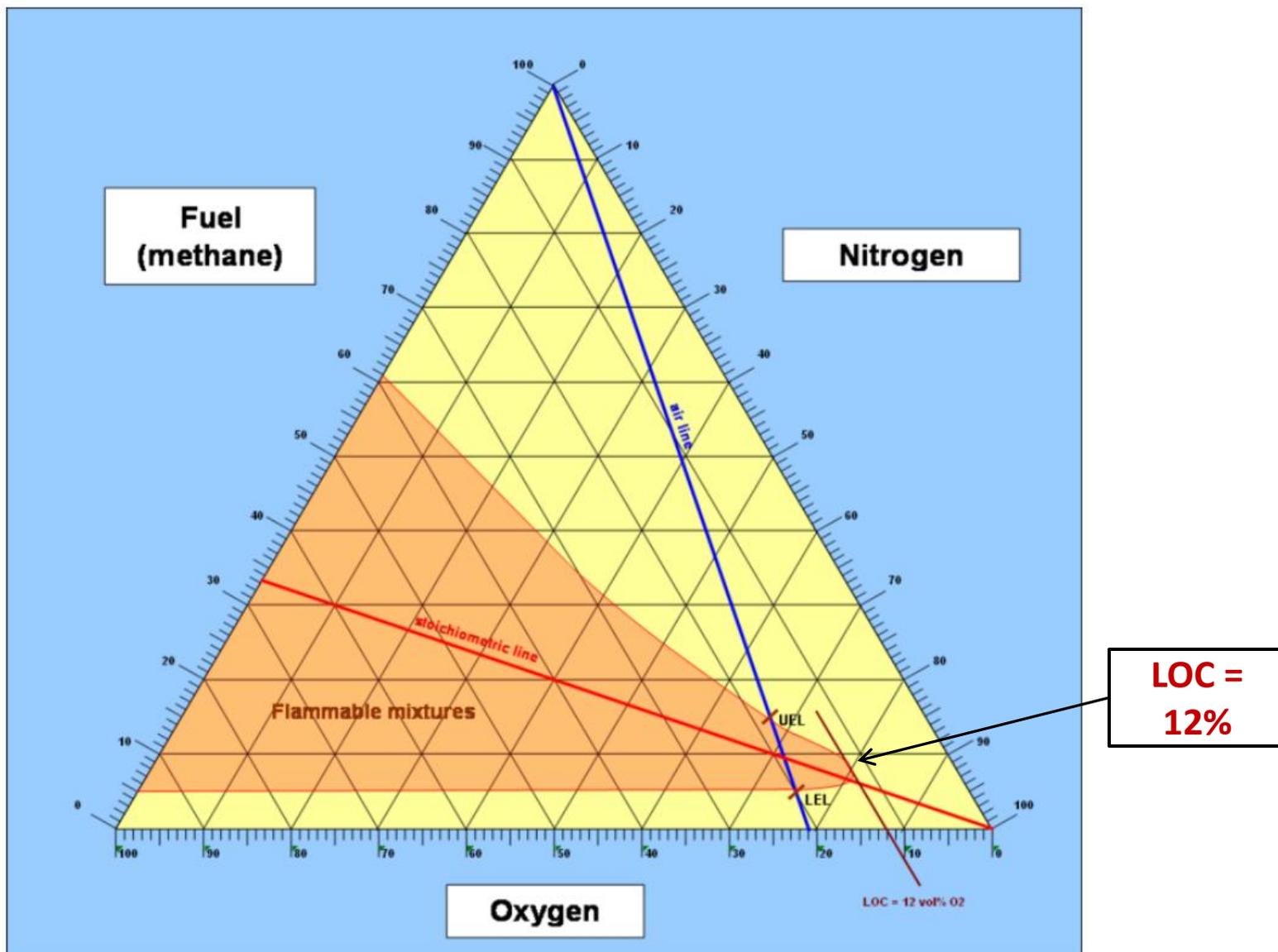
- **Temperatura di accensione** (o di auto-accensione) **di un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas**: minima temperatura di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate in accordo alla IEC 60070-4, avviene l'accensione di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore in miscela con aria.
- **Energia minima di innesco (MIE, *Minimum Ignition Energy*)**: la più bassa energia elettrica immagazzinata in un condensatore che, al momento della scarica, è sufficiente per provocare l'accensione dell'atmosfera più infiammabile in condizioni di prova specificate.
- **Limite di concentrazione di ossigeno (LOC) o Minima Concentrazione di Ossigeno (MOC, *Minimum Oxygen Concentration*)**: concentrazione limite di ossigeno in un'atmosfera esplosiva al di sotto della quale non ha luogo la combustione, indipendentemente dalla concentrazione della sostanza combustibile.

# MIE, *Minimum Ignition Energy*

Sostanza	M.I.E $\mu\text{J}$	L.E.L. % vol	U.E.L. % vol
acetilene	19	2,3	100
etilene	85	2,7	36
idrogeno	20	4,0	75
metano	280	4,4	17
propano	260	2,1	9,5

Combustibile	$E_{\min}$ , mJ	Combustibile	$E_{\min}$ , mJ
benzene	0,55	cicloesano	1,380
cicloesene	0,525	ciclopentano	0,540
ciclopropano	0,240	dimetilsolfuro	0,480
etere dietilico	0,490	etere dimetilico	0,290
etil ammina	2,400	etilenimmina	0,480
furano	0,225	isooottano	1,350
isopropil ammina	2,000	metil etil chetone	0,530
metil formiato	0,400	solfuro di carbonio	0,015
tetraidrofurano	0,540	tiofene	0,390

# Limite di concentrazione di ossigeno (LOC) in una miscela con metano

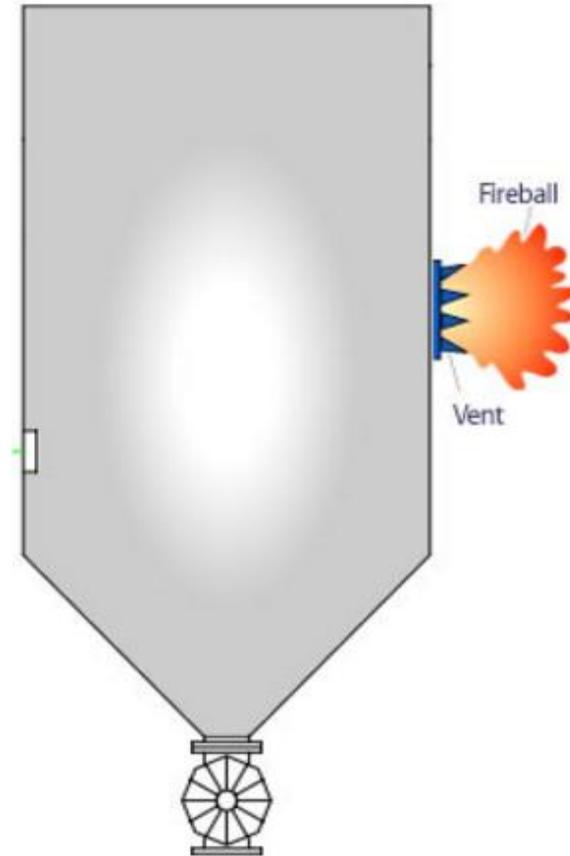




## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

- **Temperatura di accensione degli strati di polvere** (*dust layer*): la più bassa temperatura di una superficie calda alla quale si verifica l'accensione di uno strato di polvere di spessore specificato su tale superficie.
- **Temperatura di accensione di una nube di polvere** (*dust cloud*): la più bassa temperatura di una parete calda interna ad un forno alla quale si verifica l'accensione di una nube di polvere nell'aria contenuta al suo interno.
- **Vent**: porzione non strutturale dell'opera da costruzione o sistema costruttivo con la funzione di limitare la sovrappressione limitando il danneggiamento strutturale.
- **Venting**: è la strategia di riduzione del danno da esplosione mediante adozione di vent.

# Scarico dell'esplosione tramite venting (possibili posizionamenti dei vents)





## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

- **Grado di sicurezza equivalente:** livello di efficacia di un mezzo di protezione contro il manifestarsi di un evento pericoloso (es. presenza di una sostanza infiammabile, accumulo di tale sostanza nell'ambiente, sua miscelazione con aria, o il contatto con fenomeni innescenti).

Il grado di sicurezza equivalente di più mezzi di protezione in serie, tra di loro indipendenti da cause comuni di inefficacia, ne indica il *livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento pericoloso* ed è la somma dei gradi di sicurezza dei singoli mezzi di protezione.

*Rappresenta il numero di barriere indipendenti finalizzate alla riduzione del rischio di esplosione.*

- **Funzionamento normale:** è lo stato in cui si trovano apparecchi, sistemi di protezione e componenti che svolgono la loro funzione prevista all'interno dei rispettivi parametri di progettazione.

*Emissioni minime di materiale infiammabile possono far parte del funzionamento normale (rilascio di sostanze da organi di tenuta basati sull'azione umettante del fluido pompato.*

*Guasti che richiedono la riparazione o l'arresto (es. la rottura dei giunti di una pompa, delle guarnizioni a flangia o perdite di sostanze causate da incidenti) non sono considerati parte del funzionamento normale.*



## ***Alcune definizioni del D.M. 03/08/2015 (G.1.18 sez. G)***

- **Disfunzione:** Apparecchi, sistemi di protezione e componenti che non sono in funzionamento normale (che non svolgono la funzione prevista).  
*Una disfunzione può accadere per diverse ragioni, tra cui: la variazione di una caratteristica o di una dimensione del materiale o del pezzo lavorato, il guasto di uno o più elementi costitutivi di apparecchi, sistemi di protezione e componenti, per effetto di disturbi di origine esterna (es. urti, vibrazioni, campi elettromagnetici), per un errore o un'imperfezione nella progettazione (es. errori nel software), per effetto di un disturbo dell'alimentazione di energia o di altri servizi; per la perdita di controllo da parte dell'operatore (specialmente per le macchine a funzionamento manuale).*
- **Disfunzione prevista:** disfunzione (es. disturbi o guasti) dell'apparecchio che si verificano normalmente.
- **Disfunzione rara:** tipo di disfunzione che si sa che può accadere, ma solo in rari casi. Due disfunzioni previste indipendenti che separatamente non creerebbero il pericolo di accensione, ma che in combinazione creano il pericolo di accensione, sono considerate una singola disfunzione rara.



## *Valutazione del rischio di esplosione (Cap. V.2)*

- La regola tecnica verticale (RTV) tratta dei **criteri di valutazione e riduzione del rischio di esplosione** nelle attività soggette.
- Nelle attività ove è possibile la presenza di **sostanze infiammabili** allo stato di **gas, vapori, nebbie o polveri** (in deposito, in ciclo di lavorazione, in sistemi di trasporto, manipolazione o movimentazione), la valutazione è finalizzata al conseguimento dei seguenti **obiettivi**:
  - **PREVENIRE LA FORMAZIONE** di atmosfere esplosive;
  - **EVITARE L'ACCENSIONE** di atmosfere esplosive;
  - **ATTENUARE I DANNI** di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza degli occupanti.

# ***Valutazione del rischio di esplosione***





## Valutazione del rischio di esplosione (Cap. V.2)

- Tali **obiettivi** si ottengono con:
  - l'installazione di **prodotti aventi un adeguato grado di sicurezza equivalente** (secondo le disposizioni legislative anche comunitarie e le norme tecniche vigenti), **tenuto conto della probabilità di presenza di atmosfera esplosiva** (mediante individuazione in zone) e dell'**inefficacia dei mezzi di protezione** ivi ammessi;
- Le attività soggette con presenza di rischio derivante da atmosfere potenzialmente esplosive, devono disporre della **documentazione tecnica attestante l'idoneità dei prodotti installati per lo specifico uso nel luogo di utilizzo e/o di lavoro**, in conformità anche del **GRUPPO** (I dispositivi usati nelle miniere e II per i dispositivi per le installazioni di superficie) e della **CATEGORIA del prodotto** (1, 2, 3 per le attività in superficie), nonché di tutte le indicazioni fornite dal fabbricante e necessarie per il funzionamento sicuro degli stessi.



