



CLASSIFICAZIONE DELLE AREE CON PERICOLO DI INCENDIO ED ESPLOSIONE

Norma CEI 64-2
e
Norma CEI 31-30

Dott. Vincenzo Pirillo
Libero Professionista Membro S.C. 31J del CEI

Segrate
Novembre 1999



INDICE GENERALE

INDICE GENERALE 2

PARTE I..... 4

NORME DI LEGGE E IMPIANTI ELETTRICI	4
LE NORME CEI 64-2	7
La Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30).....	9

PARTE II..... 11

LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE CON PERICOLO DI INCENDIO ED ESPLOSIONE	
SECONDO LA NORMA CEI 64-2.....	11
Generalità.....	11
Schema del procedimento di classificazione	11
La classificazione delle sostanze	12
La classe del luogo.....	12
SOSTANZE E LUOGHI DI CLASSE 1 E CLASSE 3	15
Caratteristiche delle sostanze di classe 1 e 3.....	15
Temperatura di infiammabilità	15
Quantitativi minimi delle sostanze infiammabili	15
Valutazione delle quantità delle sostanze infiammabili.....	16
La densità di gas e vapori	17
Gruppo delle custodie e comportamento durante l'esplosione	18
Temperatura di accensione	19
I centri di pericolo.....	20
Le condizioni di ventilazione.....	21
Aperture	22
QUALIFICAZIONE DELLE ZONE AD DEI LUOGHI DI CLASSE 1	23
C1Z0	23
C1Z1	23
C1Z2	23
C1ZR	23
ESTENSIONE DELLE ZONE AD NEI LUOGHI DI CLASSE 1.....	25
PROCEDIMENTO GENERALE DI CLASSIFICAZIONE	30
Documentazione minima richiesta.....	30
Procedimento generale di classificazione	30
Procedimenti particolari di classificazione	31



PARTE III 32

LA NORMA CEI EN 60079-10 (31-30)	32
Generalità.....	32
Oggetto e scopo	32
Campo di applicazione.....	32
Sorgente e grado di emissione	34
Aperture	35
Correlazioni tra aperture e grado di emissione	35
Luoghi pericolosi e zone (0, 1, 2)	36
La ventilazione.....	37
Grado della ventilazione	37
Valutazione del tempo di persistenza.....	39
Disponibilità della ventilazione	40
Classificazione delle zone.....	41
Procedimento di classificazione delle zone	43
Determinazione dell'estensione delle zone 0, 1 e 2.....	45
La forma	46
Le dimensioni	46
Luoghi considerati nelle Appendici della Norma CEI 64-2/A.....	47

PARTE IV 48

CRITERI DI PROGETTAZIONE A CONFRONTO.....	48
Criteri generali di progettazione nella norma CEI 64-2	48
I provvedimenti di prevenzione	49
Principi generali di progettazione nella Norma CEI 31-30.....	50
L'importanza della ventilazione	51
ZONE ARTIFICIALMENTE NON AD.....	52
Le aree non AD nelle norme CEI 64-2	52
I provvedimenti protettivi da adottare in caso di mancanza di pressurizzazione sono riportati nella seguente tabella estratta dalle norme CEI 31-25.....	52
Le aree non pericolose nelle Norme CEI 31-30.....	53
RIFLESSI NELLA SCELTA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DELLE ATTREZZATURE ANTINCENDIO	55
Impianti elettrici a sicurezza	55
Impianto a prova di esplosione, AD-PE.....	55
Impianto a sovrappressione interna, AD-SI.....	56
Impianto e sicurezza intrinseca, AD-I.....	56
Impianti e tenuta, AD-T.....	56
Impianti a sicurezza funzionale, AD-F	56
Impianto di tipo speciale, AD-S.....	57
Impianto a sicurezza di tipo approvato, AD-A	57
Scelta dell'impianto a sicurezza.....	57
Impianti elettrici di attrezzature antincendio: riflessi e considerazioni sulla loro scelta.....	62



PARTE I

NORME DI LEGGE E IMPIANTI ELETTRICI

E' noto che particolari tipi di gas, vapori e polveri possono formare con l'aria miscele che, in determinati intervalli di concentrazioni e temperature possono esplodere con forte sviluppo di gas ad elevate pressioni e temperature, e l'esplosione può avvenire in presenza di inneschi sotto forma di scintille, fiamme e surriscaldamenti di piccola o anche piccolissima energia.

Da queste brevi considerazioni deriva la necessità di impedire che durante la fase di rilascio di sostanze pericolose si abbia, contemporaneamente, lo sviluppo di energia libera in grado di innescare la reazione di ossidazione esotermica del combustibile. In particolare è richiesto che gli impianti elettrici siano costruiti in modo da prevenire i rischi di incendio e di scoppio derivanti da eventuali anomalie che si verificassero nel loro esercizio.

Le installazioni elettriche in luoghi dove esistono pericoli di esplosione ed incendio sono regolamentate negli articoli da 329 a 336 del Capo X del Titolo VII del DPR 27/4/1955, n° 547.

Questo capo merita un commento a parte per l'importanza storica che esso riveste e per l'enorme sviluppo dell'industria chimica che nel dopoguerra ha immesso sul mercato milioni di nuovi prodotti che spesso presentano il rischio di esplosione e di incendio.

L'art. 329 non ammette installazioni elettriche nei luoghi con presenza e sviluppo di gas o vapori infiammabili ed esplosivi e nella fabbricazione, e deposito di materie esplosive.

A questo divieto generale seguono alcune eccezioni che riconoscono la possibilità di usare impianti elettrici nei processi chimici di produzione, e ogni qual volta si presenti un caso di necessità connesso alle esigenze produttive.

Le eccezioni all'art. 329 sono state elencate in due tabelle allegate al DM 22/12/1958.

La **Tabella A** (riportata nella pagina seguente) elenca 51 sostanze infiammabili allo stato di gas o di vapore e fissa la soglia quantitativa, di sostanza in lavorazione o deposito, sotto la quale non si prescrivono impianti a sicurezza.

La **Tabella B** (riportata nel seguito) elenca 65 sostanze in polvere e le operazioni per le quali è prevista l'installazione di impianti elettrici a sicurezza.

Si noti come nel primo caso l'elemento discriminante sia la quantità di sostanza mentre nel caso delle sostanze in polvere il legislatore conferisce una maggiore importanza al tipo di operazione in atto.

Nei casi elencati ed in via del tutto eccezionale si possono usare impianti elettrici che per gas e vapori debbono rispondere nel loro complesso a criteri di **antideflagranza**, mentre per le polveri sono ammesse anche installazioni di tipo stagno o chiuso.

I luoghi in cui si eseguono le lavorazioni con rischio di incendio o di esplosione debbono essere illuminati dall'esterno con lampade in nicchie chiuse oppure con lampade racchiuse in un robusto involucro di vetro a chiusura ermetica.

Sempre nello stesso titolo ritroviamo le norme che fissano i criteri di protezione degli impianti, contro l'accumulo di cariche elettrostatiche, mediante collegamenti a terra che debbono conferire all'insieme metallico caratteristiche di continuità ed equipotenzialità e le disposizioni in tema di manutenzione degli impianti a sicurezza che vietano l'apertura delle custodie di sicurezza con l'impianto in tensione.

Infine, il Capo X dispone che ogni linea elettrica, prima dell'entrata nella zona pericolosa, debba essere provvista di interruttore onnipolare ed impone l'obbligo di verificare periodicamente tutte le costruzioni elettriche installate in deroga all'art. 329.



Dall'esame delle norme citate appare chiaro come il progettista non possa trarre utili elementi sia in riferimento al tipo di impianto da adottare, in funzione della pericolosità di sostanze e lavorazioni, sia in riferimento alla delimitazione dell'area considerata a rischio.

TABELLA A — ALLEGATA AL D. M. 22-12-1958, CONCERNENTE L'ELENCO DEI LUOGHI DI LAVORO PER I QUALI SONO PRESCRITTE LE PARTICOLARI NORME DI CUI ALL'ART. 329 DEL D. P. R. 27-4-1955, N. 547

N. d'ordine	Gas e vapori infiammabili e materie esplosive, prodotti o trattati od immagazzinati 1	Luoghi in cui vengono eseguite le sottonotate operazioni per quantitativi superiori a: 2	Luoghi di deposito per quantitativi superiori a: 3
1	Gas di distillazione	Operazioni del ciclo produttivo fino al contatore, escluso il generatore Operazioni successive inerenti le trasformazioni chimiche e fisiche, esclusi i luoghi in cui il gas sono impiegati per uso combustibile m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria	m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria
2	Acetilene	Operazioni del ciclo produttivo Operazioni successive inerenti le trasformazioni chimiche e fisiche, esclusi i luoghi in cui il gas è impiegato per uso combustibile Operazioni di compressione e decompressione e carica bombole qualsiasi quantitativo	n. 20 bombole da 25 litri ciascuna o m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria
3	Altri gas di reazione	Operazioni del ciclo produttivo fino al contatore, escluso il generatore Operazioni successive inerenti le trasformazioni chimiche e fisiche, esclusi i luoghi in cui il gas sono impiegati per uso combustibile m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria	m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria
4	Etilene	Operazioni del ciclo produttivo fino al contatore, escluso il generatore Operazioni successive inerenti le trasformazioni chimiche e fisiche, esclusi i luoghi in cui il gas è impiegato per uso combustibile qualsiasi quantitativo	m³ 50 a pressione e temperatura ordinaria



TABELLA B — ALLEGATA AL D. M. 22-12-1958, CONCERNENTE L'ELENCO DEI LUOGHI DI LAVORO PER I QUALI SONO PRESCRITTE LE PARTICOLARI NORME DI CUI ALL'ART. 331 DEL D.P.R. 27-4-1955, N. 547

N. d'ordine	Sostanze le cui polveri possono dar luogo ad incendio o ad esplosione	Luoghi in cui vengono eseguite le solitonate operazioni
1	Zolfo	Macinazione, ventilazione, insaccamento
2	Carbone	Macinazione, separazione ed insaccamento del polverino
3	Nerofumo	Separazione, insaccamento
4	Fosforo rosso	Essiccazione, insaccamento, preparazione di miscele
5	Trisolfuro di fosforo	Essiccazione, insaccamento, preparazione di miscele
6	Nattalina	Scappiatura, formatura, insaccamento
7	Acido salicilico	Sublimazione, insaccamento
8	Anidride ftalica	Sublimazione, insaccamento
9	Alluminio	Pestaggio, stacciatura, miscelatura, brillantatura, essiccazione, insaccamento e pressatura della polvere
10	Bronzo all'alluminio	Idem
11	Cerio	Idem
12	Elektron	Idem
13	Zirconio	Idem
14	Magnesio	Pestaggio, stacciatura, miscelatura, brillantatura, essiccazione, insaccamento e pressatura della polvere. Preparazione di carta al magnesio
15	Zucchero	Macinazione, insaccamento
16	Cotone	Apritura, battitura
17	Riso	Burattamento, separazione delle reste, bramatura, separazione della lolla
18	Legno	Produzione di farine di legno
19	Altri cereali	Pulitura a secco nei mulini, impazzinamento nell'interno dei silos
20	Destrina	Insaccamento
21	Celluloide	Lavorazione meccanica a freddo, pulitura meccanica dei fogli di celluloide, lucidatura
22	Nitrocellulosa con meno del 12,6 % di azoto	Essiccazione, preparazione di miscele
23	Raion	Apritura, battitura
24	Acetato di cellulosa	Macinazione per produzione polveri da stampaggio con carica di sostanze organiche, e loro insaccamento; operazioni meccaniche di smerigliatura e pulitura dei manufatti di resina sintetica ottenuti con l'impiego di tali polveri
25	Resine fenoliche	Idem
26	Resine metacriliche	Macinazione per produzione polveri da stampaggio con carica di sostanze organiche, e loro insaccamento
27	Resine polistiroliche	Idem



LE NORME CEI 64-2

Per dare il giusto contenuto tecnico alla norma giuridica generale ci si deve quindi avvalere delle regole dell'arte dette anche norme di buona tecnica. A tal proposito assumono particolare rilievo le Norme CEI, che in forza della Legge n°186 del 1/3/1968, acquisiscono la dignità di regola dell'arte.