## V2.2. Valutazione del rischio di esplosione

La valutazione del rischio di esplosione deve essere effettuata attraverso le seguenti fasi:

- Individuazione delle **condizioni generali di pericolo di esplosione**;
- Identificazione delle **caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili**;
- Determinazione della **probabilità di formazione**, della **durata** e dell'**estensione** delle *atmosfere esplosive*;
- Identificazione dei potenziali **pericoli di innesco**;
- Valutazione dell'entità degli **effetti prevedibili**;
- Quantificazione del livello di **rischio accettabile**;
- Adozione delle misure per la **riduzione del rischio**.

Niente di nuovo:  
riorganizzate le  
“fasi” per una  
corretta  
valutazione del  
rischio di R.E.

## V.2.2.1 Individuazione condizioni generali di pericolo di esplosione

- Studio dei **reparti pericolosi, apparecchiature e impianti di processo e tecnologici**, considerando l'organizzazione del lavoro.
- Esame del **processo produttivo in tutte le fasi di attività o fermata** previste (*es. normale funzionamento, avvio, fermata ordinaria, differita e di emergenza, manutenzione, guasto*) con particolare attenzione alle *fasi transitorie*.
- Le analisi devono essere mirate all'individuazione di:
  - **potenziali fonti di innesco presenti;**
  - **potenziali sorgenti di emissione (SE);**
  - **caratteristiche costruttive, di installazione, d'uso e manutenzione delle apparecchiature e impianti** (*massima temperatura superficiale ammissibile dell'apparecchiatura, ecc.*).

## V.2.2.2 Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili

- Per le sostanze infiammabili e le polveri combustibili devono essere individuate le **caratteristiche chimico - fisiche** pertinenti all'esplosione in tutte le condizioni ambientali significative e le **caratteristiche dei sistemi di deposito o stoccaggio previsti**, secondo le norme tecniche applicabili.

Impianto: Plant:			Luogo: Area:								Disegno di riferimento planimetria Reference drawing layout
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sostanza infiammabile Flammable material			LEL			Volatilità Volatility					
N°	Nome Name	Composizione Composition	Temperatura di infiamm. Flashpoint	kg/m <sup>3</sup>	Vol%	Tensione di vapore 20 °C Vapour pressure 20 °C	Temperatura di ebollizione Boiling-point	Densità relativa all'aria del gas vapore <sup>(2)</sup> Relative density of gas or vapour to air <sup>(2)</sup>	Temperatura di accensione Ignition temperature	Gruppo e classe di temperatura <sup>(3)</sup> Group and temperature class <sup>(3)</sup>	Altre informazioni di rilievo e/o osservazioni Any other relevant information and remarks
			°C		°C				°C		

### ***V.2.2.3 Determinazione della probabilità di formazione, durata e estensione delle atmosfere esplosive (zonizzazione)***

- Gli impianti di lavorazione o deposito di sostanze infiammabili devono essere progettati, eserciti e mantenuti in modo da **ridurre al minimo le emissioni di gas, vapori, nebbie o polveri** e le conseguenti estensioni di zone interessate dal rilascio.
- **Le aree a rischio di esplosione devono essere ripartite in zone in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive** come definito nella [tab. V-2-1](#). L'individuazione delle zone pericolose e della probabilità di accadimento deve essere condotta secondo la **normativa tecnica applicabile**.
- La **zonizzazione** può essere effettuata anche attraverso l'utilizzo di **codici di calcolo riconosciuti**.
- Gli strati di polvere combustibile, se di spessore pericoloso secondo le indicazioni delle vigenti norme tecniche, devono essere considerati come qualsiasi altra fonte in grado di formare un'atmosfera esplosiva.

**Si ammette l'utilizzo di codici di calcolo riconosciuti per la suddivisione in zone**



## Generalità sulla normativa ATEX

- **ATEX** (il nome deriva dalle parole *ATmosphères* ed *Explosibles*) è il nome convenzionale che raggruppa due direttive dell'Unione Europea:
  - ❑ Direttiva **2014/34/UE** (*in vigore dal 20 aprile 2016, in sostituzione della direttiva 94/9/CE che viene abrogata*) che regola gli apparecchi e sistemi di protezione destinati all'impiego in zone a rischio di esplosione. La direttiva si rivolge ai costruttori di attrezzature destinate all'impiego in aree con atmosfere potenzialmente esplosive e si manifesta con l'obbligo di certificazione di questi prodotti;
  - ❑ Direttiva **99/92/CE** (detta anche direttiva sociale) per la sicurezza e la salute dei lavoratori in atmosfere esplosive. Si applica negli ambienti a rischio di esplosione, dove impianti ed attrezzature certificate sono messe in esercizio ed è quindi rivolta agli utilizzatori.





## Generalità sulla normativa ATEX

- La direttiva 99/92/CE è relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.
- La direttiva è stata recepita in Italia tramite il D.Lgs. 233/03 e successivo D.Lgs. n.81/2008 (Titolo XI – Protezione da atmosfere esplosive).
- Il datore di lavoro deve ripartire in zone le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive.
- Per la determinazione del tipo di zona, della sua estensione e dei suoi dati caratteristici dove sono o possono essere presenti gas e vapori infiammabili e polveri combustibili si applicano rispettivamente le **norme EN 60079-10-1 e EN 60079-10-2.**
- La norme tecniche sono cogenti.

## Norme tecniche impiegabili per gas, vapori, nebbie infiammabili

- Per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la **presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili**, sono in vigore:
  - ❖ la Norma [CEI EN 60079-10-1 \(CEI 31-87\)](#), prima edizione del 2010-01, “Atmosfere esplosive – Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas”; che rimarrà in vigore fino al 13-10-2018 contemporaneamente alla 2ª edizione del 2016-03;
  - ❖ la [Guida CEI 31-35](#), 4ª edizione, datata 2012-02, “Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)” e la Guida CEI 31-35/A (appendici GE e GF, esempi).

CEI EN  
60079-10-1  
(CEI 31-87)

Classificazione  
dei  
luoghi

## Norme tecniche impiegabili per polveri combustibili

- Per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la **presenza di polveri combustibili**, sono in vigore:
  - ❖ la **norma [CEI EN 60079-10-2 \(CEI 31-88\)](#)**, 1ª edizione del 2010-01, “Atmosfere esplosive – Parte 10-2: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili”; che rimarrà in vigore fino al 20-02-2018 contemporaneamente alla seconda edizione del 2015-11.
  - ❖ la **guida [CEI 31-56](#)**, 1ª edizione, fascicolo 9049 C, datata 2007-10, e variante V3 “Guida all’applicazione della Norma CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88)”.

## Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di fluidi infiammabili

- Si applica:



- ❖ La **norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)**, edizione 04/2015, “Atmosfere esplosive – Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici”, anche per gli impianti nei luoghi con presenza di polveri combustibili;
- ❖ La **guida CEI 31-108**, del 11/2016, che rappresenta una guida applicativa della norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), edizione 2015-04; ha lo scopo di approfondire il tema della progettazione, compresa la scelta delle apparecchiature, dell’installazione (montaggio) e della verifica iniziale o di conformità.

*Nota: Per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di esplosivi, è ancora in vigore la Norma CEI 64-2.*

## **PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE PER AMBIENTI CON SOSTANZE INFIAMMABILI (GAS, VAPORI, NEBBIE), CON NORMATIVA EN 60079-10 (CEI 31-87)**

- Sostanzialmente una classificazione deve tenere conto e procedere all'approfondimento di due fattori principali:
  - l'emissione di sostanze infiammabili in atmosfera (grado di emissione);
  - la ventilazione ambientale presente (naturale, artificiale);
- Dall'analisi comparata dei suddetti elementi, considerati sotto molteplici dei loro aspetti, si potrà procedere alla valutazione dei tipi di zone pericolose.

## CENNI SULL'ANALISI DELLE EMISSIONI

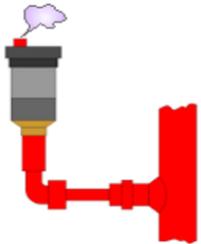
- *Per ogni ambiente si procede a valutare le sostanze chimiche utilizzate, identificare quelle infiammabili e, per i liquidi infiammabili, verificare se la temperatura di infiammabilità è inferiore o prossima a quella ambientale.*
- Si assumono i dati relativi a tutte le **grandezze chimico-fisiche** delle **sostanze infiammabili** presenti, necessarie alla stesura dei vari calcoli di valutazione (può essere utilizzata la tabella GA-2 della guida CEI 31-35, che elenca diverse sostanze con le relative grandezze di riferimento, come massa molare (M), densità ( $\rho$ ), temperatura di infiammabilità ( $T_i$ ), limite inferiore esplosibilità in aria (LEL%), densità relativa all'aria, massa volumica, calore specifico a volume costante (cv), ecc.).
- Si definiscono i **parametri di funzionamento del processo** (come temperatura T, pressione P, ...) e le **condizioni ambientali** (ambienti aperti o chiusi, con sistema/i di pressurizzazione o inertizzazione, ventilazione, ...).
- **Si individuano le sorgenti di emissione SE** (punto o parte di impianto di processo da cui può fuoriuscire un gas o un liquido infiammabile con modalità tali da poter formare un'atmosfera potenzialmente esplosiva) e si **valuta se** tali sorgenti **possano essere eliminate** (condizione ottimale) **oppure no**.

## CENNI SULL'ANALISI DELLE EMISSIONI

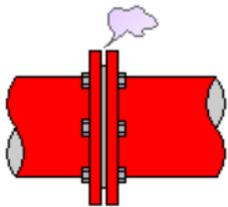
- Si valuta il **grado di ciascuna sorgente di emissione** (identificazione della maggiore o minore probabilità che una sorgente possa effettivamente emettere gas in atmosfera), intesi come:



- **Continuo** se l'emissione è continua o può avvenire per lunghi periodi nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (superficie libera di un liquido in un contenitore aperto).



- **Primo** se l'emissione può avvenire periodicamente od occasionalmente nel funzionamento ordinario degli impianti di processo (campionamenti, drenaggi, punti di ispezione).



- **Secondo** se l'emissione non è prevista nel funzionamento ordinario degli impianti di processo, ma che può avvenire solo occasionalmente e per brevi periodi, per esempio in seguito ad un guasto (flange, valvole, sfiati di sicurezza).

- Un'unica emissione può essere caratterizzata anche da più di un grado in contemporanea.

## ***CENNI SULL'ANALISI DELLE EMISSIONI***

- Si calcola la **portata di emissione** (par. B.7 della CEI 31-87) del fluido in considerazione (**Q<sub>g</sub>** portata massica di emissione di gas o vapore infiammabile della SE, in kg/s, da dividere per la densità  $\rho_{\text{gas}}$  per ottenere la **Q<sub>gv</sub>**, in m<sup>3</sup>/s).
- La portata di emissione può essere calcolata tramite alcune formule contenute nella Guida CEI 31-35 in funzione della sostanza e dello stato in cui si trova, oppure può essere adeguatamente desunta dalla letteratura tecnica specifica per la realtà da classificare o ricavata da dati statistici di impianto forniti dalla committenza.
- Per le definizioni e simboli si utilizza la guida CEI 31-35.

## ***CENNI SULL'ANALISI DELLE EMISSIONI***

- Si determina la **distanza pericolosa dz** in metri, ossia la distanza dalla SE a partire dalla quale la concentrazione dei gas o vapori infiammabili nell'aria è inferiore a  $k_d z * LEL_v$ , mediante le formule contenute nelle guida CEI 31-35;
- L'estensione effettiva (a) in metri della zona pericolosa, nella direzione di emissione e di più probabile dispersione nell'atmosfera esplosiva, è almeno uguale a dz;
- Il valore di dz deve essere corretto con un coefficiente  $k_z$ , per tenere conto della concentrazione di gas o vapore infiammabile nell'ambiente (campo lontano).

## ***CENNI SULL'ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE***

- Si identifica e valuta quantitativamente la ventilazione ambientale presente, sia essa di tipo naturale, che di tipo artificiale/forzato.
- Si valutano i ricambi d'aria  $C$  in relazione al volume dell'ambiente in analisi.
- La ventilazione naturale di un ambiente può essere calcolata tramite alcune formule contenute nella Guida CEI 31-35, oppure può essere misurata con apposita strumentazione (anemometro);
- La ventilazione artificiale deve essere un dato fornito dalla committenza.

## ***CENNI SULL'ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE***

- Si calcolano i seguenti parametri di valutazione, in parte dati dalla norma CEI 31-87 ed in parte evidenziati nella Guida CEI 31-35 (formule GB.5.1):
  - Il volume ipotetico di atmosfera potenzialmente esplosiva ( **$V_z$** ), intorno ad ogni SE;
  - La concentrazione media volumica di sostanza infiammabile nell'ambiente ( **$X_m\%$** );
  - La portata minima di aria fresca per ridurre la concentrazione sotto al LEL ( **$Q_{amin}$** );
  - Il tempo di persistenza dell'atmosfera esplosiva al cessare emissione ( **$t$** ).

## CENNI SULL'ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE

- La **portata volumetrica di aria  $Q_{amin}$  minima teorica di ventilazione**, in  $m^3/s$ , necessaria per diluire l'emissione di sostanza infiammabile si può calcolare con l'equazione:

$$Q_{amin} = \frac{Q_g \cdot 100}{\rho_{gas} \cdot k \cdot LEL_v} \cdot \frac{T_a}{293}$$

dove:

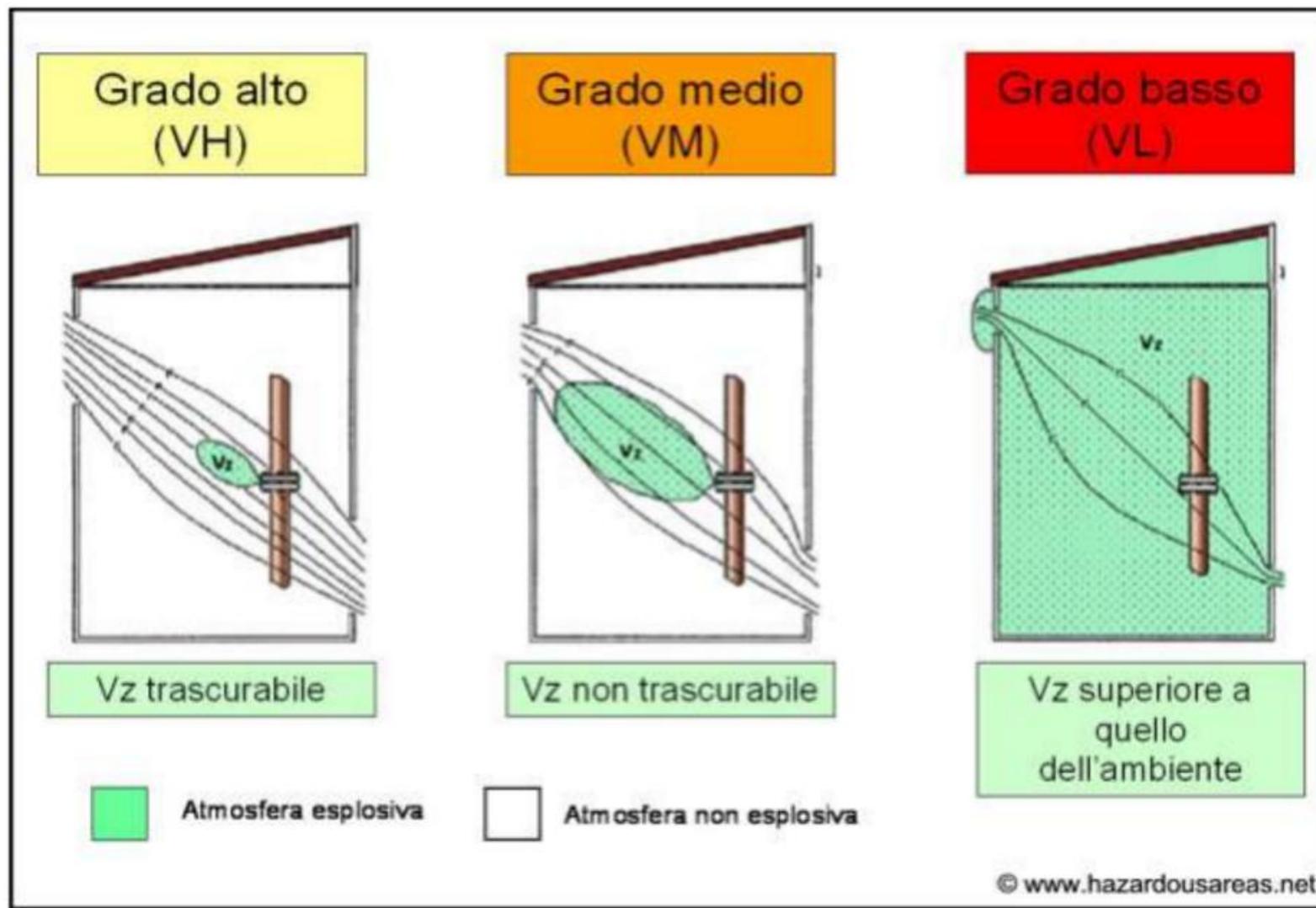
- $T_a$  è la temperatura ambiente espressa in [K];
  - $LELV$  è il limite inferiore di esplosibilità in aria, espresso in % su volume
  - $k$  è il fattore di sicurezza applicato al LEL. A seconda del grado di certezza dei dati a disposizione, il tecnico preposto alla classificazione può assumere valori compresi tra 0,25-0,5 per il grado continuo e primo e tra 0,5-0,75 per il grado secondo).
- Si confronta la portata volumetrica di progetto  $Q_a$  con quella minima teorica necessaria a diluire l'emissione  $Q_{amin}$ : sulla base del confronto determina il grado di ventilazione;

## ***CENNI SULL'ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE***

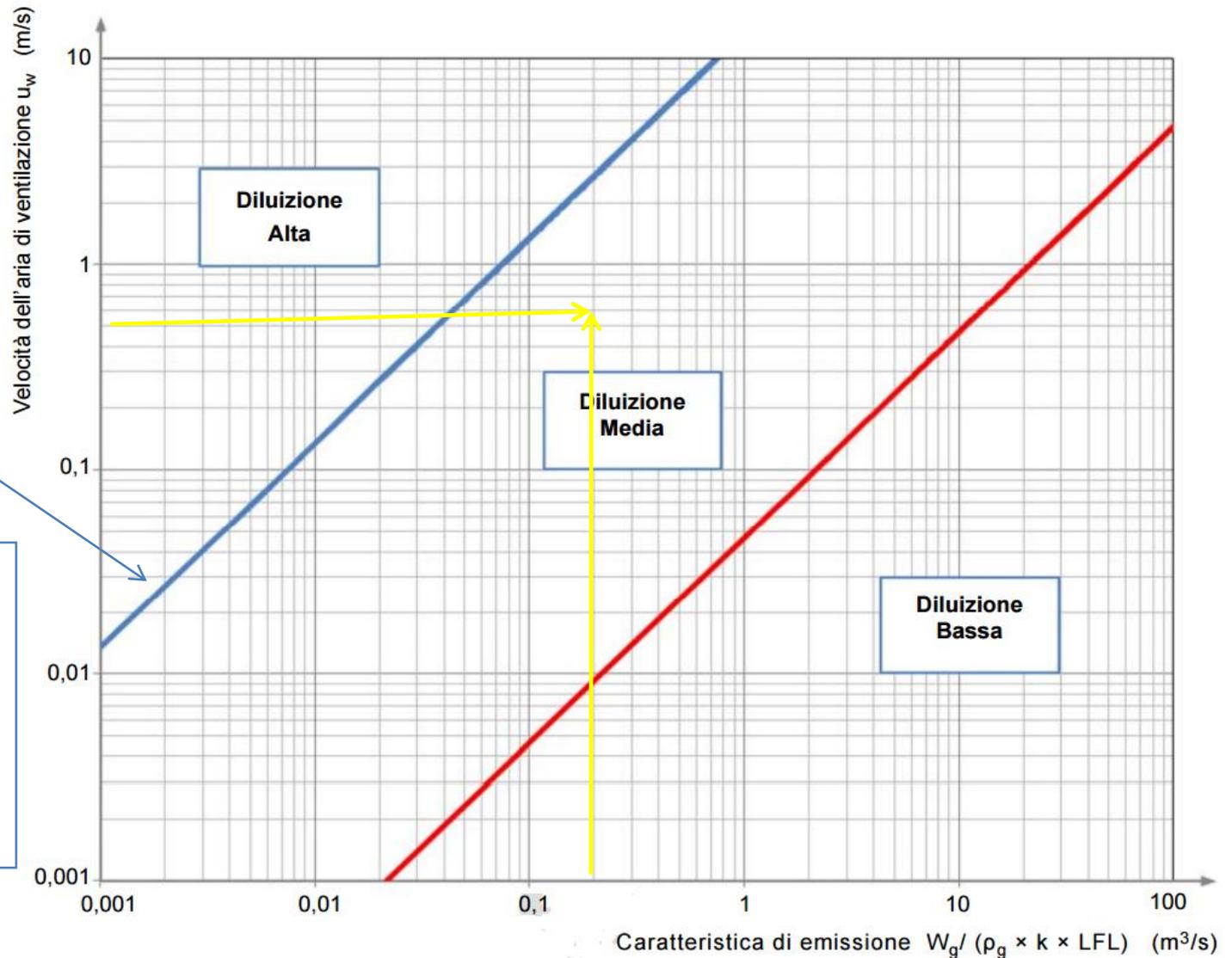
Si comparano i valori ottenuti delle grandezze calcolate ( $V_z$ ,  $X_m\%$ ,  $Q_{amin}$ ,  $t$ ) e si assume il **grado della ventilazione** (alto, medio, basso), inteso come la maggiore o minore capacità quantitativa della ventilazione presente a diluire i gas o vapori ed evitare quindi il formarsi di un'atmosfera con concentrazione sopra al LEL e ridurre o meno il tempo di persistenza della stessa al cessare dell'emissione.

- ❖ **Grado di ventilazione alto (VH):** quando la ventilazione è in grado di ridurre la concentrazione in prossimità della SE in modo praticamente istantaneo, limitando la concentrazione al di sotto del limite inferiore di esplosibilità (LEL).
- ❖ **Grado di ventilazione medio (VM):** quando la ventilazione è in grado di controllare la concentrazione, determinando una zona limitata stabile, sebbene l'emissione sia in corso, e dove l'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non persista eccessivamente dopo l'arresto dell'emissione.
- ❖ **Grado di ventilazione basso (VL):** Quando la ventilazione non è in grado di controllare la concentrazione mentre avviene l'emissione e/o non può prevenire la persistenza eccessiva di un'atmosfera esplosiva dopo l'arresto dell'emissione.