In particolare le **Norme CEI 64-2**, pubblicate per la prima volta nel 1973, rispetto alle norme del DPR 547 hanno un carattere complementare, nel senso che costituiscono quel contenuto pratico che la norma giuridica non può e non deve presentare, per l'impossibilità sia teorica che pratica di prevedere tutti gli innumerevoli casi che si presentano nella realtà industriale. Queste norme dettano le regole per la scelta e per la costruzione di impianti elettrici nei luoghi con pericoli di incendio ed esplosione.

Il procedimento in esse sviluppato consente di identificare le sostanze pericolose e le quantità che definiscono la classe dei luoghi; stabilisce le regole per la delimitazione spaziale dalla zona pericolosa; definisce la correlazione tra il livello di pericolosità ed il grado di sicurezza che debbono possedere le costruzioni elettriche da adottare nei luoghi pericolosi; detta le regole impiantistiche per la corretta acquisizione e realizzazione degli impianti elettrici a sicurezza.

Le Norme sono strutturate in capitoli ed appendici.

- Il primo capitolo stabilisce il campo di applicabilità delle stesse Norme e definisce i termini di maggiore significato dal punto di vista applicativo.
- Il secondo capitolo tratta dei luoghi di Classe 0, ovvero di quelle particolari sostanze definite esplosive tal quali ed elencate nel T.U. delle leggi di P.S.
- Il terzo capitolo tratta dei luoghi e delle sostanze allo stato di gas, di vapori e di nebbie definiti di Classe 1.
- Il quarto tratta dei luoghi e delle sostanze in polvere dette di Classe 2.
- Il quinto capitolo individua le sostanze che presentano il solo rischio di incendio, definite di Classe 3.
- Il sesto capitolo fissa i criteri di selezione dei tipi di impianto in funzione del livello di rischio ambientale.
- I capitoli dal VII° al XIII° dettano le regole costruttive dei diversi tipi di impianti a sicurezza.
- Il capitolo XIV° tratta degli impianti di terra visti sia come protezione dai guasti elettrici verso terra sia come protezione contro l'accumulo di cariche elettrostatiche.
- Il capitolo XV° detta i criteri da seguire per la realizzazione di un luogo con il controllo di esplosività dell'atmosfera.
 - Il capitolo XVI° fissa i criteri costruttivi degli impianti per il controllo, la sorveglianza e la regolazione della temperatura nei luoghi di Classe 1 e di Classe 3.
- Le Appendici dalla A alla T contengono delle **regole speciali** per la costruzione di impianti elettrici da installare in particolari ambienti produttivi, e che in un certo senso costituiscono le eccezioni alla applicazione delle regole generali.

In generale nelle appendici si fa riferimento a situazioni tecnologiche ben definite per le quali le cautele ed i provvedimenti impiantistici adottati possono risultare meno restrittivi di quanto risulterebbe dalla applicazione della regola generale.



Il contenuto delle Appendici è il seguente:

Appendice	Contenuto
A	Luoghi di ricovero o riparazione di autoveicoli
B	Impianti termici alimentati a gas soggetti a disposizioni legislative
C	Impianti fissi di carburanti liquidi
D	Luoghi con processi di verniciatura e similari
F	Laboratori chimici per sostanze pericolose
G	Fognature e impianti di scarico di sostanze pericolose
I	Luoghi con presenza di idrogeno per macchine elettriche rotanti
L	Impianti frigoriferi ad ammoniaca
M	Distributori fissi per gas di petrolio liquefatto (GPL) per autotrazione
P	Luoghi di ricovero, verniciatura, sverniciatura e manutenzione di aeromobili
Q	Luoghi di produzione, lavorazione e deposito di ammoniaca
S	Impianti fissi di distribuzione di gas naturale compresso (GNC) con densità relativa all'aria non superiore a 0,8
T	Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte compresa tra 4 e 500 kPa (0,04 e 5 bar)



La Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30)

Le norme tecniche che definiscono l'idoneità degli impianti elettrici nei luoghi con presenza di pericolo di incendio ed esplosione, ed in particolare la Norma CEI 64-2, si trovano in una fase di radicale trasformazione ad opera di un corpo normativo CENELEC/IEC riguardante questo importante argomento.

La Norma EN 60079-10 del CENELEC, il cui contenuto è la classificazione dei luoghi con pericolo di incendio, è stata recepita dal CEI come norma italiana con il numero 31-30 e pubblicata nell'ottobre 1996 sul fascicolo 2895.

La data ultima stabilita dal CENELEC per l'entrata in vigore della EN a livello dei paesi membri, mediante pubblicazione di una norma identica o mediante semplice adozione della norma europea, era stata fissata per il settembre 1996. In realtà, tale norma è entrata in vigore nel nostro paese il 31 dicembre 1997 per effetto di una particolare deroga concessa all'Italia. Nel frattempo, il CEI, con la norma 64-2;Ab, pubblicata nel dicembre 1997 sul fascicolo 4108 abrogava, a partire dal 1° gennaio 1998 i Capitoli III e V della Norma CEI 64-2 in quanto sostituiti dalla nuova Norma CEI 31-30.

Detti capitoli erano e sono relativi rispettivamente alla classificazione dei luoghi di Classe 1 e 3.

I contenuti dei Capitoli III e V restano in vigore esclusivamente per l'applicazione delle norme contenute nelle Appendici della Norma CEI 64-2/A fino all'abrogazione di tutte le Appendici che richiamano i Capitoli.

La forma e le dimensioni delle zone pericolose definita in base alla Norma CEI 64-2, in quanto sono risultate fino ad oggi idonee ai fini della sicurezza, possono essere prese a riferimento come guida anche in futuro, tenendo presente che non deve trattarsi di una mera adozione ma frutto di una valutazione quantitativa di ogni specifico caso, subordinando l'estensione della zona pericolosa alla portata di emissione prevedibile ed alle condizioni di ventilazione presenti nel volume interessato all'emissione.

Vale tuttora la possibilità di utilizzare i metodi di classificazione dei luoghi di Classe 0, di Classe 2 e delle Appendici.

La Norma CEI 31-30 non fornisce estensioni convenzionali di zone pericolose ma lascia al tecnico il compito di determinarle in base alle grandezze che le condizionano. In particolare, l'estensione delle zone può essere stabilita facendo riferimento:

1. a guide e raccomandazioni relative a specifiche industrie od applicazioni valutandone l'affidabilità caso per caso;
2. alle Appendici A, B e C della stessa Norma CEI 31-30 i cui contenuti sono solo informativi e non vincolanti per il tecnico;
3. alle Norme CEI 64-2 e 64-2/A.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici ammessi nei luoghi con pericolo di incendio va detto che la Norma CEI 31-30, nella "Premessa nazionale" consente che la scelta dei tipi di impianti elettrici a sicurezza, in relazione ai tipi di Zona 0, 1 e 2, venga operata in relazione alla Tabella IV della Norma CEI 64-2 secondo il seguente criterio:

- per la Zona 0: sono ammessi gli impianti idonei per la zona C1Z0;
- per la Zona 1: sono ammessi gli impianti idonei per la zona C1Z1;



- per la Zona 2: sono ammessi gli impianti idonei per la zona C1Z2.

Nel gennaio 1998 è stata recepita la norma CENELEC EN 60079-14 con il numero CEI 31-33 che, entrata in vigore il 1° marzo 1998, detta i criteri da seguire nella scelta degli impianti elettrici a sicurezza in relazione alle Zone 0, 1 e 2. Per le zone che derivano dalla presenza di gas o vapori infiammabili o esplosivi i criteri impiantistici adottabili sono sostanzialmente gli stessi previsti dalla Norma CEI 64-2.

Per effetto dell'abrogazione dei Capitoli III e V della Norma CEI 64-2 l'attuale situazione normativa prevede l'applicazione delle Norme CEI 64-2 e 31-30 secondo lo schema riportato in tabella:

Classificazione / Scelte impiantistiche	CEI 64-2	CEI 31-30	CEI 31-33
Classificazione luoghi di Classe 0	X		
Classificazione luoghi di Classe 2	X		
Classificazione Appendici	X		
Classificazione Zone 0		X	
Classificazione Zone 1		X	
Classificazione Zone 2		X	
Scelta impianto elettrico Classe 0	X		
Scelta impianto elettrico Classe 2	X		
Scelta impianto elettrico Appendici A+T	X		
Luoghi con controllo esplosività	X		
Luoghi con controllo temperatura	X		
Scelta impianto elettrico Zona 0			X
Scelta impianto elettrico Zona 1			X
Scelta impianto elettrico Zona 2			X

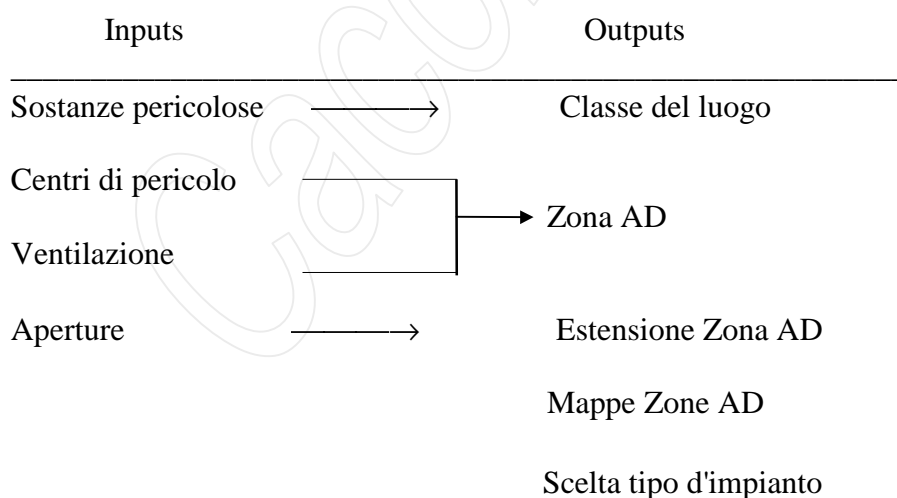
LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE CON PERICOLO DI INCENDIO ED ESPLOSIONE SECONDO LA NORMA CEI 64-2

Tutti i fattori considerati nella classificazione concorrono a rendere minima la contemporanea presenza di atmosfere esplosive e di cause di innesco.

- Proprietà chimiche, stato fisico e quantità delle sostanze pericolose in deposito e lavorazione.
- Presenza di centri di pericolo, ovvero di elementi di impianto in corrispondenza dei quali si può avere emissione di sostanze pericolose o accumulo di sostanze combustibili.
- Condizioni di ventilazione, in quanto capaci di condizionare la dispersione o l'accumulo delle sostanze pericolose immesse nell'ambiente.
- Le aperture, qualificate in relazione alla loro efficacia come barriere, atte a contenere la diffusione delle sostanze pericolose.

Mentre le caratteristiche chimico fisiche e le quantità impiegate o in deposito determinano la classe della sostanza e del luogo, i centri di pericolo, la ventilazione e le aperture, qualificano la zona del luogo e la sua estensione.

Il procedimento generale di classificazione riportato nelle Norme CEI 64 -2 è così schematizzabile:





La classificazione delle sostanze

Le sostanze pericolose sono considerate esplosive o infiammabili in relazione alle caratteristiche chimico fisiche con cui si presentano nell'ambiente considerato:

- **esplosive**: sono sostanze che possono esplodere anche in assenza dell'ossigeno dell'aria e sono elencate nell'allegato del Testo Unico delle Leggi di P.S. ;
- **infiammabili**: comprendono sia fluidi che polveri.

I **fluidi** hanno temperatura di infiammabilità inferiore a 40° C o a quella dell'ambiente in cui si trovano o a quella delle superfici calde con cui possono entrare in contatto;

le **polveri** comprendono sostanze combustibili e non combustibili che possono creare atmosfere pericolose se miscelate con l'aria.

La classe del luogo

I luoghi pericolosi sono raggruppati in quattro classi in relazione allo stato di aggregazione, alle caratteristiche chimico fisiche ed alle quantità in deposito e in lavorazione.

CO (Classe 0) - Luogo con presenza di materie esplosive.