## Gradi di ventilazione, alto (VH), medio (VM), basso (VL)



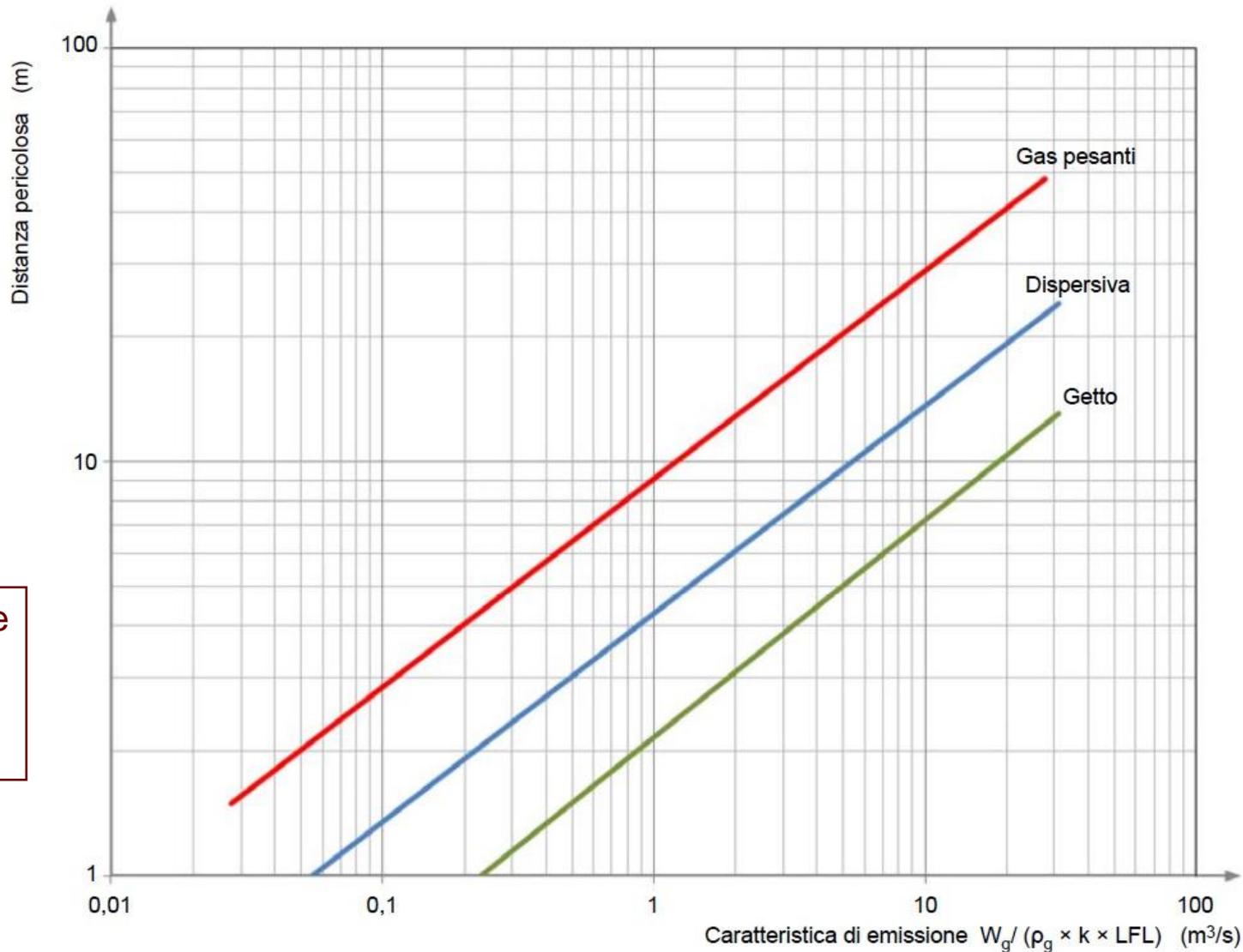
Per la valutazione del grado di diluizione può utilizzarsi il grafico della fig. C.1 della norma CEI 31-87



Corrisponde ad un volume infiammabile di 0,1 m<sup>3</sup>

Valori di velocità indicative dell'aria di ventilazione ( $u_w$ ) all'aperto sono riportate nella tab. C.1 della CEI 31-87

# Diagramma per la stima della distanza pericolosa fig. D39.1 della norma CEI 31-87

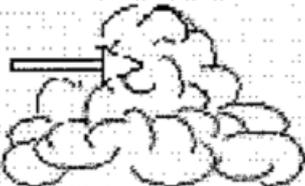
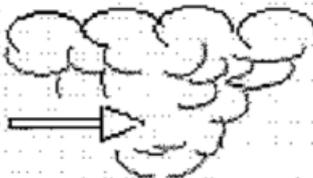
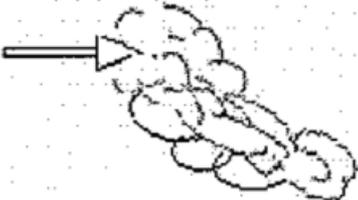
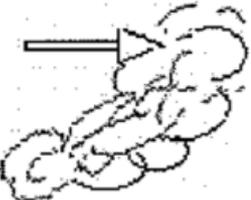


Non applicabile  
in ambienti  
chiusi e con  
zone NE

# Normativa EN 60079-10 – esempi estratti dalla norma

## Esempi di dispersione di gas o vapori nell'aria

NOTA - Le figure non rappresentano l'estensione delle zone pericolose

Casi considerati	Direzione dell'aria	Gas pesanti densità > 1,2	Gas leggeri densità < 0,8	Gas intermedi densità 0,8 + 1,2
	Assente			
Emissione orizzontale (da sinistra verso destra)				
				

## CENNI SULL'ANALISI DELLA VENTILAZIONE AMBIENTALE

- Oltre che in termini quantitativi la ventilazione deve essere valutata anche in termini qualitativi, definendo la cosiddetta **disponibilità della ventilazione**.
- La presenza di una ventilazione VH potrebbe, infatti, essere vanificata dalla sua scarsa disponibilità (es. un ventilatore guasto). In questo caso la norma CEI EN 60079-10-1 fornisce alcune definizioni:
  - ❖ **Buona** se la ventilazione è presente praticamente con continuità (ventilazione naturale se considerata con calma di vento: presente sempre e comunque in ogni condizione meteo).
  - ❖ **Adeguata** se la ventilazione è normalmente garantita ma sono possibili delle interruzioni poco frequenti e per brevi periodi (ventilazione artificiale con controllo di guasto).
  - ❖ **Scarsa** se la ventilazione non risponde ai criteri sopra citati, non ammettendo comunque la possibilità di interruzioni per lunghi periodi.

## ***CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE***

- Dalla comparazione dei valori assegnati alle tre grandezze principali di riferimento:
  - **grado dell'emissione** (continuo, primo, secondo);
  - **grado della ventilazione** (alto, medio, basso);
  - **disponibilità della ventilazione** (buona, adeguata, scarsa).si può quindi **valutare la zona pericolosa** presente nell'ambiente in analisi, con l'ausilio della tabella B.1 della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87).

# CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

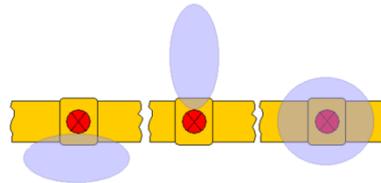
Valutazione semplificata fornita dalla norma EN 60079-10

Grado della Emissione	Grado della ventilazione						
	Alto			Medio			Basso
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona, Adeguata o Scarsa
Continuo	Zona 0 NE	Zona 0 NE + Zona 2	Zona 0 NE + Zona 1	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	Zona 1 NE	Zona 1 NE + Zona 2	Zona 1 NE + Zona 2	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 o Zona 0
Secondo	Zona 2 NE	Zona 2 NE	Zona 2 NE + Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e anche Zona 0

«+» significa circondato da; NE» indica una zona di estensione trascurabile

## CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

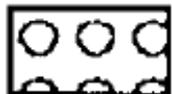
- Si definiscono i tipi di zone di pericolo (0, 1, 2) originate dalle singole SE (in funzione dell'analisi del grado delle SE e della ventilazione).
- Si determina l'estensione di tutte le zone pericolose originate dalle singole emissioni **SEx** (forme e dimensione), calcolando la distanza di sicurezza **dz** (ad eccezione degli ambienti chiusi con estensione a tutto l'ambiente).



- Si esegue l'involuppo delle zone di pericolo originate dalle SEx.
- Si individuano le eventuali aperture del locale (*A, B, C, D*) verso zone esterne interessate da zone pericolose.
- Si valuta l'adozione di eventuali misure tecniche e/o organizzative per ridurre il pericolo d'esplosione.

## Documentazione

- E' opportuno documentare il procedimento di classificazione riportando tutte le informazioni utili:
  - a) Raccomandazioni ricavate da norme o guide in materia;
  - b) Caratteristiche di dispersione dei gas o vapori e calcoli;
  - c) Studio delle caratteristiche di ventilazione.
- I documenti di classificazione devono riportare almeno:
  - a) Piante e prospetti che riportino il tipo ed estensione delle zone;
  - b) Ubicazione ed identificazione delle sorgenti di emissione;
  - c) Posizione delle aperture negli edifici (porte, finestre, ingressi e uscite dell'aria di ventilazione).