C1 (Classe 1) - Luogo con presenza di vapori, gas o nebbie che con l'aria possono formare atmosfere pericolose. Tali sostanze debbono essere presenti in quantità superiori a quelle indicate nella **Tabella I** (vedi pagina seguente) o avere temperatura di infiammabilità inferiore a 40 gradi o inferiore alla massima temperatura ambiente, oppure, essere mantenute a temperatura superiore a quella di infiammabilità o che possano venire in contatto con superfici calde con temperatura superiore a quella di infiammabilità.

C3 (Classe 3) - Luogo con presenza di sostanze pericolose in quantità inferiori a quelle indicate nella Tabella I.
I luoghi che contengono sostanze combustibili allo stato solido o di aggregati o di fibre o di trucioli o di granuli o sostanze liquide con temperatura di infiammabilità superiore a 40 gradi o superiore alla temperatura ambiente del luogo considerato o che non possono venire in contatto con aria o con superfici aventi temperature superiori a quella di infiammabilità, sono considerati ambienti a maggior rischio di incendio e come tali rientrano nel campo di applicazione delle Norme 64 - 8.

C2 (Classe 2) - Luogo con presenza di polveri che possono formare atmosfere esplosive se in sospensione nell'aria. Tali sostanze sono elencate nella **Tabella II**.(vedi nel seguito).



Tabella I

Caratteristiche significative di sostanze infiammabili i cui gas o vapori in miscela con aria, possono dar luogo ad esplosione.
(Le note richiamate nelle intestazioni e nelle indicazioni tabellari sono riportate alla fine della Tabella). (27)

Elementi per l'individuazione delle sostanze infiammabili										Elementi per la determinazione della zona AD			Elementi per la scelta dei componenti degli impianti elettrici AD		
Denominazione ⁽¹⁾		Formula o composizione	Temperatura di infiammabilità (2) [°C] (6)	Gruppi per quantificativi minimi	Quantificativi minimi (3.1.02) ⁽³⁾			Densità relativa all'aria (3.1.04 c) (2)	Limiti di infiammabilità (1.3.18) ⁽²⁾		Gruppo delle costruzioni elettriche CEI 31-8 Art. 3 (5)	Classe di temperatura (CEI 31-8-4.1)			
					Quantificativi in lavorazione (3.1.03b) [dm ³]	Quantificativi in deposito [dm ³]	Inferiore % in volume		Superiore % in volume	Misurata secondo raccomandazioni IEC 79-4 con altro metodo (2)		Misurata di accensione (1.3.22) (°C)			
a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p		
1	Acetale	CH ₃ CH(OC ₂ H ₅) ₂	<0	A	100	1 000	4,08	1,6	10,4	II A	—	230	T4		
2	Acetato di amile	CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	16	B	500	2 000	4,49	1,1	7,5	II A	—	360	T2		
3	Acetato di butilcellosolve	C ₄ H ₉ O(CH ₂) ₂ OOCCH ₃	82 ⁽⁷⁾	E	4 000	40 000	5,52 +	—	—	—	—	—	—		
4	Acetato di butile-n	CH ₃ COOC ₄ H ₉	22	C	1 000	10 000	4	1,7	7,6	II A	—	370	T2		
5	Acetato di cellosolve	CH ₃ COO(CH ₂) ₂ OC ₂ H ₅	46	D	2 000	20 000	4,72	1,71	—	—	—	380	T2		
6	Acetato di cicloesile	CH ₃ COOC ₆ H ₁₁	57	D	2 000	20 000	4,92	—	—	—	—	390	T3		
7	Acetato di esile	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₃ OOCCH ₃	45	D	2 000	20 000	4,97	—	—	—	—	—	—		
8	Acetato di etile	CH ₃ COOC ₂ H ₅	<0	A	100	1 000	3,04	2	11,5	II A	—	427	T2		
9	Acetato di isamile	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂	23	C	1 000	10 000	4,49	1	10	II A	—	360	T3		
10	Acetato di isobutile	CH ₃ COOCH ₂ CH(CH ₃) ₂	18	B	500	2 000	4	1,3	10,5	II A	—	420	T2		
11	Acetato di isopropile	(CH ₃) ₂ CCOCH ₂ CH ₃	2	B	500	2 000	3,52	1,8	8	II A	—	460	T2		
12	Acetato di metilcellosolve	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ CO ₂ CH ₃	44	D	2 000	20 000	4,07	1,7	8,2	—	—	—	—		
13	Acetato di metile	CH ₃ COOCH ₃	<0	A	100	1 000	2,56	2,8	25	II A	—	468	T2		
14	Acetato di propile	C ₃ H ₇ OOCCH ₃	10	B	500	2 000	3,52	1,7	8	II A	—	430	T2		
15	Acetato di vinile	CH ₂ :CHOOCCCH ₃	<0	A	100	1 000	2,97	2,6	13,4	II B	385	—	T2		
16	Acetilacetone	CH ₃ COCH ₂ COCH ₃	33,5	C	1 000	10 000	3,4	—	—	II A	—	340	T2		
17	Acetilene	C ₂ H ₂	Gas	F	qualsiasi quantità	20 bombole da 25 l a 5 m ³	0,90	2,5	100	II C	—	305	T3		
18	Acetofenone	CH ₃ COC ₆ H ₅	77	E	4 000	40 000	4,1	—	—	II A	—	535	T2		
19	Acetonclanidrina	(CH ₃) ₂ COHCN	74	E	4 000	40 000	2,9	2,2	12	II A	—	586	T1		

(segue tabella)

(segue Tabella)



Tabella II — Caratteristiche significative di polveri infiammabili (5)

Polveri infiammabili ⁽¹⁾		Limiti inferiori d'infiammabilità 1.3.18 ⁽²⁾⁽³⁾ [g/m³]	Elementi per la scelta dei componenti degli impianti elettrici AD (4.1.03 Cap. X e XII)			
			Classificazione ⁽⁴⁾	Temperature di: ⁽³⁾		Energia minima d'accensione ⁽²⁾ (millijoule)
				ignizione della nube [°C]	lenta combustione ⁽⁵⁾ [°C]	
SOSTANZE INORGANICHE						
1	Alluminio atomizzato	40	E	700	320	50
2	Alluminio stampato	35	"	645	585	20
3	Antimonio	420	"	415	330	—
4	Cadmio	—	"	570	250	—
5	Cromo	—	"	900	—	—
6	Ferro (ridotto con idrogeno)	120	"	315	290	80
7	Ferro (ridotto con carbonio)	250	"	425	390	320
8	Ferro (polvere per sabbiature)	—	"	430	240	—
9	Fosforo (rosso)	—	"	360	305	—
10	Grafite	—	"	750	la combustione non avviene	—
11	Magnesio atomizzato	30	"	600	490	120
12	Magnesio laminato	20	"	520	475	40
13	Magnesio stampato	20	"	520	480	20
14	Manganese	210	"	450	450	120
15	Nerofumo	—	"	690	535	—
16	Rame	—	"	700	—	—
17	Stagno	190	"	630	430	160
18	Titanio	45	"	480	460	10
19	Torio	75	"	270	—	5
20	uranio	60	"	—	—	45
21	Vanadio	220	"	500	—	60
22	Zinco	480	"	680	460	650
23	Zirconio	40	"	360	305	15
24	Zolfo	35	NE	235	fonde a 119 °C	15
SOSTANZE ORGANICHE						
25	Acetilacetato sodico	—	—	520-575	fonde a circa 100 °C	—
26	Acido ftalico	—	—	650	fonde dopo evaporazione dell'acqua	—
27	Anidride ftalica (grezza)	15	NE	605	fonde a < 130 °C	15
28	Anidride maleica (grezza)	—	"	500	fonde a < 53 °C	—
29	Antracene	—	"	505	fonde, evapora sublima	—
30	Caseina	45	"	520	—	60

(segue Tabella)



SOSTANZE E LUOGHI DI CLASSE 1 E CLASSE 3

Per determinare le zone AD dei luoghi di classe 1 e 3 e per scegliere il tipo di impianto a sicurezza è necessario conoscere alcuni parametri attinenti:

1. Le caratteristiche delle sostanze;
2. I centri di pericolo;
3. Le condizioni di ventilazione degli ambienti e la conformazione degli ostacoli al naturale movimento dell'aria.
4. I tipi di aperture.

Caratteristiche delle sostanze di classe 1 e 3

Poiché la classificazione delle Zone AD ha lo scopo di scegliere i tipi di impianto adatti alle sostanze in lavorazione e deposito, diventa necessario conoscere anche le seguenti caratteristiche delle sostanze infiammabili:

Temperatura di infiammabilità

In base a questa caratteristica le sostanze sono suddivise in gruppi, in ordine crescente di temperatura di infiammabilità (**Tabella 1**).

Quantitativi minimi delle sostanze infiammabili

Per ogni gruppo di sostanze le norme stabiliscono quantitativi minimi crescenti con l'aumentare della temperatura di infiammabilità; per i gas le quantità sono variabili da sostanza a sostanza.

Superare le quantità minime in lavorazione e deposito è la condizione necessaria, insieme a quella della temperatura di infiammabilità, affinché il luogo sia considerato di Classe 1 (Tabella 1).

Tabella 1 - Gruppi, temperature di infiammabilità e quantità minime

Gruppo	t di inf. °C	Quantità minime	
		Lavorazione dm ³	Deposito dm ³
A	< 0	100	1000
B	0 ÷ 21	500	2000
C	21 ÷ 40	1000	10000
D	40 ÷ 65	2000	20000
E	> 65	4000	40000
F	gas	variabili	variabili

Qualora siano presenti in lavorazione e/o deposito più sostanze, le quantità minime si intendono superate se sussistono le seguenti condizioni.

Per i **luoghi di lavorazione** con presenza di liquidi e gas:

$$X = X_1 + X_2 = \left| \frac{10a + 2b + c + d / 2 + e / 4}{1000} \right| + \sum_j \left(\frac{f}{KL} \right)_i > 1$$

$$Y = Y_1 + Y_2 = \left| \frac{10a + 5b + c + d / 2 + e / 4}{10000} \right| + \sum_j \left(\frac{f}{KD} \right)_i > 1$$

Per i luoghi di **lavorazione e deposito**:

$$Z = (X + Y) \quad 1$$

Nelle formule anzidette i simboli hanno i seguenti significati:

a, b, c, d, e, f rappresentano i volumi delle sostanze dei gruppi A ÷ F;

KL e KD sono i quantitativi minimi in lavorazione e deposito delle singole sostanze di gruppo F indicate nella Tabella 1.

Valutazione delle quantità delle sostanze infiammabili

Con riferimento alla **Figura 1**, per valutare la quantità di sostanza presente nel luogo considerato si procede come segue:

- si individuano i centri di pericolo e si delimita una sfera di 15 metri a partire da ciascun centro di pericolo;
- si misurano i volumi di sostanza racchiusi nella sfera suddetta, si riportano gli stessi volumi alle condizioni normali (20 °C e 1 atm.) e se ne calcola la somma **VL**;
- si misura il volume di sostanza, **Vt**, riportato a condizioni normali, compreso tra l'organo di convogliamento ed il limite della sfera;
- si calcola la quantità di sostanza, **Pn**, che può affluire nella zona considerata prima che intervengano i dispositivi di intercettazione del flusso al tempo **t**.

Il tempo **t** di intervento degli organi di intercettazione è uguale a:

- 10 secondi, in caso di valvole comandate automaticamente;
- 15 minuti, se le valvole sono manuali;
- 90 minuti, se l'impianto è sottoposto a generica sorveglianza;
- 8 ore, se gli impianti non sono presidiati.

La quantità di sostanza, **X**, è data dalla seguente formula:

$$X = V_L + (V_t + P_n \times t)$$

nella quale, **X**, **VL**, **Vt**, **Pn** sono espressi in dm³ a condizioni normali, **t**, è misurato in secondi.