Zona 0



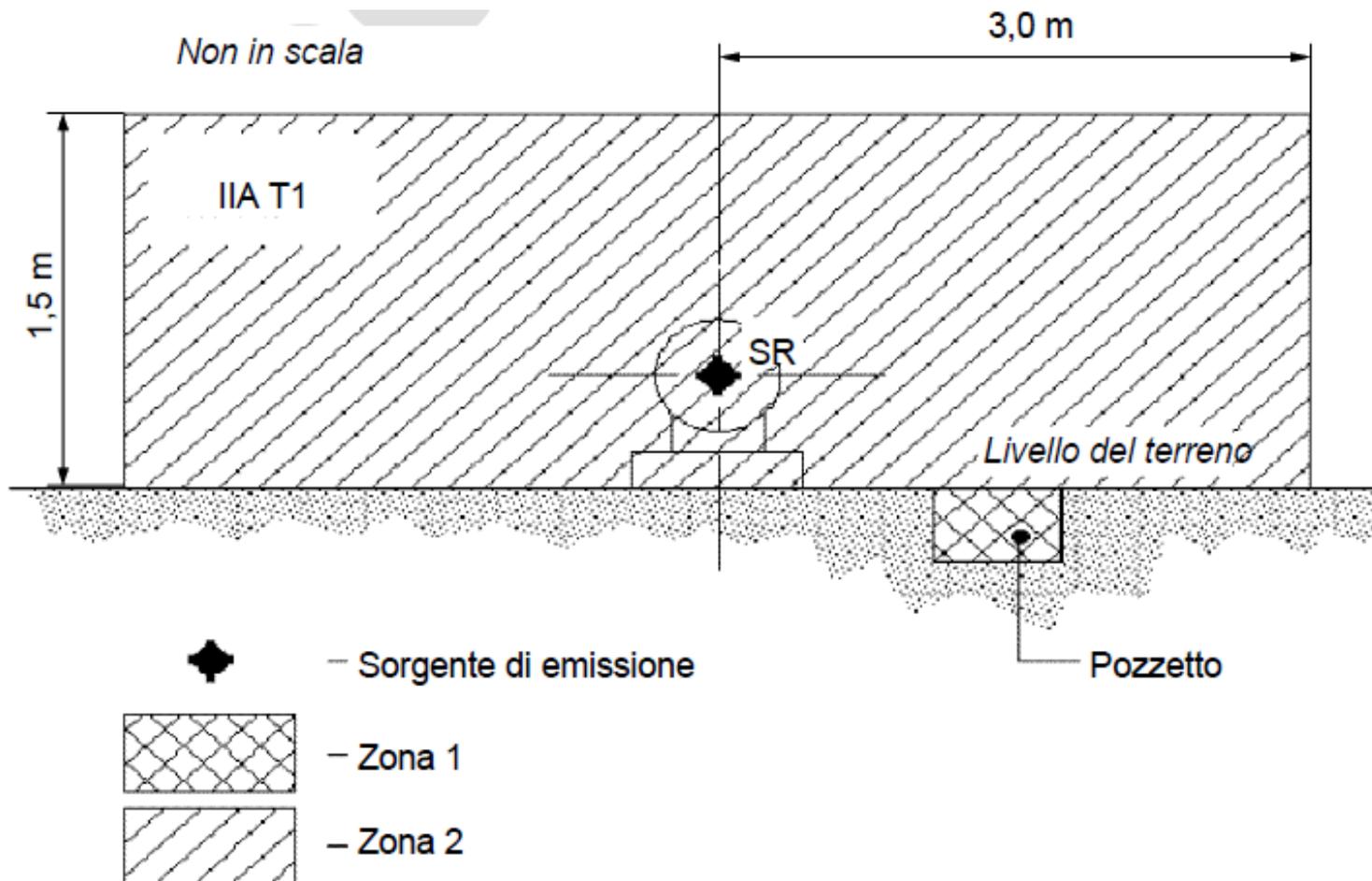
Zona 1



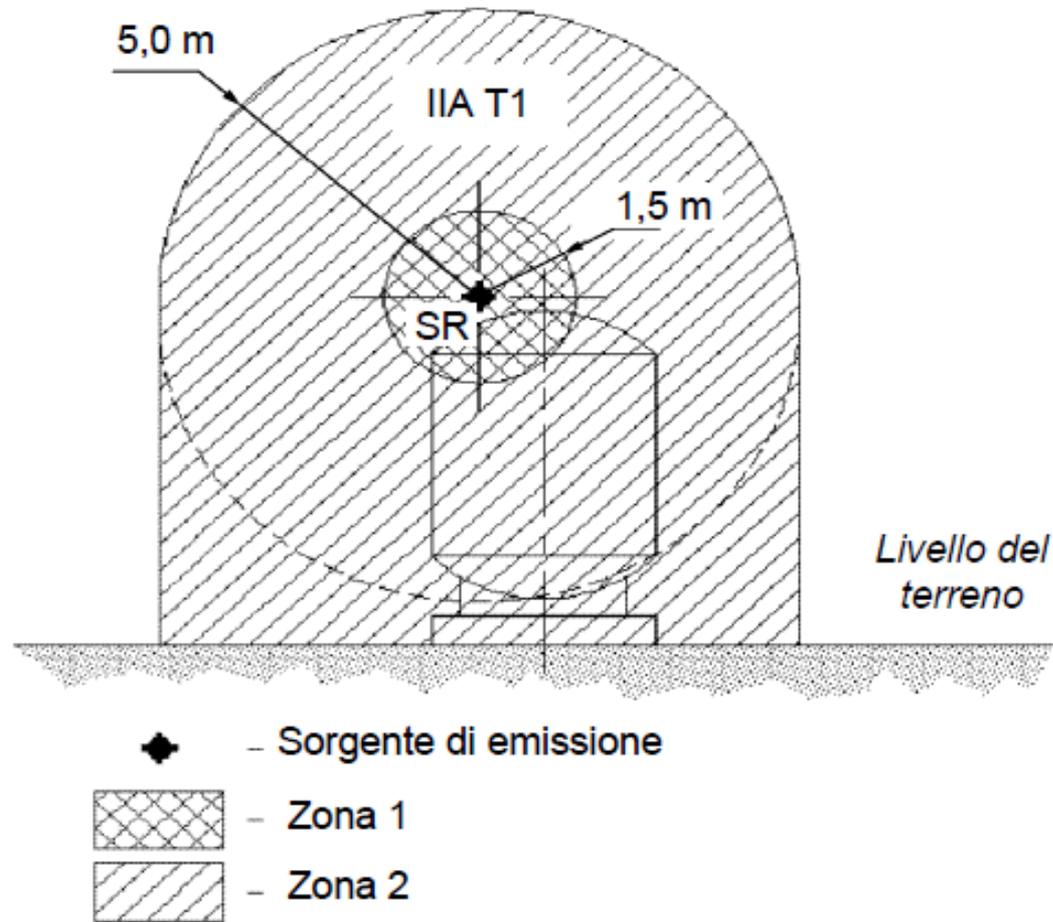
Zona 2

Per simboli zone  
allegato A  
della CEI 31-87

*Esempio classificazione di una perdita dovuta a rottura della tenuta di una pompa di sostanza infiammabile con vapori pesanti installata all'aperto*



## *Esempio classificazione vapore emesso da una valvola di respiro posizionata all'aperto, su un recipiente di processo*



### ***V.2.2.3 Determinazione della probabilità di formazione, durata e estensione delle atmosfere esplosive (zonizzazione)***

Il D.M. 03/08/2015 fornisce una tabella per la **classificazione delle zone** in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive.

Zona per la presenza di gas, vapori e nebbie	Zona per la presenza di polveri	Definizione del livello di pericolo
0	20	Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente ( <i>Il pericolo è presente sempre o frequentemente</i> )
1	21	Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale ( <i>Il pericolo è presente talvolta</i> )
2	22	Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo ( <i>il pericolo è presente raramente o quasi mai</i> )
NE		Luogo in cui il volume dell'atmosfera esplosiva è di estensione trascurabile ( <i>negligible extensions</i> )

*Tabella V.2-1: Classificazione delle zone con presenza di atmosfera esplosiva.*

## V.2.2.4 Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

- I pericoli di innesco sono strettamente legati a
  - presenza di **sorgenti di accensione**.
  - **proprietà di accensione** delle miscele potenzialmente esplosive.
- Un elenco di possibili sorgenti di accensione (tratto dalla norma UNI EN 1127-1) è dato dalla tab. V.2-2:
  - ✓ *Superfici calde;*
  - ✓ *Fiamme, gas, particelle calde;*
  - ✓ *Scintille di origine meccanica;*
  - ✓ *Materiale ed impianti elettrici;*
  - ✓ *Correnti vaganti, protezione catodica;*
  - ✓ *Elettricità statica;*
  - ✓ *Fulmini;*
  - ✓ *Onde elettromagnetiche e radio frequenza (RF) da  $10^4$  Hz a  $3 \cdot 10^{11}$  Hz;*
  - ✓ *Onde elettromagnetiche da  $3 \cdot 10^{11}$  Hz a  $3 \cdot 10^{15}$  Hz;*
  - ✓ *Radiazioni ionizzanti;*
  - ✓ *Ultrasuoni;*
  - ✓ *Compressione adiabatica ed onde d'urto;*
  - ✓ *Reazioni esotermiche.*

## V.2.2.4 Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

- La **possibilità di accensione** di una atmosfera esplosiva è strettamente dipendente dalla **frequenza con cui le sorgenti di accensione vengono a contatto con la miscela esplosiva**.
- Classificazione delle **sorgenti di accensione** in base a come possono manifestarsi:
  - **frequentemente** → durante il normale funzionamento;  
o **continuamente**
  - **raramente** → a seguito di *disfunzioni previste*;
  - **molto raramente** → a seguito di *disfunzioni molto rare*.
- Nelle zone della tabella V.2-1 **non sono consentite attrezzature che presentino inneschi frequenti o continui**.

## V.2.2.5 Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili (1/3)

- Per la **valutazione degli effetti prevedibili** di un'esplosione è necessario **tener conto** delle **conseguenze** su **persone, strutture e impianti** dei seguenti **effetti fisici di un'esplosione**:
  - a. Fiamme e gas caldi;
  - b. Irraggiamento termico;
  - c. Onde di pressione;
  - d. Proiezione di frammenti o oggetti;
  - e. Rilasci di sostanze pericolose.

**Stesura di una procedura guidata per la valutazione dei danni dovuti alle esplosioni**

## V.2.2.5 Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili (2/3)

- Per la **salvaguardia degli occupanti**, devono essere considerati almeno i seguenti effetti:
  - a. danneggiamento degli elementi di compartimentazione** non resistenti all'esplosione secondo NTC e in generale agli impianti meccanici;
  - b. fuori servizio degli impianti di protezione attiva.**
  - c. effetto domino** (ad es. danneggiamento di altri sistemi di contenimento, impianti o apparecchiature con rilasci di sostanze pericolose, ...).
  - d. danneggiamento delle misure di protezione** adottate sulle fonti di innesco presenti con conseguente accensione delle atmosfere esplosive prodotte dalle sostanze rilasciate.

### V.2.2.5 Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili (3/3)

- Se l'**esplosione** può essere **seguita da incendio**, valutare quest'ultimo tenendo conto dei danneggiamenti per esplosione.
- Se da un **incendio** può verificarsi un'**esplosione**, valutare quest'ultima tenendo conto dei danneggiamenti per incendio.
- Per determinare le **sovrappressioni** si può ricorrere a:
  - **formulazioni semplificate** presenti in normativa;
  - **modelli empirici** semplificati (*es. TNT equivalente, TNO Multienergy, CCPS QRA*);
  - **codici di calcolo** riconosciuti.

**Valutare se da un'esplosione può scaturire un incendio e viceversa:**

**Si riconosce l'impiego di codici di calcolo per la determinazione delle sovrappressioni**

## V.2.3 Misure per la riduzione del rischio di esplosione

- **Misure di prevenzione**: riduzione delle probabilità di formazione e innesco di una miscela esplosiva;
- **Misure di protezione**: mitigazione degli effetti di un'esplosione entro limiti accettabili;
- **Misure gestionali**: procedure di corretta organizzazione del lavoro e dei processi produttivi.
- **Le misure di prevenzione e gestionali sono sempre da preferire alle misure di protezione**, alle quali si ricorre se non è possibile ottenere un livello di rischio accettabile utilizzandole da sole.
- Per il conseguimento del livello di sicurezza equivalente richiesto dalle disposizioni legislative anche comunitarie e le norme tecniche vigenti, le misure impiegabili sono riportate nelle [tabelle V.2.-3](#) e [V.2-4](#);
- Il grado di sicurezza degli impianti e delle apparecchiature deve essere conforme alle indicazioni contenute nelle norme tecniche utilizzate o, in assenza, deve essere individuato mediante tecniche di analisi di affidabilità quali *Failure Mode and Effect Analysis*, *Fault tree analysis*, *Markov*.

**Vengono riorganizzati gli elementi della Direttiva sociale Atex e ripresi nel D.Lgs. 81/2008**

## ***Tab. V.2-3 Provvedimenti organizzativi***

- **Formazione** su misure di protezione dalle esplosioni dei lavoratori addetti.
- **Attrezzature portatili e indumenti di lavoro non in grado di innescare un'atmosfera esplosiva.**
- **Attrezzature portatili di rivelazione atmosfere esplosive.**
- **Specifiche procedure di lavoro e comportamento.**
- **Segnalazione dei pericoli di formazione di atmosfere esplosive.**



- **Adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza di sorgenti di emissione e fonti di innesco.**
- **Verifiche di sicurezza (iniziale, periodica e manutenzione) di impianti e attrezzature in luoghi di lavoro con aree a rischio.**

## ***Tab. V.2-4 Provvedimenti impiantistici (1/2)***

- **Protezione da danni meccanici** dei contenitori di sostanze infiammabili.
- **Sistemi a circuito chiuso** per la movimentazione di sostanze infiammabili.
- Sistemi di **dispersione / diluizione / bonifica dei rilasci di sostanze** infiammabili per:
  - ✓ *mantenere la concentrazione fuori dei limiti di esplosività;*
  - ✓ *ridurre l'estensione dell'atmosfera pericolosa a volumi trascurabili;*
  - ✓ *confinare l'atmosfera pericolosa in aree senza inneschi efficaci.*
- Installazione di **impianti di rivelazione di sostanze infiammabili** per:
  - ✓ *messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e fonti di innesco;*
  - ✓ *evacuazione delle persone preventivamente all'accensione dell'atmosfera esplosiva.*

## ***Tab. V.2-4 Provvedimenti impiantistici (2/2)***

- **Impianti, attrezzature, sistemi di protezione e relativi sistemi di connessione non in grado di provocarne l'accensione.**
- Installazione di **impianti di rivelazione inneschi** (es. scintille, superfici calde, ...).
- **Sistemi di inertizzazione per ridurre la concentrazione di ossigeno** al di sotto della concentrazione limite (LOC).
- Installazione di sistemi di **mitigazione degli effetti di un'esplosione**:
  - ✓ *(sistemi di protezione mediante sfogo dell'esplosione di gas/polveri;*
  - ✓ *sistemi di isolamento dell'esplosione;*
  - ✓ *sistemi di soppressione dell'esplosione;*
  - ✓ *apparecchi resistenti alle esplosioni;*
  - ✓ *elementi costruttivi dei fabbricati progettati per resistere alle esplosioni.*



## (Misure di prevenzione)

- Le **misure tecniche di prevenzione** contro le esplosioni hanno lo scopo di eliminare soprattutto le condizioni che permettono la formazione di una atmosfera esplosiva e tutte le possibili cause di innesco, pertanto si suddividono in:
  - a) misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive;
  - b) misure per evitare sorgenti di accensione efficaci.

## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Sostituzione delle sostanze infiammabili/polveri combustibili**

*Consiste nell'evitare, o limitare, la presenza di sostanze infiammabili/polveri combustibili, tale soluzione non è però di facile attuazione e può essere adottata solo in alcuni casi.*

- **Inertizzazione**

*Consiste nel limitare la quantità di ossigeno presente nell'aria, al di sotto della concentrazione necessaria per produrre un'atmosfera esplosiva. Come sostanze gassose inerti si utilizzano normalmente azoto, biossido di carbonio, gas inerti, gas di combustione e vapore acqueo.*

Sostanze inerti in polvere sono ad esempio, il solfato di calcio, il fosfato di ammonio, il bicarbonato di sodio, le polveri di roccia. Utilizzo solo in assenza di persone, ad esempio all'interno di contenitori o apparecchiature.

Esiste una concentrazione massima di gas inerte, al di sopra della quale la miscela non è in grado di reagire quale che sia la concentrazione di sostanza .

## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Diluizione della concentrazione tramite ventilazione o aspirazione**

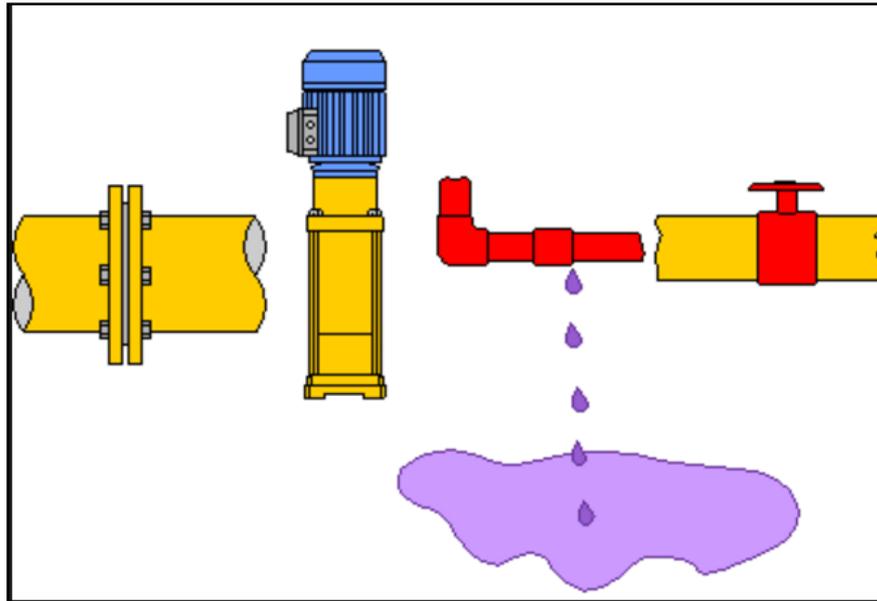
La formazione di un'atmosfera esplosiva può essere evitata mediante l'adozione di un idoneo impianto di ventilazione o aspirazione, il quale è efficace soprattutto se localizzato in prossimità della sorgente di emissione.



## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Eliminazione delle sorgenti di emissione**

L'atmosfera esplosiva può essere evitata eliminando, per quanto possibile, le sorgenti di emissione di sostanze infiammabili/polveri combustibili. A tale proposito risultano punti critici: guarnizioni delle giunzioni, raccordi smontabili, tubi flessibili, dispositivi di accoppiamento, prese campioni, valvole di sicurezza, ecc

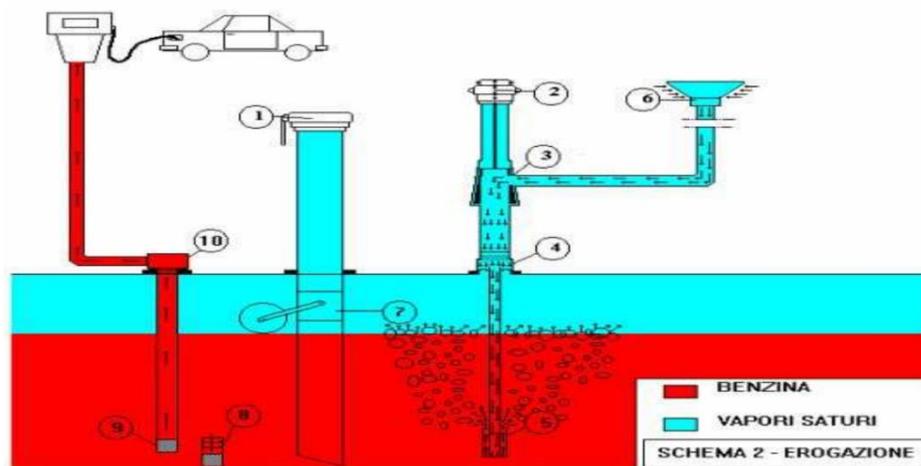


## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Concentrazione della sostanza al di fuori dei limiti di esplosibilità**

La formazione di atmosfere esplosive può essere impedita agendo sulla concentrazione in aria di sostanza infiammabile presente, affinché resti al di fuori dei limiti di esplosibilità. Si può realizzare un'adeguata ventilazione in modo da ridurre la concentrazione in aria al di sotto del LEL.

All'interno di serbatoi e apparecchi si può invece superare l'UEL e impedire così l'esplosione. In quest'ultimo caso la prevenzione consiste nell'evitare che l'aria possa entrare nel contenitore in quantità tale da riportare la concentrazione nei limiti di esplosibilità.



## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Temperatura della sostanza al di sotto della temperatura di infiammabilità**

La misura di sicurezza consiste nel mantenere le sostanze infiammabili ad una temperatura adeguatamente inferiore alla loro temperatura di infiammabilità.

*La temperatura ha un duplice effetto: la sua crescita aumenta la reattività del solido, in quanto diminuisce la differenza tra la temperatura iniziale e quella di autoaccensione; e aumenta la reattività del gas perché preriscalda il comburente.*

*L'effetto netto di un aumento di temperatura è quello di allargare l'intervallo d'esplosibilità.*

## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Sistemi di controllo dell'esplosibilità**

La misura di sicurezza consiste nell'installare un numero adeguato di rivelatori di gas in punti opportuni, in modo da individuare automaticamente l'efflusso di sostanze infiammabili.

In presenza di emissioni di primo grado, i rivelatori devono essere almeno due e indipendenti tra loro.

Il controllo dell'esplosibilità dell'atmosfera non è applicabile in presenza di emissioni continue.



## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Misure per la riduzione dei depositi di polveri**

La presenza di depositi (strati) pericolosi di polvere può essere impedita mediante regolari misure di pulizia utilizzando, ad esempio, impianti centralizzati o aspiratori industriali mobili.

Devono essere predisposti dei piani di pulizia che devono comprendere anche superfici poco visibili o poco accessibili.

Non devono essere effettuati procedimenti di pulitura che determinano formazione di vortici (sono validi l'aspirazione e la pulizia "ad umido"), per l'aspirazione delle polveri devono essere adoperati aspiratori che non costituiscano una sorgente di accensione.



## (Misure per evitare la formazione di atmosfere esplosive)

- **Incremento della granulometria delle polveri**

La misura consiste nell'aumentare le dimensioni dei granelli di polvere delle sostanze impiegate. L'aumento della granulometria delle polveri consente di ridurre la concentrazione in aria e dunque la possibilità che si formino nubi pericolose.

Polveri costituite da granelli di dimensioni superiori a **500  $\mu\text{m}$**  non risultano in genere pericolose (il limite di non esplosività fissato dalla norma EN 13237, mentre la NFPA 68 lo stabilisce a 420  $\mu\text{m}$ ).

*La pressione massima di esplosione  $P_{max}$  e la velocità massima di aumento della pressione ( $dP/dt$ ) crescono al diminuire della granulometria, mentre diminuiscono l'energia minima di accensione e, in una certa misura, la concentrazione minima esplodibile (limite inferiore).*

## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Superfici calde**

La temperatura di tutte le superfici che possono venire in contatto con i gas, vapori o le polveri, non deve superare la loro temperatura di accensione, nel funzionamento normale, in caso di un guasto e anche in caso di doppio guasto (rara disfunzione) secondo la categoria dell'apparecchio.

Inoltre, non deve accendere lo strato di polvere che si deposita sulla superficie dell'apparecchio. Nello stabilire la temperatura superficiale dell'apparecchio, il fabbricante deve tenere in debito conto anche l'effetto coibente dello strato di polvere.



## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Fiamme e gas caldi**

Le fiamme, anche se molto piccole, sono tra le sorgenti di accensione più attive.

Se un'atmosfera esplosiva è presente sia all'interno, sia all'esterno di un apparecchio, sistema di protezione o componente o in parti adiacenti dell'impianto e se in uno di questi punti si verifica un'accensione, la fiamma può diffondersi agli altri punti attraverso le aperture quali i condotti di ventilazione. La prevenzione della propagazione della fiamma richiede misure di protezione appositamente progettate.



## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Scintille di origine meccanica**

In seguito a processi di attrito, urto o abrasione quali la molatura, dai materiali solidi possono separarsi particelle che si riscaldano per effetto dell'energia utilizzata nel processo di separazione.

L'attrito per sfregamento, anche tra materiali ferrosi simili e tra alcuni materiali ceramici, può generare punti caldi e scintille simili alle scintille di molatura. Ciò può causare l'accensione di atmosfere esplosive.



## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Materiale elettrico**

Nel caso del materiale elettrico, si possono produrre scintille elettriche e superfici calde che agiscono quali sorgenti di accensione. Possono essere generate scintille elettriche, per esempio:

- ✓ quando si aprono e si chiudono circuiti elettrici;
- ✓ per connessioni allentate;
- ✓ a seguito di correnti vaganti.

*Si specifica che una tensione estremamente bassa (per esempio minore di 50 V) è progettata per la protezione personale contro la scossa elettrica e non è una misura destinata alla protezione contro l'esplosione.*



## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Elettricità statica**

In certe condizioni possono verificarsi scariche di elettricità statica in grado di produrre l'accensione. La scarica di parti conduttrici isolate e cariche può facilmente produrre scintille di accensione (energie inferiori a 10 mJ).

Con parti cariche di materiali non conduttori, che comprendono la maggior parte delle materie plastiche e altri materiali, sono possibili scintillii e, in casi particolari, durante processi di separazione rapida (per esempio pellicole che si muovono su rulli, cinghie di trasmissione o per l'associazione di materiali conduttori e non conduttori) sono possibili anche scariche in grado di propagarsi.



# (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Radiazioni ionizzanti**

Le radiazioni ionizzanti generate, per esempio, da tubi per raggi X e sostanze radiogene, possono accendere atmosfere esplosive (specialmente quelle con particelle di polvere) per effetto dell'assorbimento di energia. Inoltre, la sorgente radioattiva stessa può riscaldarsi per effetto dell'assorbimento interno di energia radiante al punto da superare la temperatura minima di accensione dell'atmosfera esplosiva circostante



## (Misure per evitare sorgenti di accensione efficaci)

- **Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri**

Le reazioni esotermiche possono agire come una sorgente di accensione quando la velocità di generazione del calore supera la velocità della perdita di calore verso l'esterno.

Molte reazioni chimiche sono esotermiche. Il fatto che una reazione possa raggiungere una temperatura elevata dipende, tra gli altri parametri, dal rapporto tra volume e superficie del sistema reattivo, dalla temperatura ambiente e dal tempo di permanenza. Queste temperature elevate possono indurre l'accensione di atmosfere esplosive nonché di una combustione.



## V.2.4 Misure per la riduzione del rischio per gli occupanti

- **Obiettivo: ridurre il numero degli occupanti esposti agli effetti di un'esplosione** (es. sovrappressione, calore, proiezione di frammenti, ...).

A tal fine, le sorgenti di pericolo possono essere installate:

- a. *all'esterno dei fabbricati, opportunamente schermate o distanziate;*
- b. *in locali con presenza occasionale di occupanti;*
- c. *all'interno dei locali, in posizione opportunamente schermata rispetto a postazioni fisse di lavoro;*
- d. *in locali dotati di misure (es. impianto di rivelazione di sostanze infiammabili, ...) tali da consentire l'esodo degli occupanti prima dell'accensione.*

**Il rischio vita rimane sempre l'elemento cardine delle strategie di sicurezza!**



## V.2.5 Prodotti impiegabili

- I prodotti devono essere rispondenti alla **direttiva ATEX di prodotto** (*direttiva ATEX 2014/34/UE, applicabile dal 20 Aprile 2016, in sostituzione della direttiva ATEX 94/9/CE*), che **prevede differenti categorie in relazione all'impiego in ciascuna zona classificata.**
- Per gli **apparecchi, componenti e sistemi di protezione** impiegabili in **attività di superficie (*Gruppo II*)**, vengono definite **3 categorie:**
  - a. **Categoria 1** – *Livello di protezione molto elevato.*
  - b. **Categoria 2** – *Livello di protezione elevato.*
  - c. **Categoria 3** – *Livello di protezione normale.*



## Categorie – Gruppo II

- **Categoria 1 – Livello di protezione molto elevato.**

I prodotti non devono essere causa di innesco anche in caso di **guasto eccezionale**. Garantito il livello di protezione richiesto anche in caso di **guasto di un mezzo di protezione o di due guasti indipendenti**;

- **Categoria 2 – Livello di protezione elevato.**

Garantito il livello di protezione richiesto anche in presenza di **anomalie ricorrenti o abituali difetti di funzionamento** degli apparecchi.