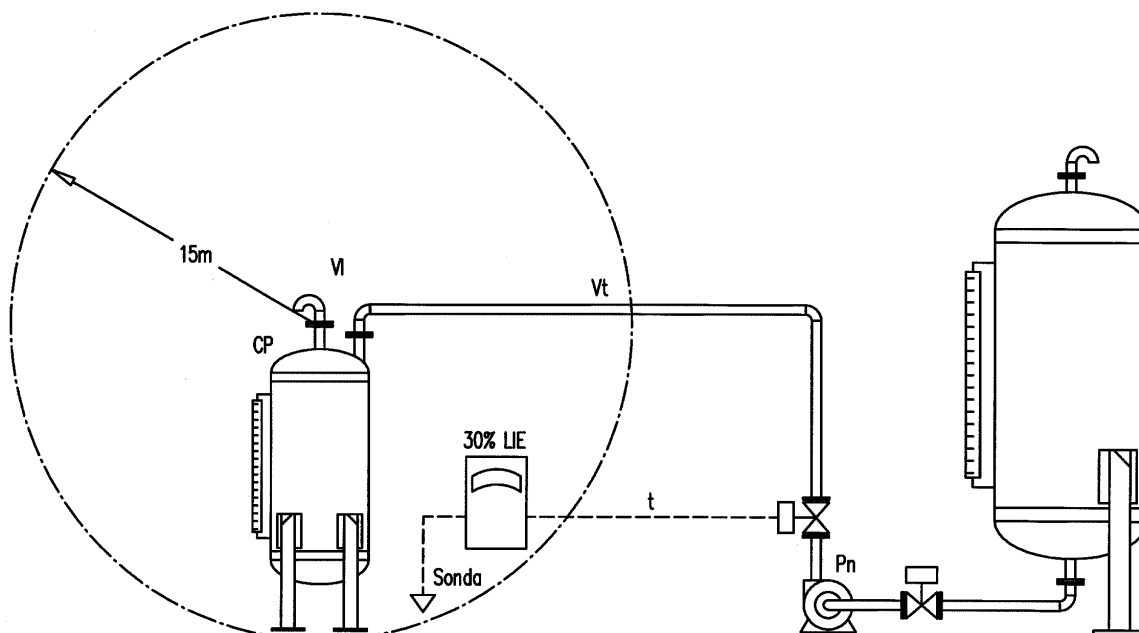
Se non sono stati predisposti mezzi di intercettazione automatica, nella formula precedente, al posto della (Vt+ Pn x t) si porrà la reale quantità di sostanza contenuta in tutte le apparecchiature collegate con il luogo in esame, a prescindere dalla loro distanza.

La densità di gas e vapori

Il peso specifico relativo all'aria dà informazioni sulla tendenza della sostanza ad accumularsi nelle depressioni o sotto i tetti. Esso deve essere sempre considerato nelle condizioni di temperatura e pressione a cui la sostanza è emessa. In base alla densità gas e vapori sono distinti in:

- **Pesanti**, se il peso specifico è superiore a 1,1.
- **Leggeri**, se il peso specifico è inferiore a 0,9.
- Se il peso è compreso tra 0,9 e 1,1 vanno rispettate le prescrizioni relative alle due categorie.

FIGURA 1





Limiti di infiammabilità in aria

Sono i limiti di concentrazione di sostanza in aria, determinati alla pressione atmosferica ed alla temperatura ambiente, al di sotto e al di sopra dei quali la miscela non è infiammabile. Tali limiti, oltre ad esprimere il campo di pericolosità della sostanza, sono utili per la determinazione della portata minima dell'impianto di ventilazione che dev'essere dimensionato per ridurre le concentrazioni di gas e vapori sotto il 30% del limite inferiore d'infiammabilità (LIE).

Per temperature inferiori a 100°C si può ritenere che limiti di infiammabilità siano praticamente indipendenti dalla temperatura.

Gruppo delle custodie e comportamento durante l'esplosione

In relazione alle costruzioni elettriche con custodie a prova di esplosione i gas ed i vapori sono classificati secondo l'interstizio sperimentale massimo di sicurezza (da ora in avanti, MESG, acronimo di Maximum Explosion Safety Gap). La filosofia di tale parametro risiede nel fatto che i gas o i vapori dell'ambiente di lavoro possono penetrare all'interno delle custodie contenenti l'apparato elettrico ed esplodere a contatto di questo. Per questo motivo l'involucro dovrà essere progettato per resistere all'esplosione e dovrà avere fenditure o intercapedini di dimensioni tali che i gas combustibili prodotti dall'esplosione vengano raffreddati prima di essere espulsi nell'ambiente.

Se consideriamo la forma di una fiamma che si propaga in una miscela contenuta in un tubo verticale si noterà che la sua forma si approssima ad una emisfera con base distanziata dalla parete del tubo: esiste uno spazio morto nel quale il gas non ancora bruciato fluisce in vicinanza della parete. In effetti il gas in contatto con la parete si raffredda cedendo calore alla stessa che agisce come un pozzo di calore e determina la interruzione della ricombinazione dei radicali liberi.

Quando la miscela è contenuta in tubi di diametro sempre più piccolo, la velocità della fiamma diminuisce finché la propagazione non avrà più luogo: si è raggiunto il diametro di estinzione.

Analogamente, tra due superfici solide molto vicine la fiamma non può propagarsi: la distanza più grande che non consente il passaggio della fiamma si chiama distanza di estinzione, è caratteristica per la miscela in prova e si chiama interstizio di estinzione o MESG.

Il MESG viene determinato forzando i gas caldi sotto pressione attraverso fenditure, ad alta velocità, in modo che i gas espulsi agiscano da innesco per l'accensione di una miscela infiammabile posta all'esterno. Nell'apparecchiatura d'analisi la camera comunica con l'esterno mediante un'apertura di lunghezza e larghezza determinate e di spessore regolabile. Variando lo spessore della fenditura si giunge al valore minimo che non consente al gas espulso di accendere la miscela esterna.

Tenendo conto degli interstizi trovati per i singoli prodotti, i gas o i vapori infiammabili sono stati suddivisi in quattro gruppi:

- il Gruppo I comprende le costruzioni adatte per le miniere grisoutose;
- il Gruppo II comprende tutte le altre sostanze ed è, a sua volta, suddiviso in tre sottogruppi: IIA, IIB, IIC, che si differenziano per il valore MESG trovato.

Mentre per le costruzioni elettriche con modo di protezione **Ex d** il parametro più usato è il MESG, per le costruzioni elettriche a sicurezza intrinseca, **Ex i**, il parametro più usato è la minima corrente di accensione (MIC, dall'acronimo Minimum Igniting Current) necessaria per l'innesco della miscela considerata: questo valore è dato come rapporto tra la corrente d'ignizione della miscela e la corrente d'ignizione del metano (**Tabella 2**).



Tabella 2 - Gruppi di custodie correlati a MESG e MIC

Gruppo	MESG in mm	MIC in A
II A	> 0,9	> 0,8
II B	0,5 ÷ 0,9	0,45 ÷ 0,8
II C	< 0,5	< 0,45

Una costruzione elettrica contrassegnata II B è idonea anche nelle Zone AD che richiedono costruzioni del gruppo II A e II B; una costruzione del gruppo II C è idonea per essere impiegata anche nelle Zone AD che richiedono costruzioni dei gruppi II A e II B.

Temperatura di accensione

E' la temperatura alla quale la sostanza si accende spontaneamente. Definisce la massima temperatura superficiale ammessa per le costruzioni elettriche adatte per le diverse sostanze. Per le custodie del Gruppo I sono previste due temperature massime superficiali:

- 150 °C nei luoghi in cui la polvere di carbone può formare uno strato;
- 450 °C se è escluso il rischio di cui sopra.

Per le custodie del gruppo II sono previste sei classi di temperatura elencate nella Tabella 3.

TABELLA 3 - Gruppi di custodie e classi di temperatura

Classe temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Max temperatura ammessa in °C	450	300	200	135	100	85

Nella scelta della costruzione elettrica l'utilizzatore deve tenere conto della temperatura di accensione: la più bassa temperatura d'accensione delle sostanze considerate deve essere più elevata della massima temperatura superficiale delle costruzioni elettriche.

Tuttavia, per i componenti a sicurezza intrinseca, la massima temperatura superficiale può superare quella della classe di temperatura indicata sulla costruzione con un margine di 50 °K per T1, T2, T3, e 25 °K per T4, T5, T6.



I centri di pericolo

Un centro di pericolo è un componente o parte di impianto di deposito o di lavorazione di sostanze dal quale vi può essere un'emissione di sostanze pericolose in condizioni di funzionamento ordinario o in occasione di controlli o manovre o perché costruito con materiale fragile; anche un cumulo di materiale combustibile in polvere costituisce un centro di pericolo.

In relazione all'occasionalità ed alla durata della perdita, si distinguono i centri di pericolo in grado continuo, 1° e 2° grado. Per i luoghi di Classe 1, si può assumere in generale che:

- i centri di pericolo di grado continuo (**C1CP0**) sono quelli che possono emettere **notevoli quantità** di sostanze infiammabili, **continuamente e frequentemente**, in condizioni di funzionamento ordinario o che possono emettere notevoli quantità di sostanze infiammabili per una durata complessiva superiore a 20 minuti ogni 24 ore durante controlli e manovre;
- i centri di pericolo di 1° grado (**C1CP1**) sono quelli che emettono **quantità significative** di sostanze infiammabili, in modo **discontinuo e poco frequente** e in funzionamento normale per una durata complessiva compresa tra 5 e 20 minuti ogni 24 ore durante controlli e manovre;
- i centri di pericolo di 2° grado (**C1CP2**) sono quelli che emettono **quantità significative** di sostanze infiammabili soltanto in caso di **funzionamento anormale** o per una durata complessiva inferiore a 5 minuti ogni 24 ore.

I principali centri di pericolo sono raggruppati nella **Tabella 4**.

TABELLA 4 - Principali centri di pericolo

Descrizione	Continuo	C1CP1	C1CP2
Serbatoi e vasche a cielo aperto	x	x	
Bocche di carico e scarico aperte	x		
Bocche di carico e scarico, usualmente chiuse, prive di impianto di aspirazione	x		
Sfiati di serbatoi ed apparecchi non convogliati in torcia a ad impianto di abbattimento	x		
Sfiati di valvole di sicurezza e dischi di rottura	x	x	x
Torze senza bruciatore acceso		x	
Torze con bruciatore sempre acceso			x
Premistoppa di pompe, compressori, agitatori e valvole automatiche senza convogliamento		x	x
Premistoppa di macchine e valvole convogliati o con tenuta speciale			x
Valvole manuali con più di 10 manovre al giorno		x	
Valvole manuali con meno di 10 manovre al giorno			x
Boccaporti usualmente chiusi		x	x
Prese campioni e spurghi per sostanze con temperatura di infiammabilità < 21 °C		x	x
Dispositivi di controllo in vetro: rotametri, spie, livelli...			x
Flange, giunti a tre pezzi, a bicchiere ... che emettono sostanze solo in caso di anomalie			x
Pozzetti con chiusini connessi a fognature non funzionanti sotto battente	x		
Pozzetti con chiusini drenati o no connessi a fognature di tipo invasato			x
Canali di scarico e vasche di decantazione		x	



Le condizioni di ventilazione

La corretta precisazione delle condizioni di ventilazione consente di stabilire in quanto tempo e in quale misura può avvenire la diluizione di gas e vapori al di sotto delle concentrazioni di infiammabilità e permette di ridurre, in molte situazioni critiche, la gravosità delle scelte impiantistiche. In relazione alle condizioni di ventilazione un ambiente può essere:

1. **Naturalmente ventilato** se non ci sono ostacoli al naturale movimento dell'aria. In questo contesto le norme distinguono un ambiente naturalmente ventilato in:
 - a. **Aperto**, se al suo contorno esistono percorsi liberi e se al suo interno non esistono barriere che impediscono l'accumulo di vapori e gas pesanti o leggeri;
 - b. **Protetto** con pareti o schermi, se la sezione libera di passaggio è superiore al 60% dell'area ottenuta moltiplicando il perimetro per metri 2,50 e se pareti o schermi sono disposti in modo da non favorire l'accumulo di gas o vapori leggeri o pesanti;
 - c. **Locale vasto**, se ricorrono contemporaneamente tre condizioni:
 - il volume ambientale ad 1 metro di altezza è sufficiente a diluire al di sotto del LIE una quantità di gas o vapori pari a tre volte la quantità massima immessa in un'ora;
 - il ricambio d'aria non è inferiore a 2;
 - non esistono schermi per l'accumulo di gas o vapori pesanti
2. A **ventilazione limitata** se esistono ostacoli al naturale movimento dell'aria (tipico dei reparti di produzione) che limitano ma non impediscono la diluizione di gas, vapori e nebbie;
3. A **ventilazione impedita**, se oltre ad esserci una limitazione dei naturali movimenti dell'aria, esistono sedi di accumulo di gas o vapori pesanti o leggeri;
4. **Artificialmente ventilato**, se esiste un impianto di ventilazione forzata capace di mantenere in ogni punto del locale un valore di concentrazione inferiore al 30% del LIE e se sono realizzati provvedimenti che assicurano la continuità della ventilazione, che in ogni caso dev'essere realizzata con aria prelevata in zona non AD.