- **Categoria – Livello di protezione normale.**

I mezzi di protezione garantiscono il livello di protezione richiesto a **funzionamento normale**.

# (Misure di sicurezza per apparecchiature elettriche)

- Per i prodotti elettrici sono presenti diversi modi di protezione per impedire che possano innescare un'atmosfera esplosiva.
- Gli apparecchi elettrici da utilizzare in zone pericolose sono soggetti a diverse norme CEI EN. Con riferimento ai modi di protezione degli apparecchi elettrici sono state pubblicate le seguenti norme:

- EN 50018: Custodie a prova di esplosione (d);
- EN 50016: Modo di protezione a sovrappressione interna (p);
- EN 50015: Costruzioni immerse in olio (o);
- EN 50017: Costruzioni a riempimento pulverulento (q);
- EN 50019: Modo di protezione a sicurezza aumentata (e);
- EN 50020: Sicurezza intrinseca (i);
- EN 50021: modo di protezione n semplificato (n);
- EN 50028: Incapsulamento (ma o mb) in resina.



## SCelta DEI COMPONENTI

- Una volta identificati i tipi di zona pericolosa si possono quindi determinare e scegliere le tipologie costruttive “Ex” di impianti ed apparecchiature elettriche.
- In base alla Norma CEI 31-33 sono ammesse le seguenti costruzioni:

### *Per ZONA 0*

- Costruzione “ia” a sicurezza intrinseca con prescrizioni restrittive

### *Per ZONA 1*

- Costruzione “d” a prova di esplosione secondo la Norma EN 50018
- Costruzione “p” a sovrappressione interna secondo la Norma EN 50016
- Costruzione “q” a riempimento polverulento secondo la Norma EN 50017
- Costruzione “o” ad immersione in olio secondo la Norma EN 50015
- Costruzione “e” a sicurezza aumentata secondo la Norma EN 50019
- Costruzione “i” a sicurezza intrinseca secondo la Norma EN 50020
- Costruzione “m” con incapsulamento secondo la Norma EN 50028

### *Per ZONA 2*

- Costruzione “n” costruzioni specifiche per zona 2 secondo la Norma IEC 60079-15

## ***SCelta DI IMPIANTI ELETTRICI PER AMBIENTI CON LIQUIDI INFIAMMABILI***

- Per le apparecchiature elettriche da installare in luoghi con presenza di gas, oltre alla costruzione “Ex” è fondamentale garantire altre due caratteristiche sostanziali ovvero:
  - ✓ Gruppo e classe di temperatura (ad esempio “II A - T1” o “II C - T6”) caratteristici del tipo di sostanza infiammabile presente (gruppo: A, B, C) e della massima temperatura superficiale ammessa in relazione alla temperatura di infiammabilità della sostanza stessa (classe di temperatura: T1, T2, T3, T4, T5, T6).

Nella tabella GA-2 (colonna u) della Guida CEI 31-35 sono indicati il gruppo e la classe di temperatura delle sostanze infiammabili e combustibili.
  - ✓ Secondo la direttiva ATEX sono identificate tre categorie costruttive (1, 2, 3) per il gruppo II (attività di superficie) dei materiali Ex, per ambienti con presenza di gas (G), idonee per ciascun tipo di zona pericolosa:
    - Il 1G per installazione in ZONA 0, ZONA 1, ZONA 2
    - Il 2G per installazione in ZONA 1, ZONA 2
    - Il 3G per installazione in ZONA 2

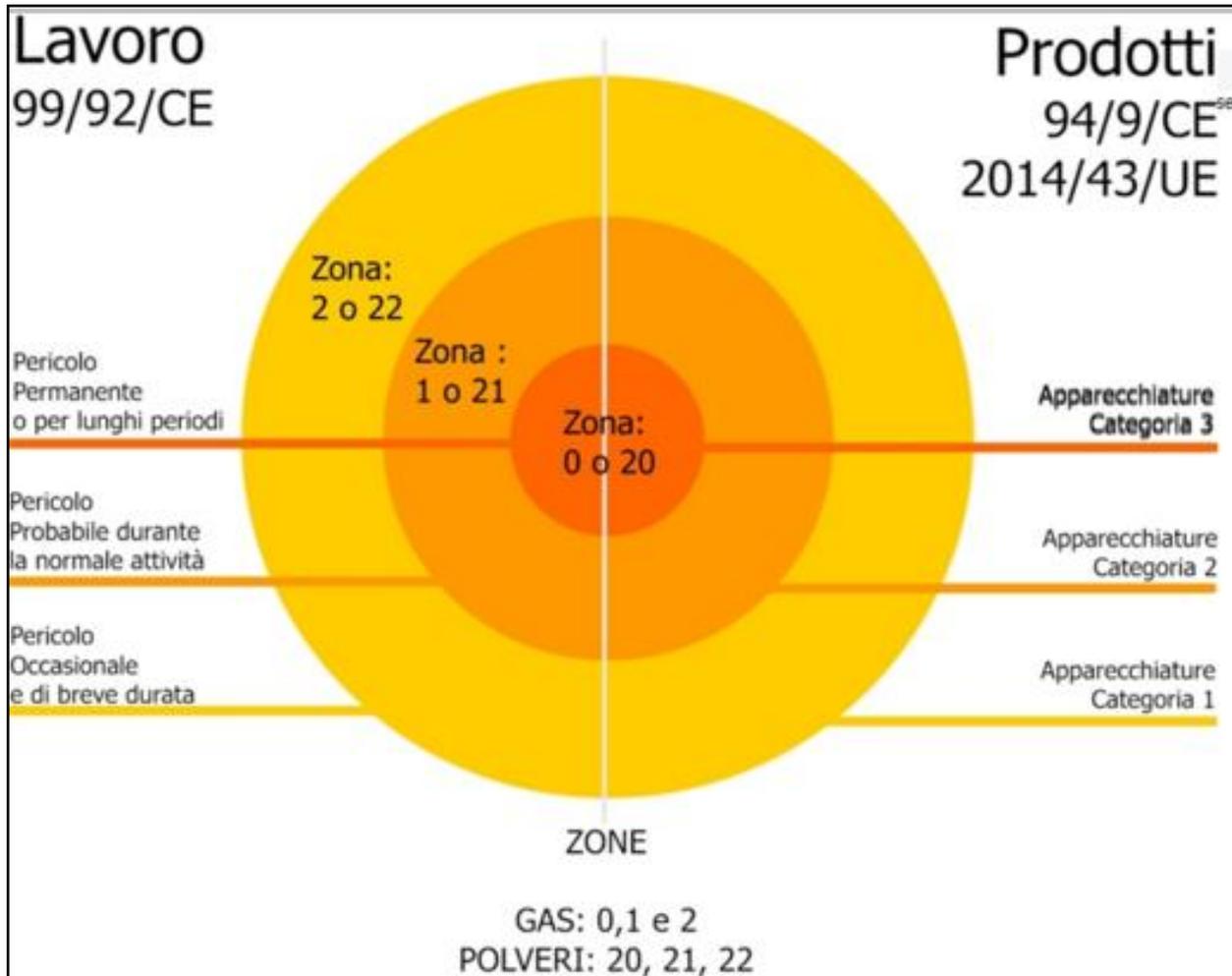
**Tab. V.2-5 Compatibilità di componenti, apparecchiature e sistemi di protezione e controllo e zone classificate per atmosfere esplosive**

Atmosfera esplosiva	Zona	Categoria ATEX [1]
Gas	0	1G
	1	1G, 2G
	2	1G, 2G, 3G
Polveri	20	1D
	21	1D, 2D
	22	1D, 2D, 3D

[1] G per *gas* e D per *dust* (polvere)

- Gli impianti, le attrezzature, i sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento possono essere utilizzati o essere **messi in servizio** in un'atmosfera esplosiva **solamente dopo aver verificato la compatibilità** della zona nella quale sono chiamati a svolgere la propria funzione.
- Ciò vale anche per le attrezzature, impianti, sistemi e i relativi dispositivi di collegamento che non sono apparecchi o sistemi di protezione ai sensi della direttiva ATEX di prodotto, qualora rappresentino un pericolo di accensione per il fatto di essere incorporati in un impianto.

# Compatibilità di componenti, apparecchiature e sistemi di protezione e controllo e zone classificate per atmosfere esplosive



## Articolo 293 del D.Lgs. 81/2008

### Are in cui possono formarsi atmosfere esplosive

1. Il datore di lavoro ripartisce in zone, a norma dell'ALLEGATO XLIX, le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive.
2. Il datore di lavoro assicura che per le aree di cui al comma 1 siano applicate le prescrizioni minime di cui all'ALLEGATO L.
3. Se necessario, le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive in quantità tali da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori sono segnalate nei punti di accesso a norma dell'ALLEGATO LI e provviste di allarmi ottico/acustici che segnalino l'avvio e la fermata dell'impianto, sia durante il normale ciclo sia nell'eventualità di un'emergenza in atto.

[\(articolo 293, comma 3\)](#)



Area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva

*Al fine di facilitare la comprensione del segnale, al di sotto di esso devono essere riportate la seguenti indicazioni: PERICOLO ESPLOSIONE e DANGER EXPLOSION.*

# ALLEGATO L del D.Lgs. 81/2008 - B. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE.

Qualora il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio non preveda altrimenti, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al D.P.R. 23 marzo 1998, n. 126 e ss.mm.ii..

Tipi di zona		Categoria dell'apparecchio					
		1 G	2 G	3 G	1 D	2 D	3 D
Gas vapori	0	■	X	X	-	-	-
	1	□	■	X	-	-	-
	2	□	□	■	-	-	-
Polvere	20	-	-	-	■	X	X
	21	-	-	-	□	■	X
	22	-	-	-	□	□	■

- Non applicabile
- Categoria dell'apparecchio **adatta**
- Categoria dell'apparecchio **adatta ad abbondanza**
- X Categoria dell'apparecchio **proibita**



# Codifica dei prodotti Atex in atmosfera potenzialmente esplosiva 1/3 (secondo la Direttiva 2014/34/UE applicabile in pieno dal 20 aprile 2016)

Esempi di marcatura ATEX:

Marcatura ATEX	Tipo di apparecchio
II 2 GD c T4 T135°C -10°C ≤ Ta ≤ +60°C	Meccanico
II 2 GD E Ex nA II T5 T100°C -20°C ≤ Ta ≤ +75°C	Elettrico
II 2 GD E Ex ia IIC T5 T100°C -20°C ≤ Ta ≤ +75°C	Elettrico

## CHIAVE DI CODIFICA

		II	2	GD	E	EX	nA	II	T5	T100°C	-20°C ≤ Ta ≤ +75°C	IP65
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

1 Marchio 1	2 Marchio 2	3 Gruppo apparecchiatura	4 Categoria apparecchiatura	5 Tipo di atmosfera
= Marchio CE	= Marchio EX (approvato per uso in potenziali atmosfere esplosive)	I = usate in miniera II = usate in tutte le altre EX atmosfere	<b>Livello di protezione</b> 1 = molto alto 2 = elevato 3 = normale	<b>G</b> = gas <b>D</b> = polveri  2G = usate in zona 1 2GD = usate in zona 21 3G = usate in zona 2 3GD = usate in zona 22
6 Apparecchiatura 1	7 Apparecchiatura 2	8 Tipologia di protezione all'innescio		
<b>E</b> = apparecchiatura approvata dal CENELEC	<b>EX</b> = apparecchiatura antiscoppio	<b>nA</b> = apparecchiatura non generante scintille <b>b</b> = a fonti di innescio controllate <b>c</b> = progettato in sicurezza <b>d</b> = custodia antideflagrante <b>e</b> = sicurezza aumentata <b>fr</b> = incapsulamento a tenuta di vapore <b>ia</b> = sicurezza intrinseca 1 o 2 eventi	<b>ib</b> = sicurezza intrinseca 1 evento <b>k</b> = incapsulamento liquido <b>m</b> = incapsulamento <b>o</b> = immersione in olio <b>p</b> = incapsulamento a pressione <b>q</b> = riempimento a sabbia	



# Codifica dei prodotti Atex in atmosfera potenzialmente esplosiva 2/3, (secondo la Direttiva 2014/34/UE, applicabile in pieno dal 20 aprile 2016)

## 9 Gruppo di esplosione

**II** = per tutti i Gas del Gruppo II se il grado di protezione lo permette Es. "nA" Vedi norma EN.50021

**IIA** = per tutti i Gas del Gruppo IIA se il grado di protezione lo richiede Es. "ia" Vedi norma EN.50020

**IIB** = per tutti i Gas del Gruppo IIA - IIB se il grado di protezione lo richiede Es."ia" Vedi norma EN.50020

**IIC** = per tutti i Gas del Gruppo IIA - IIB - IIC se il grado di protezione lo richiede Es."ia" Vedi norma EN.50020

Gas differenti hanno diverse temperature di accensione.  
Alcuni esempi:

Gruppo	Tipo GAS	Temperatura di accensione
A	Acetone	540 °C
	Acido acetico	485 °C
	Ammoniaca	630 °C
	Etano	515 °C
	Cloruro di metilene	556 °C
	Metano (CH <sub>4</sub> )	595 °C
	Ossido di carbonio	605 °C
	Propano	470 °C
	n-butano	365 °C
	n-butile	370 °C
	Idrogeno solforato	270 °C
	n-esano	240 °C
	Acetaldeide	140 °C
	Etere etilico	170 °C
Nitrito di etile	90 °C	
B	Etilene	425 °C
	Ossido di etile	429 - 440 °C
C	Acetilene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	305 °C
	Bisolfuro di carbonio	102 °C
	Idrogeno (H <sub>2</sub> )	560 °C



# Codifica dei prodotti Atex in atmosfera potenzialmente esplosiva 3/3 (secondo la Direttiva 2014/34/UE applicabile in pieno dal 20 aprile 2016)

## 10 Classi di temperatura (Gas)

Massima temperatura superficiale raggiungibile per un apparecchio per un potenziale uso in atmosfera gassosa esplosiva  
(Dipende dalla famiglia del gas.)