Aperture

In rapporto all'efficacia contro il trasferimento di vapori o polveri infiammabili od esplosive si considerano aperture quelle che, in relazione alle dimensioni e differenze di pressione, potrebbero consentire il trasferimento di una atmosfera pericolosa.

Le caratteristiche costruttive delle aperture di comunicazione tra i reparti di lavorazione e di deposito e tra gli stessi e l'esterno influiscono sulla qualificazione e sulla estensione delle Zone AD comunicanti o influiscono sulla qualifica dei reparti non AD.

L'art. 1.3.02 delle Norme definisce i seguenti tipi di aperture:

A0: aperture libere e senza serramenti.

A1: aperture munite di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta.

A2: aperture munite di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta.
- guarnizione di tenuta su tutto il perimetro.

A2: bussola costruita con due aperture A1 in serie.

A3: aperture munite di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta.
- guarnizione di tenuta su tutto il perimetro;
- serramenti apribili solo con mezzi speciali oppure occlusi



QUALIFICAZIONE DELLE ZONE AD DEI LUOGHI DI CLASSE 1

Attorno ai centri di pericolo si estendono delle zone all'interno delle quali sono presenti sostanze pericolose.

L'obiettivo della qualificazione delle zone è la divisione ideale di uno stabilimento o impianto in zone all'interno delle quali la probabilità di presenza di una miscela esplosiva sostanza-aria può essere alta, media, bassa o trascurabile. Tali valori, riportati nella **Tabella 5**, costituiscono la base per la selezione del materiale elettrico con grado di protezione adatto al pericolo previsto. Considerando un carico di lavoro di 24 ore per 365 giorni/anno si ottengono 8760 ore/anno che moltiplicate per la probabilità di guasto danno la durata delle emissioni.

Tabella 5 - Zone, durata e probabilità di presenza di miscele pericolose

Zona	Probabilità	Durata
C1Z0	$> 10^{-2}$	$> 100 \text{ h/a}$
C1Z1	$10^{-2} \div 10^{-4}$	$1 \div 100 \text{ h/a}$
C1Z2	$10^{-4} \div 10^{-6}$	$1 \text{ h/a} \div 1\text{h}/100\text{a}$
C1ZR	$< 10^{-6}$	$< 1\text{h}/100\text{a}$

Appare evidente come la probabilità che siano presenti sostanze in concentrazioni pericolose dipendano, a parità di ogni altra condizione, dalla **durata** delle emissioni e dalle **condizioni di ventilazione**.

A seconda delle combinazioni di queste due variabili, le norme individuano le situazioni tipiche, rappresentate più avanti nella **Tabella 6**:

C1Z0

Sono C1Z0 le zone che presentano continuamente o frequentemente condizioni di infiammabilità in relazione alla ventilazione. Esempio tipico sono le zone adiacenti ai C1CP0.

C1Z1

Si ha una zona C1Z1 se in ogni momento si possono avere pericoli in funzione delle condizioni di ventilazione. Ne sono esempi, in ambienti a ventilazione naturale, limitata o impedita, le zone circostanti C1CP1.

C1Z2

Sono zone C1Z2 quelle nelle quali, in relazione alla ventilazione, si possono avere miscele pericolose eccezionalmente o per breve durata. Si ritengono tali, ad esempio, in ambienti naturalmente ventilati, le zone circostanti ambienti C1Z0 e C1Z1.

C1ZR

Le zone C1ZR si considerano pericolose solo per motivi cautelativi. Ne sono un tipico esempio, in ambienti naturalmente ventilati, le zone circostanti le zone C1Z2.



Per i luoghi di Classe 3 sono previste due qualifiche: C3Z1 e C3Z2.

Per i luoghi di Classe 2 non sono previste qualifiche di zone pericolose.

TABELLA 6 - Qualifica ammesse per le zone pericolose

Classe del luogo	Z0	Z1	Z 2	ZR
C0	x	x	x	x
C1	x	x	x	x
C2	np	np	np	np
C3	np	x	x	np

np = zona non prevista.

ESTENSIONE DELLE ZONE AD NEI LUOGHI DI CLASSE 1

La determinazione dell'estensione di una zona pericolosa intorno ad un centro di pericolo si basa su considerazioni di meccanica dei fluidi. Attorno a ciascun centro di pericolo la Zona AD si estende in ogni direzione con distanze dal centro di pericolo che dipendono:

- dalla portata di emissione della sostanza;
- dalla temperatura di emissione;
- dalla velocità di emissione;
- dalla tensione vapore della sostanza (più è bassa più evapora);
- dal limite inferiore di infiammabilità;
- dalla temperatura di infiammabilità;
- dalla densità relativa all'aria;
- dalla ventilazione e dagli ostacoli al movimento dell'aria;

In un ambiente naturalmente ventilato e privo di ostacoli, la zona AD viene definita dalle norme CEI come **zona AD primaria** e per le sostanze pesanti e leggere i limiti dimensionali sono riportati nelle **Figure 2 e 3**.

Tali estensioni subiscono modifiche con il variare delle condizioni di ventilazione, per la presenza di ostacoli e per altre particolari condizioni ambientali che sono dettagliatamente specificate nella norma e rappresentate in una serie numerosa di figure.

Alcune di esse meritano un particolare commento.

In luogo ventilato i centri di pericolo C1CP0 e C1CP1 di tipo continuo, per gas e vapori pesanti, danno origine a Z0 e Z2 con i limiti riportati nella **Figura 4**. Intorno al centro di pericolo, per l'estensione di 1,5 metri si ha una Z0, che deve essere considerata come un centro di pericolo di 1° grado ai fini della successiva tracciatura della Z2 che si estende per 30 metri in tutte le direzioni.

Per le sostanze pesanti del gruppo F le distanze della Zona 2 e di rispetto subiscono una riduzione che si calcola applicando il coefficiente R, ricavabile dalla **Figura 5** conoscendo le temperature di infiammabilità e la temperatura ambiente.

In luogo chiuso, la zona AD si estende a tutto l'ambiente considerato sia per gas e vapori pesanti che per quelli leggeri. Tale procedura di classificazione implica che la zona AD si estenderà ad ogni ambiente comunicante con quello che contiene i centri di pericolo che danno origine alla zona AD, anche se in questi ultimi non sono presenti sostanze pericolose. In particolare sono da osservare, nella **Figura 6**, le modificazioni della qualificazione delle zone AD in presenza delle aperture A0, A1, A2 e A3 (quest'ultima non è indicata in figura ma corrisponde alla apertura di comunicazione tra il locale P e il locale U).

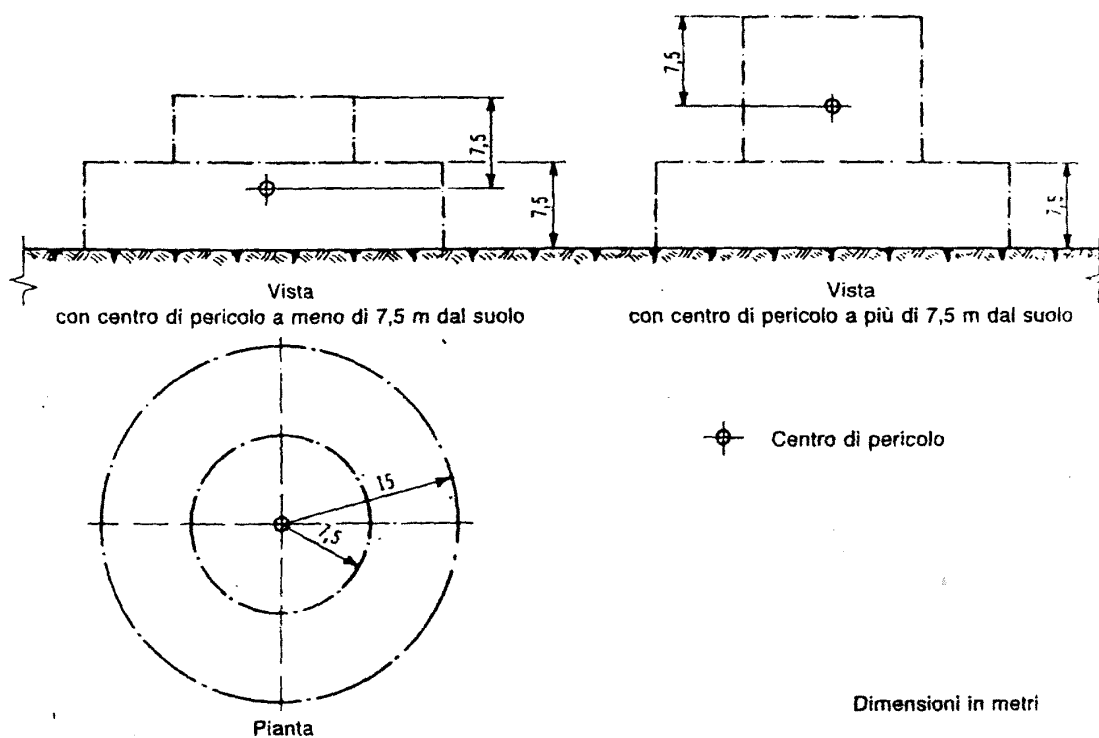


Figura 2

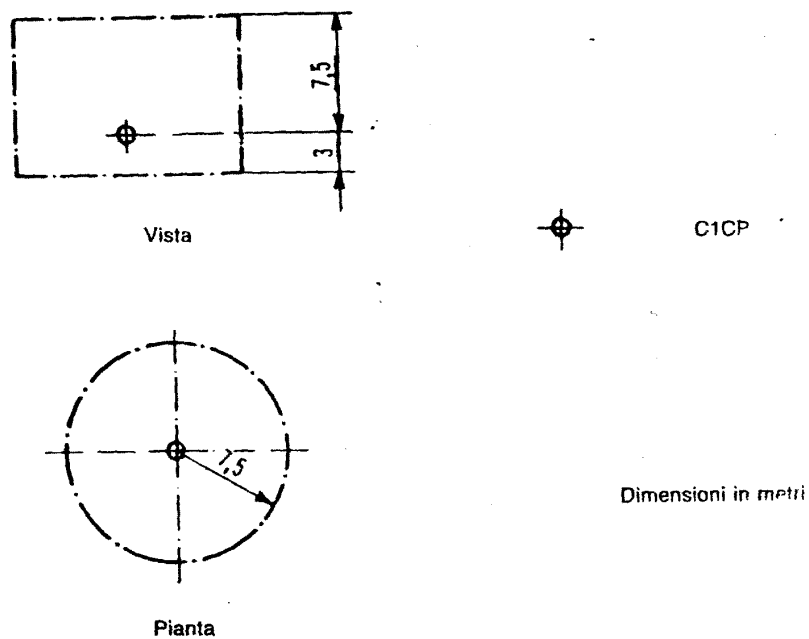
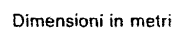
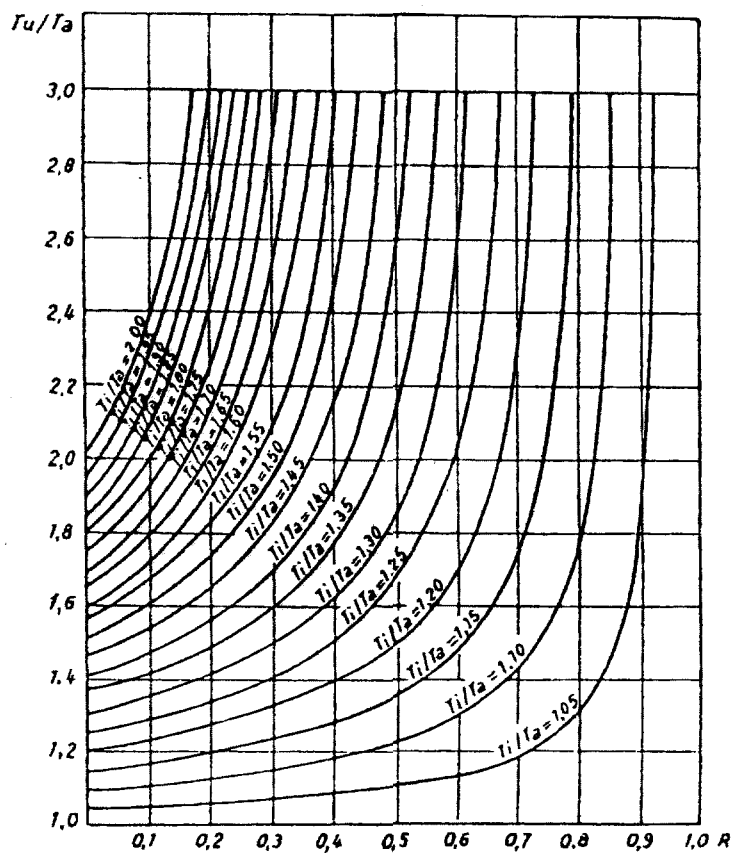