T-classe	Massima temperatura Superficiale	Minima temperatura di accensione del gas
T1	450 °C	>450 °C
T2	300 °C	>300 - ≤450 °C
T3	200 °C	>200 - ≤300 °C
T4	135 °C	>135 - ≤200 °C
T5	100 °C	>100 - ≤135 °C
T6	85 °C	>85 - ≤100 °C

## 11 Temperatura di accensione delle polveri

Massima temperatura superficiale raggiungibile per un apparecchio per un potenziale uso in una area con presenza di polveri potenzialmente esplosive. La temperatura di accensione delle polveri dipende dalla loro consistenza e natura. (Alcuni esempi)  
**N.B.:** se non specificata la Classe temperatura Gas (es T5) la T° di accensione polveri è valida anche per la Classe temperatura Gas

Polveri	Nubi	Spessore di 5 mm
Alluminio	560 °C	>450 °C
Carbone di legna	520 °C	320 °C
Polvere di carbone	380 °C	225 °C
Cacao	590 °C	250 °C
Fondi di caffè	580 °C	290 °C
Mais	530 °C	460 °C
Cellulosa metilica	420 °C	320 °C
Resina fenolica	530 °C	>450 °C
Polietilene	440 °C	fusioni
PVC	700 °C	>450 °C
Zucchero	490 °C	460 °C
Fuliggine	810 °C	570 °C
Amido	460 °C	435 °C
Toner	520 °C	fusioni
Frumento	510 °C	300 °C

## 12 Range di lavoro dell'apparecchio

Intervallo di temperature massimo entro il quale l'apparecchio può essere utilizzato all'interno dell'atmosfera asplosiva

## 13 Grado di protezione

**IP65** = grado di protezione

## Esempio marcatura ATEX di un prodotto

### Marcatura ATEX per prodotti elettrici - esempio



## ***V.2.6 Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni***

- In generale, le opere da costruzione possono essere progettate in modo tale da limitare gli effetti di esplosioni all'interno delle stesse o nei confronti di costruzioni limitrofe;
- Le **strategie di progettazione strutturale** dipendono dagli **obiettivi** di sicurezza prefissati:
  - a. salvaguardia della **vita umana all'interno della costruzione**;
  - b. salvaguardia della **vita umana in costruzioni limitrofe**;
  - c. tutela di **beni** contenuti nelle costruzioni;
  - d. limitazione di **danni alla costruzione origine dell'esplosione**;
  - e. limitazione di **danni a costruzioni limitrofe**;
  - f. limitazione di **effetti domino**.

## ***V.2.6 Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni***

Le fasi della progettazione di strutture resistenti alle esplosioni, *al fine della salvaguardia della vita degli occupanti e limitare il danneggiamento strutturale*, sono:

- Modellazione degli effetti dell'esplosione, quantificazione delle azioni.
- Analisi strutturale.
- Progettazione costruttiva e verifica.

La *modellazione degli effetti dell'esplosione* è condotta con riferimento agli effetti provocati sulle strutture (trascurabili, localizzati, generalizzati) e alle relative conseguenze così come indicato nella tabella successiva, tratta dalle NTC (Decreto Ministro Infrastrutture 14/01/2008) e dal *NAD della EN 1991-1-7*.

## ***Classificazione azioni per esplosioni (NTC) e relative conseguenze***

Categoria delle azioni dovute alle esplosioni (NTC)		Classi di conseguenza (NAD EN 1991 1-7)	
1	Effetti trascurabili sulle strutture	CC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opere da costruzione con presenza solo occasionale di occupanti, edifici agricoli.</li> </ul>
2	Effetti localizzati su parte delle strutture	CC2 rischio inferiore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opere da costruzione il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.</li> <li>• Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.</li> <li>• Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti nelle classi di conseguenza superiori.</li> </ul>
		CC2 rischio superiore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opere da costruzione il cui uso preveda affollamenti significativi.</li> <li>• Industrie con attività pericolose per l'ambiente.</li> <li>• Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe di conseguenza 3.</li> <li>• Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.</li> </ul>
3	Effetti generalizzati sulle strutture	CC3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opere da costruzione con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.</li> <li>• Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.</li> <li>• Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione.</li> </ul>

## ***Quantificazione delle azioni agenti sulle strutture in caso di esplosione [1/2]***

- Combinazione di carico per azioni eccezionali di cui alle NTC, per le **opere da costruzione con rischio di esplosione con effetti** di:
  - **Categoria 1** (classe di conseguenza CC1 - *effetti trascurabili*), *non vanno considerate le azioni derivanti da esplosione.*
  - **Categoria 2** (CC2 - *effetti localizzati*), *la quantificazione delle azioni si effettua con riferimento a:*
    - NTC, per la sovrappressione di progetto da impiegare per le verifiche in caso di esplosioni confinate di *gas, vapori o nebbie*;
    - UNI EN 1991-1-7 integrata dal rispettivo NAD, per la sovrappressione di progetto per esplosioni di *polveri*.

## ***Quantificazione delle azioni agenti sulle strutture in caso di esplosione [2/2]***

- **Categoria 3** (CC3 - effetti generalizzati) devono essere effettuate analisi mediante metodi avanzati che tengano conto di:
- i. effetti del *venting* e della geometria degli ambienti nel calcolo della sovrappressione;
  - ii. comportamento dinamico non lineare delle strutture;
  - iii. analisi del rischio effettuate con metodi probabilistici;
  - iv. aspetti economici per l'ottimizzazione delle soluzioni.

## V.2.6 Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

- *L'analisi strutturale può essere condotta con modelli semplificati di tipo statico equivalenti nel caso di opere da costruzione in classe CC2 e con analisi dinamiche non lineari per opere da costruzione in classe CC3.*
- La progettazione costruttiva di opere da costruzione caratterizzate dal rischio di esplosione prevede, in genere, l'adozione di misure di riduzione del danno da esplosione.
- Ai fini delle verifiche, per le opere da costruzione ricadenti nella categoria 1 non sono richieste verifiche strutturali.
- Per le opere da costruzione ricadenti in categoria 2 o 3 è richiesta la verifica degli elementi strutturali per la combinazione delle azioni eccezionali, che dimostri, oltre ai requisiti di robustezza, che la capacità portante dell'intera struttura sia garantita per un tempo sufficiente affinché siano attuate le previste misure di emergenza (es. evacuazione e soccorso degli occupanti, ...).

***GRAZIE PER L'ATTENZIONE***



*Approfondimenti su alcuni aspetti*

# CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO DIALOGO FRA D.P.R. 151/2011 ⇔ norme CEI 64-8/7; CEI 64-2; CT 31

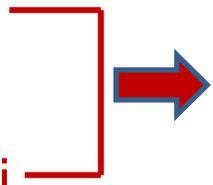
Sono da considerare luoghi ordinari:

- In generale gli ambienti caratterizzati da un valore del carico d'incendio specifico di progetto inferiore a 450 MJ/m<sup>2</sup>;
- Ambienti per uso domestico e similare (edifici di civile abitazione);
- Gli ascensori e i montacarichi;
- Gli impianti termici a gas interamente realizzati in conformità alle norme UNI CIG, di cui alla legge 6 dicembre 1971, n. 1083 e delle disposizioni applicative emanate dal Ministero dell'interno per la prevenzione incendi, con prodotti conformi alla direttiva sugli apparecchi a gas 90/396/CEE (sostituita dalla direttiva 2009/142/CE);
- ...

Luoghi ordinari

# CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO DIALOGO FRA D.P.R. 151/2011 ⇔ norme CEI 64-8/7; CEI 64-2; CT 31

Per le altre attività, la valutazione va effettuata di volta in volta, tra queste possono rientrare:

- Gli impianti termici a gas non soggetti alla direttiva 90/393/CEE (sostituita dalla 2009/142/CE);
  - **Le autorimesse;**
  - **Le officine**
  - **I laboratori chimici**
- 
- Per le quali è disponibile un'apposita guida del CEI (**31-35/A**), nella quale vengono riportati i requisiti e le condizioni di esercizio da rispettare per poter considerare tali ambienti come luoghi non ATEX
- Le installazioni per la produzione dell'energia elettrica;
  - Le attività di detenzione di sostanze radiogene;
  - Le attività di detenzione di prodotti chimici diversi dai facilmente/altamente infiammabili o esplosivi.

Rischio di incendio/esplosione da valutare

## La norma EN/IEC 60079-0 (Ed. V) introduce il concetto di EPL (Equipment Protection Level)

L'**EPL** indica, invece, il **rischio di accensione intrinseco nell'apparecchiatura, indipendentemente dal modo di protezione adottato**. È stato, infatti, riconosciuto che è vantaggioso identificare e marcare tutti i prodotti in base al loro rischio intrinseco di accensione. Questo dovrebbe rendere più semplice la selezione delle apparecchiature. Questo metodo è alternativo e non sostitutivo di quello tradizionale. La tabella riporta la comparazione tra EPL e la categoria Atex:

Zona	Categoria Atex	Modo di protezione	EPL
0	1G	"Ex ia" – "Ex ma"	Ga
1	2G	"Ex d" – "Ex e" – "Ex i" – "Ex m" – "Ex p" – "Ex o" – "Ex q"	Gb
2	3G	"Ex d" – "Ex e" – "Ex i" – "Ex m" – "Ex p" – "Ex o" – "Ex q" – "Ex n"	Gc
20	1D	pD – mD – tD – iaD - ibD	Da
21	2D	pD – mD – tD – iaD - ibD	Db
22	3D	pD – mD – tD – iaD - ibD	Dc

Le lettere della Categoria Atex "**G**" e "**D**" definiscono se l'apparecchiatura può essere utilizzata in aree contenenti **gas** o **polveri** pericolosi. Nella classificazione **EPL** le categorie **1, 2 e 3** sono state sostituite dalle lettere **a, b e c**.

## La norma EN/IEC 60079-0 (Ed. V) introduce il concetto di EPL (equipment protection level)

Le ultime revisioni degli standards IEC/EN 60079 indicano che le apparecchiature per ambienti a rischio di esplosione (gas e polveri) dovrebbero essere marcate sia con il tipo di protezione sia con il livello di protezione. Pertanto il livello di protezione EPL non sostituisce il tipo di protezione e rappresenta una marcatura aggiuntiva

### Standard IEC/EN e ATEX a confronto: marcature

IEC/EN 60079-0				
EPL	Group	Equipment Group	Equipment Category	Zones
Ga	II (gas)	II (surface industry)	1G	0
Gb			2G	1
Gc			3G	2
Da	III (dust)		1D	20
Db			2D	21
Dc			3D	22