Figura 3



Pianta



T_u = Temperatura massima delle sostanze pericolose a contatto con l'aria ambiente (gradi Kelvin)
 T_i = Temperatura di infiammabilità delle sostanze pericolose (gradi Kelvin)
 T_a = Temperatura ambiente (gradi Kelvin)

Figura 5

Coefficiente di riduzione della estensione delle zone pericolose

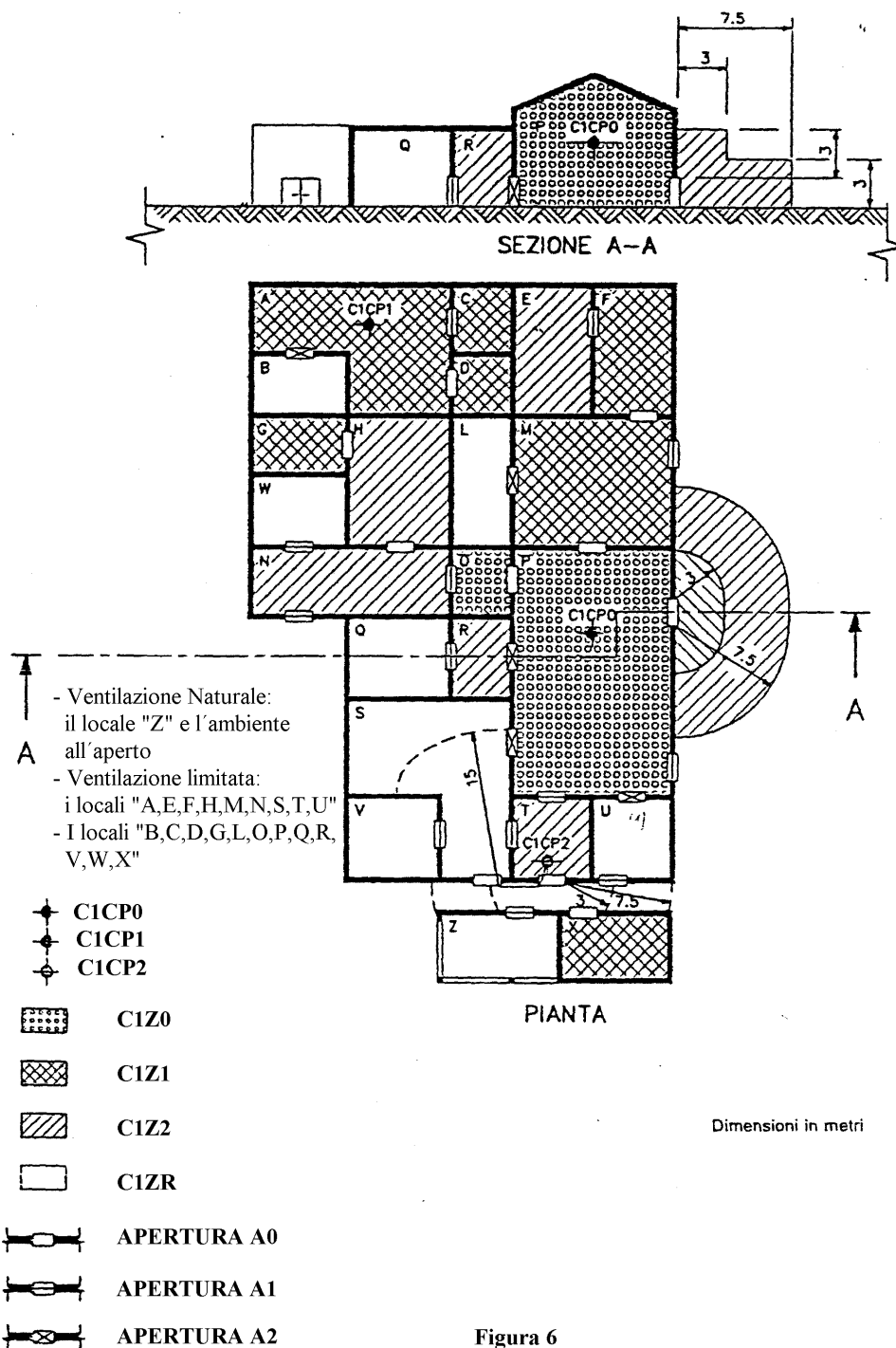


Figura 6



PROCEDIMENTO GENERALE DI CLASSIFICAZIONE

Il procedimento di classificazione delle aree costituisce un esempio di analisi del rischio che persegue una maggior sicurezza allontanando tra loro le sostanze in condizioni critiche e le possibili cause di innesco quali scintille o archi di natura elettrica.

Tale procedimento, richiedendo competenze diverse, dovrebbe coinvolgere i seguenti specialisti riuniti in un gruppo di lavoro:

- progettista del processo;
- progettista degli impianti elettrici;
- progettista degli impianti di strumentazione e controllo;
- responsabile della sicurezza del processo;
- responsabile dell'esercizio dell'impianto;
- responsabile della manutenzione;
- responsabile della costruzione dell'impianto;

Nel caso vengano adottati dei vincoli per ottenere una minore gravosità della classificazione, questi provvedimenti non debbono essere rimossi o modificati per tutta la vita dell'impianto.

I vincoli applicabili possono consistere nella:

- adozione di tubazioni saldate o senza flange;
- adozione di tenute munite di convogliamento;
- adozione di torce con bruciatore sempre acceso o di impianti di abbattimento;
- adozione di aperture di maggiore tenuta;
- coerente dimensionamento degli impianti di ventilazione, pressurizzazione e aspirazione con il declassamento richiesto.

Il procedimento generale di classificazione è applicabile a tutte le sostanze, con lievi scostamenti per le Classi 2 e 3 tenendo presente che per i luoghi di Classe 2 le Norme non prevedono le Zone.

Documentazione minima richiesta

Per una corretta classificazione è necessario raccogliere tutta la serie di informazioni tratteggiate in precedenza e che possiamo così riassumere.

- Norme CEI 64-2 aggiornate.
- Planimetrie dei luoghi da classificare.
- Sezione dei luoghi e degli impianti (se del caso).
- Raccolta dei dati chimico-fisici delle sostanze relativamente a:
 1. Nome chimico delle sostanze in lavorazione e deposito.
 2. Quantità in lavorazione e deposito;
 3. Temperatura di infiammabilità.
 4. Temperatura di accensione.
 5. Densità di gas e vapori rispetto all'aria.
 6. Limiti di infiammabilità in aria.
- Tipo di ventilazione.
- Impianto di ventilazione e relative portate.
- Censimento dei CP con le notizie relative alla durata ed alla frequenza delle emissioni.
- Censimento delle aperture.

Procedimento generale di classificazione



Per determinare la qualifica e l'estensione delle Zone AD dei luoghi di Classe 1:

- individuare i CP e determinarne il grado;
- individuare le condizioni di ventilazione;
- sulla base del grado dei CP e della ventilazione definire la qualifica delle Zone AD;
- in base alla distribuzione dei CP procedere alla delimitazione delle Zone AD primarie e tenendo conto degli ostacoli e della ventilazione determinare l'estensione delle Zone AD, usando le distanze e le figure della sezione 6 del Capitolo 3 delle Norme.

Disponendo di dati statistici affidabili è possibile modificare la qualificazione delle zone purché il numero e la durata dei rilievi siano tali che la previsione probabilistica della durata e delle quantità di sostanze che possono essere emesse dai CP sia molto affidabile.

Procedimenti particolari di classificazione

Le appendici alle Norme prendono in considerazione luoghi particolari nei quali le sostanze presenti in lavorazione possono essere emesse in quantità ridotta rispetto a quanto può avvenire nei processi di lavorazione industriale. Per tali luoghi si può applicare sia il procedimento generale sia il metodo indicato nell'appendice considerata.

Anche i luoghi analoghi a quelli considerati nelle appendici, ma non previsti dalle Norme, possono essere trattati con il metodo particolare indicato dall'appendice a cui si può rapportare il luogo in esame.



PARTE III

LA NORMA CEI EN 60079-10 (31-30)

Generalità

Oggetto e scopo

Con l'abrogazione dei Capitoli III e V della Norma CEI 64-2, la sola norma applicabile nella classificazione dei luoghi con pericolo di incendio per la presenza di gas e vapori infiammabili è la Norma CEI 31-30.

La Norma EN 60079-10 si compone essenzialmente di una parte in cui sono definite le grandezze fisiche e dei termini utilizzati dalla norma e di una parte indicante i principi generali cui riferirsi per la determinazione dei luoghi pericolosi. Allegate alla Norma EN 60079-10 sono poste tre appendici, indicate con la lettera A,B e C contenenti alcuni esempi applicativi e di calcolo; le suddette appendici sono classificate di tipo informativo e non fanno quindi parte del testo normativo.

Per il rispetto dei principi di sicurezza della Norma CEI EN 60079-10, gli impianti dove vengono lavorate o depositate sostanze infiammabili dovrebbero essere progettati, eserciti e mantenuti in modo da ridurre al minimo il numero e l'estensione delle Zone 0 ed 1. In altre parole, gli impianti e le installazioni dovrebbero originare principalmente Zone 2 o luoghi non pericolosi.

Per aiutare quanti si apprestano a classificare i luoghi pericolosi è in corso l'elaborazione e la pubblicazione di una Guida (Progetto C.678) che a completamento del lavoro sull'argomento fornirà una serie di esempi tipici di classificazione relativi alle realtà impiantistiche più diffuse. Gli esempi saranno basati sull'analisi quantitativa che prenderà in considerazione le caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze in lavorazione, la portata di emissione delle stesse e la ventilazione presente nel volume da classificare.

Nella Guida saranno forniti dati e relazioni di calcolo applicabili alla maggioranza delle situazioni reali; tuttavia, il tecnico preposto alla classificazione dei luoghi deve effettuare prioritariamente una valutazione qualitativa che gli consenta di stabilire che detti dati e relazioni di calcolo sono applicabili al suo caso specifico nel rispetto della Norma CEI EN 60079-10 e che i risultati sono nella logica della valutazione qualitativa da lui effettuata.

Campo di applicazione

La Norma CEI 31-30 si applica alla classificazione dei luoghi destinati a contenere opere nuove o trasformazioni radicali di quelle esistenti ma, su base volontaria, può essere applicata anche agli impianti esistenti.

Mentre la soglia applicativa della Norma CEI 64-2 era principalmente la quantità di sostanza in lavorazione o deposito, l'applicabilità della Norma 31-30 dipende esclusivamente dalla sussistenza di rischio associato alla presenza di gas e vapori infiammabili in miscela con l'aria e in condizioni atmosferiche normali (1 Atm a 20 °C).

Le condizioni normali includono variazioni sopra e sotto i valori di riferimento (101,3 Pa/1013 mbar; 293 °K) purché le variazioni sopra e sotto detti valori abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive delle sostanze infiammabili.



La Norma CEI 31-30 non si applica a:

1. miniere grisoutose;
2. luoghi di produzione e trattamento di esplosivi;
3. luoghi con presenza di polveri o fibre infiammabili;
4. guasti catastrofici e guasti i cui effetti sono anomali rispetto alla situazione in cui l'impianto funziona entro le caratteristiche di progetto. Ad esempio, le piccole emissioni dalle tenute delle apparecchiature di processo rientrano nel concetto di funzionamento normale, mentre la rottura di tenute di pompe, guarnizioni, flange o gli spargimenti accidentali che richiedano riparazioni urgenti o fermate d'impianto non rientrano nel concetto di funzionamento normale;
5. locali adibiti ad uso medico (si applica la Norma CEI 64-4);
6. luoghi con presenza di nebbie infiammabili il cui comportamento spesso è imprevedibile rispetto al comportamento noto di gas e vapori. A tal proposito si mette in rilievo una notevole incoerenza normativa: la "premessa" nazionale alla Norma CEI 31-30 attribuisce al termine "gas" il contenuto di gas, vapori e nebbie mentre il normatore europeo esclude le nebbie dal campo di applicazione della norma!



Sorgente e grado di emissione

La sorgente di emissione, che nel seguito sarà chiamata per brevità SE, è una parte di impianto da cui può fuoriuscire una sostanza con modalità ed in quantità tali da dare origine ad una atmosfera esplosiva. La Norma CEI EN 60079-10 distingue tra gradi di emissione e precisamente **continuo, primo o secondo**, in relazione alla probabilità che l'emissione avvenga e quindi di presenza di atmosfera esplosiva nell'intorno della SE.

GRADO CONTINUO ovvero emissione che può avvenire sempre o frequentemente e per lunghi periodi; ad esempio un vaso aperto contenente liquido infiammabile a temperatura superiore a quella di infiammabilità dal quale viene emesso con continuità il vapore che diffonde dalla superficie libera del liquido.

PRIMO GRADO ovvero emissione che può avvenire talvolta durante il funzionamento normale degli impianti; ad esempio gli sfiati di serbatoi che vengono riempiti saltuariamente; gli organi di tenuta che nel loro funzionamento normale consentono delle perdite (premistoppa); i travasi in aria libera che avvengono talvolta per ragioni di processo ecc..

SECONDO GRADO ovvero emissione che può avvenire raramente e per brevi periodi (in genere non durante il funzionamento normale, ad esempio tutti i sistemi di contenimento e di tenuta che per anomalia o guasto non catastrofico, possono emettere le sostanze pericolose.

E' interessante notare come le emissioni di secondo grado, al contrario delle altre, si riferiscono, in generale, ad un **evento** non voluto e come tali vanno considerate o meno in relazione alla efficacia dei mezzi (barriere) messi in opera per scongiurare tale evento; in tal senso sarà necessario valutare in termini di *analisi operativa*, i gradi di sicurezza introdotti nella progettazione degli impianti di processo e i livelli di efficienza della manutenzione degli impianti stessi.

Non si considerano SE

Non si considerano SE i punti o parti d'impianto che possono emettere infiammabili solo a causa di guasti catastrofici non rientranti nel concetto di anormalità ragionevolmente prevedibili in sede di progetto. Ad esempio, non sono SE:

- Le tubazioni saldate e i contenitori saldati a regola d'arte;
- I collegamenti di tubazioni e contenitori mediante dispositivi di giunzione costruiti, e mantenuti secondo specifiche norme e qualificati da Enti riconosciuti;
- I contenitori con coperchi chiusi a regola d'arte che soddisfino ai seguenti requisiti
 1. Costruiti in materiale idoneo, rispettano determinate norme di costruzione e prova;
 2. sono depositati e movimentati con precauzioni tali da evitare la caduta e l'apertura del coperchio;
 3. sono predisposte cautele per evitare pozze e mezzi per la loro neutralizzazione in tempi rapidi (1 ora per evento).
- Le doppie tenute su alberi (fluido di tenuta esterno o convogliamento delle perdite con loro monitoraggio);
- Le prese campioni e gli spurghi degli apparecchi di controllo (indicatori di livello) e dei piccoli serbatoi (qualche decimetro cubico) provvisti di dispositivo di drenaggio, qualunque sia la frequenza del controllo o manovra.



Aperture

Le aperture tra luoghi diversi dovrebbero essere considerate sorgenti di emissione. Il loro grado di emissione dipende da:

- tipo di zona da cui proviene il pericolo;
- frequenza e durata dei periodi di apertura;
- efficacia delle tenute e dei giunti;
- differenza di pressione tra i luoghi interessati.

L'art. A.2.1 delle Norme CEI 31-30 definisce i seguenti tipi di aperture.

A - Aperture libere e senza serramenti, quali ad esempio:

- passaggi per l'accesso di merci persone;
- passaggi di servizio, come condutture e tubazioni che attraversano pareti, soffitti e pavimenti

B - Aperture normalmente chiuse, aperte poco frequentemente e che hanno una buona tenuta su tutto il perimetro, quali le aperture provviste di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta.

C1 - Aperture normalmente chiuse o aperte poco frequentemente provviste di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta;
- guarnizione di tenuta su tutto il perimetro.

C2 - Bussola costruita con due aperture B in serie.

D1 - Aperture normalmente chiuse munite di:

- congegno di richiusura automatica;
- interstizi fra telaio e battente inferiori ad 1mm o con copribattuta.
- guarnizione di tenuta su tutto il perimetro;
- serramenti apribili solo con mezzi speciali od in caso di emergenza

D2 - Bussola costituita da una apertura C, adiacente al luogo da cui proviene il pericolo in serie con una apertura B

Correlazioni tra aperture e grado di emissione

Qualifica della zona a monte dell'apertura	Tipo di apertura	Grado di emissione dell'apertura considerata sorgente
Zona 0	A	Continuo
	B	Primo
	C	Secondo
	D	Nessuna emissione
Zona 1	A	Primo
	B	Secondo
	C	Nessuna emissione
	D	Nessuna emissione
Zona 2	A	Secondo
	B	Nessuna emissione
	C	Nessuna emissione
	D	Nessuna emissione



Luoghi pericolosi e zone (0, 1, 2)

La Norma CEI EN 60079-10 definisce luogo pericoloso un volume di atmosfera che, con ragionevole probabilità può essere resa esplosiva dalla presenza di gas o vapori. Da qui nascono le definizioni di “zone” come volumi, facenti parte di un luogo pericoloso a cui è assegnata una certa “probabilità” di essere esplosive. Tale probabilità è da analizzare in termini di frequenza di formazione di un’atmosfera esplosiva e di permanenza della stessa

Con riferimento alla presenza di gas o vapori esplosivi, le zone pericolose sono così definite:

- zona 0** luogo dove l'atmosfera è esplosiva sempre o frequentemente e per lunghi periodi;
- zona 1** luogo dove l'atmosfera è talvolta esplosiva durante il funzionamento normale degli impianti;
- zona 2** luogo dove l'atmosfera è esplosiva raramente e per brevi periodi, in genere non durante il funzionamento normale dell’impianto

In mancanza di altre determinazioni, si possono assumere i seguenti limiti di durata complessiva di atmosfera esplosiva:

Zona	Probabilità di atmosfera esplosiva in 365 d	Durata complessiva di atmosfera esplosiva in 365 d
Zona 0	$P > 10^{-1}$	oltre 1000 h
Zona 1	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	oltre 10 h fino a 1000 h
Zona 2	$10^{-3} \geq P$	fino a 10 h

Dai dati tabellati si può osservare che il tipo di zona è strettamente correlato da un legame di causa-effetto al grado dell'emissione, per cui in generale una emissione di grado continuo genera una zona 0, una emissione di primo grado genera una zona 1, una emissione di secondo grado genera una zona 2.

La ventilazione

Abbiamo già avuto modo di osservare che vi è una corrispondenza fra il grado delle emissioni e le zone dei luoghi pericolosi: da una emissione di grado continuo può generarsi un luogo pericoloso di zona 0, dall'emissione di primo grado si può ottenere una zona 1 e da quella di secondo grado una zona 2.

La ventilazione è l'elemento che può **alterare** la corrispondenza fra il grado della emissione e il grado della zona nel senso di ridurre, in generale, quest'ultimo in relazione alla efficacia della ventilazione stessa

Una valutazione della efficacia della ventilazione viene introdotta nella norma CEI EN 60079-10 come valutazione del *grado di ventilazione e disponibilità della ventilazione*.

Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è la quantità di aria di ventilazione in rapporto alla quantità di emissione di sostanza pericolosa; è chiaro che questo rapporto può essere tale da limitare in varia misura la presenza di un luogo pericoloso e della sua zona e ridurre o meno il tempo di permanenza di un'atmosfera esplosiva dal momento in cui viene a cessare l'emissione.

Nell'appendice B della norma CEI EN 60079-10 è indicato il metodo di determinazione del grado della ventilazione che viene brevemente descritto nel seguito.

La relazione che lega la concentrazione (L) che si raggiunge nel volume in cui viene emessa una portata di gas o vapori infiammabili pari a $(dG/dt)_{\max}$ ed in cui opera una ventilazione avente una portata di aria pari a (dV/dt) è data da:

$$\frac{(dV/dt)}{(dG/dt)_{\max}} = \frac{1}{L} \cdot \frac{T}{293}$$

dove: T è la temperatura ambiente in gradi Kelvin e $T/293$ è il fattore di espansione termica.

Con la formula (B.1) della Norma CEI EN 60079-10 si ricava la minima portata di aria di ventilazione:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \cdot LEL} \cdot \frac{T}{293}$$

Da cui si può ricavare il rapporto di riferimento fra la minima portata di aria di ventilazione $(dV/dt)_{\min}$, e la massima portata di gas o vapori infiammabili nell'atmosfera $(dG/dt)_{\max}$ che determina nell'ambiente una concentrazione pari al $(k \cdot LEL)$, come:

$$\frac{(dV/dt)_{\min}}{(dG/dt)_{\max}} = \frac{1}{k \cdot LEL} \cdot \frac{T}{293}$$



Il grado della ventilazione può essere definito dal rapporto fra la portata d'aria di ventilazione e la portata di emissione del gas in relazione al valore del rapporto di riferimento che assicura la concentrazione pari al LEL e quindi, rapportando le due precedenti formule si ottiene:

$$\frac{f(dV/dt)}{f(dV/dt)_{\min}} = \frac{k \cdot LEL}{L}$$

L'espressione appena scritta afferma che il grado della ventilazione esprime quante volte la stessa è superiore o inferiore alla ventilazione minima necessaria per mantenere la concentrazione di gas o vapori infiammabili ad un valore pari al ($k \cdot LEL$), ovvero di quante volte la concentrazione di gas nell'ambiente è inferiore o superiore al LEL.

Se si indica con C il numero di ricambi di aria nell'unità di tempo, il volume ipotetico di atmosfera potenzialmente esplosiva V_z intorno alla SE può essere definito con la formula (B.2) della Norma CEI EN 60079-10:

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C}$$

La formula presume una miscelazione istantanea ed omogenea intorno alla sorgente, in condizioni ideali di flusso d'aria fresca. In pratica tali condizioni ideali generalmente non si verificano a causa ad esempio di impedimenti al flusso d'aria, con il risultato che alcune parti del luogo sono mal ventilate. Pertanto, l'effettivo ricambio d'aria intorno alla sorgente risulta inferiore a quello indicato con C , portando ad un incremento di V_z .

Introducendo nella formula il fattore di correzione f che esprime l'efficacia della ventilazione, in termini di effettiva diluizione di gas e vapori esplosivi, si ottiene:

$$V_z = \frac{f(dV/dt)_{\min}}{C}$$

dove $f=1$ nelle condizioni ideali e $f=5$ nel caso di flusso d'aria impedito da ostacoli. Il numero di ricambi d'aria C , può essere definito con la formula B.4 delle CEI 31-30:

$$C = \frac{dV_{\text{tot}}/dt}{V_0}$$

nella quale, il numeratore esprime la portata totale di aria fresca e V_0 è il volume totale da ventilare.

Per i luoghi all'aperto, l'Appendice B propone di assumere $C = 0,03$ ricambi d'aria al secondo, riferito ad una velocità del vento minima di 0,5 m/s, per cui:

$$V_z = \frac{f(dV/dt)_{\min}}{0,03}$$

dove dV/dt è espressa in unità di volume al secondo e 0,03 è il numero di ricambi d'aria al secondo.



Se si indica con V_0 il volume dell'ambiente interessato all'emissione, il grado della ventilazione può essere riscritto come:

$$\frac{f(dV/dt)}{f(dV/dt)_{\min}} = \frac{V_0}{V_z}$$

che esprime quante volte il volume dell'ambiente interessato dall'emissione V_0 è superiore o inferiore al volume ipotetico di atmosfera potenzialmente esplosiva V_z .

Da notare che l'espressione precedente indica che se la ventilazione $(dV/dt)_{\min}$ è in grado di dare la concentrazione LEL nel volume dell'ambiente V_0 ne consegue che una ventilazione (dV/dt) fornisce la concentrazione LEL in un ambiente di volume V_z premesso che nei due ambienti si abbia la stessa emissione $(dG/dt)_{\max}$.

Nella citata appendice B e nei suoi esempi applicativi, per determinare il grado della ventilazione, si suggerisce di utilizzare il parametro V_z per paragonarlo al volume reale V_0 che, per quanto sopra detto, è esattamente come paragonare la ventilazione $(dV/dt)_{\min}$, che assicura la concentrazione pari al LEL alla ventilazione (dV/dt) realmente esistente nell'ambiente e che in questo assicura una concentrazione di gas pari ad L.

In tal modo un V_z trascurabile rispetto a V_0 è indice di una ventilazione alta (VH); al contrario, i termini V_z , e V_0 simili sono indicativi di una ventilazione bassa (VL); e i casi intermedi sono riferibili ad una ventilazione media (VM).

Valutazione del tempo di persistenza

Infine nella stessa appendice B della norma CEI 31-30 è proposto un metodo per calcolare il tempo di permanenza dell'atmosfera esplosiva, ovvero il tempo necessario per far scendere la concentrazione media da un valore iniziale X_0 a k volte il LEL, dopo l'arresto dell'emissione, per effetto della ventilazione.

Tale tempo è da mettere in relazione con la definizione di zona 2 o di zona 1 in quanto la ventilazione potrebbe non essere in grado di rendere trascurabile la zona pericolosa ma potrebbe (o non) essere in grado di annullarla prontamente al mancare della emissione; in tal modo si manterrebbe comunque (o non) la corrispondenza già richiamata fra il grado della emissione e il tipo di zona.

La relazione proposta per determinare il tempo di persistenza è la seguente:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{k \cdot LEL}{X_0}$$

nella quale viene introdotto il nuovo simbolo X_0 che rappresenta la concentrazione iniziale al momento della intercettazione dell'emissione.

Il grado della ventilazione può essere definito in due modi:

1. contrapponendo alla quantità di sostanza emessa la quantità di aria della ventilazione;
2. utilizzando i valori V_z , V_0 e t come segue:



Contrapponendo ai tre gradi di emissione della sostanza infiammabile i tre gradi di ventilazione che possono investire la sorgente possiamo avere tre rapporti.

1. rapporto ALTO (VH) fra la quantità di aria di ventilazione e la quantità di emissione di sostanza pericolosa; un tale grado di ventilazione può rendere trascurabile l'estensione del luogo pericoloso.
2. rapporto MEDIO fra la quantità di aria di ventilazione e la quantità di emissione di sostanza pericolosa; un simile rapporto limita l'estensione del luogo pericoloso e la persistenza nel tempo dell'atmosfera pericolosa.
3. rapporto BASSO fra la quantità di aria di ventilazione e la quantità di emissione di sostanza pericolosa; tale rapporto non limita l'estensione del luogo pericoloso che avrà anche una persistenza elevata.

Utilizzando i valori V_z , V_0 e t come segue si ottengono, in analogia al metodo precedente, tre rapporti:

ALTO (VH), se V_z è trascurabile rispetto al volume V_0 e tanto piccolo da essere trascurabile rispetto ai pericoli di innesco dell'atmosfera esplosiva da parte dell'impianto elettrico; in questo caso il tempo t non influisce;

MEDIO (VM), se V_z , non è trascurabile ma è inferiore al volume V_0 e se il tempo t è tale da rispettare la condizione di zona 1 se si tratta di una emissione di primo grado e di zona 2 se si tratta di una emissione di secondo grado; per la zona 0 non si tiene in considerazione t ;

BASSO (VL) quando non sono rispettate le condizioni che definiscono VM o VH.

Da notare che il termine qualitativo alto, medio o basso da assegnare al grado della ventilazione è determinato dal rapporto fra la quantità di aria di ventilazione e la quantità di emissione di sostanza pericolosa e che tale rapporto deve essere valutato in relazione al rapporto di riferimento che è quello che determina nell'ambiente una concentrazione di gas o vapore pari al limite inferiore di esplodibilità (LEL).

Disponibilità della ventilazione

Un ulteriore elemento da valutare è la disponibilità della ventilazione in relazione alla affidabilità dell'impianto di ventilazione. L'affidabilità può essere espressa sotto forma di tempo di fruibilità dell'impianto di ventilazione che assicura il grado di ventilazione considerato.

L'appendice B alla norma CEI EN 60079-10 suggerisce di valutare la disponibilità della ventilazione sotto forma di tre livelli:

BUONA, se la ventilazione è presente con continuità, ammettendo a volte, brevissime interruzioni;

ADEGUATA, se la ventilazione è presente in funzionamento normale con interruzioni brevi e poco frequenti;

SCARSA, negli altri casi ma comunque tale da non essere interrotta per lunghi periodi. In questo caso occorre assumere un grado di ventilazione con una migliore disponibilità.



Classificazione delle zone

La classificazione delle zone consiste nella individuazione delle zone 0, 1 e 2. L'itinerario normativo inizia dalla individuazione delle sorgenti di emissione e dalla determinazione del grado di emissione di ogni sorgente.

In ipotesi del tutto generale, come già detto, una emissione di grado continuo determina una zona 0 mentre una emissione di primo grado determina una zona 1 e una di secondo grado una zona 2.

Quanto sopra è vero se la ventilazione, naturale o artificiale che sia, non va a turbare la corrispondenza biunivoca fra emissione e zona che si è appena sopra enunciata. In caso contrario, la determinazione del grado della ventilazione e della sua disponibilità consente di portare le dovute correzioni alla corrispondenza di cui si è detto portando le varie zone ad essere coerenti con la loro definizione.

Il tipo di zona in relazione al grado dell'emissione ed al grado e disponibilità della ventilazione, può essere determinato facendo riferimento al metodo indicato nell'Appendice B della Norma CEI EN 60079-10 che conduce alle conclusioni riportate nella Tabella B.1:

- a) quando la disponibilità della ventilazione è *buona*, qualunque sia il suo grado, nell'intorno della SE è previsto un solo tipo di zona (es.: con emissione di *primo grado*, con ventilazione di grado *medio* e disponibilità della ventilazione buona è indicato: zona 1); con ventilazione naturale all'aperto, la disponibilità è generalmente buona se si assume una velocità del vento pari a 0,5 m/s, convenzionalmente rappresentativa della "calma di vento", presente in pratica sempre; con ventilazione artificiale la disponibilità è buona quando la ventilazione è presente in pratica con continuità, sono ammesse brevissime interruzioni come quella necessaria per l'avviamento automatico dei ventilatori di riserva;
- b) con grado di ventilazione medio e disponibilità *adeguata o scarsa*, sono previsti due tipi di zone, una circondata dall'altra. Con *grado di emissione continuo e primo* (es.: con primo grado di emissione, grado di ventilazione medio e disponibilità della ventilazione *adeguata* è indicato: zona 1 + zona 2), l'estensione del primo tipo di zona (es. zona 1) deve essere definita assumendo una quantità di ventilazione presente con disponibilità rispettivamente *adeguata o scarsa*; l'estensione del secondo tipo di zona deve essere definita assumendo una quantità di ventilazione (più bassa) presente praticamente con continuità (disponibilità buona);
- c) con grado di ventilazione medio e disponibilità *adeguata o scarsa* è prevista la zona 2. Con *grado di emissione secondo*, l'estensione della zona dovrebbe essere definita assumendo il grado della ventilazione presente con disponibilità buona; questo perché andrebbe considerata come zona 2 + zona 2, dove l'estensione della prima zona 2 deve essere definita assumendo una quantità di ventilazione presente con disponibilità rispettivamente *adeguata o scarsa*, mentre l'estensione della seconda zona 2 deve essere definita assumendo una quantità di ventilazione (più bassa) presente praticamente con continuità (disponibilità buona).



TABELLA B.1 - Influenza della ventilazione sui tipi di zone

Grado della emissione	Grado della ventilazione						
	Alto			Medio			Basso
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona Adeguate Scarsa
Continuo	(Zona 0 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 0 NE) Zona 2 (1)	(Zona 0 NE) Zona 1 (1)	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	(Zona 1 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 1 NE) Zona 2 (1)	(Zona 1 NE) Zona 2 (1)	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 o Zona 0 (3)
Secondo (2)	(Zona 2 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 2 NE) Zona non pericolosa (1)	Zona 2 (4)	Zona 2	Zona 2 (4)	Zona 2 (4)	Zona 1 o Zona 0 (3)
(1) Zona 0 NE, 1 NE o 2 NE indicano una zona teorica dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile							
(2) La zona 2 creata da una emissione di secondo grado può superare quella imputabile ad una emissione di primo grado o di grado continuo; in tal caso, si dovrebbe considerare la distanza maggiore.							
(3) E' zona 0 se la ventilazione è così debole e l'emissione è tale che un'atmosfera esplosiva esiste praticamente in continuazione (cioè si è vicini ad una situazione di assenza di ventilazione).							
(4) Vedere il paragrafo 2.2.1.c.							
NOTA: “+” significa "circondata da".							

Procedimento di classificazione delle zone

Per la classificazione delle zone pericolose si procede come di seguito.

- a) Si individuano le sostanze infiammabili presenti e le loro caratteristiche significative. Nell'Appendice GA della Guida è riportato un elenco di sostanze infiammabili e di loro caratteristiche utili. In particolare, quando le sostanze infiammabili sono più di una, dovrebbe essere preparato un elenco utilizzando appositi fogli dati di cui un esempio è riportato nella Tabella C.1 della Norma CEI EN 60079-10.
- b) Si individuano le SE e si verifica la possibilità di eliminare o limitare quanto più possibile le SE. Nell'Appendice A della Norma CEI EN 60079-10 è riportata una serie di esempi.
- c) Per ogni SE si determina il grado o gradi di emissione e si verifica la possibilità di eliminare o limitare quanto più possibile le emissioni di grado continuo e primo grado, nonché di ridurre le portate di emissione. Nell'Appendice A della Norma CEI EN 60079-10 è riportata una serie di esempi di gradi di emissione.
- d) Si analizzano le influenze di tutte le emissioni sulla classificazione del luogo considerando il loro grado e tenendo in particolare considerazione le parti di impianto con elevata concentrazione di SE che potrebbero dar luogo ad emissioni contemporanee ed influenzarsi reciprocamente.
In generale, si dovrebbero considerare contemporanee tutte le emissioni di *grado continuo*, non si dovrebbero considerare contemporanee le emissioni di *secondo grado* limitandosi a considerare quella più gravosa; per le emissioni di *primo grado*, la contemporaneità deve essere valutata caso per caso, fino a considerare l'emissione contemporanea di una sola parte di esse, quelle più gravose. Un esempio di definizione della contemporaneità di emissioni di primo grado ai fini delle caratteristiche della ventilazione, è riportato nella tabella seguente.
- e) Per ogni SE e grado di emissione si calcola la portata di emissione in condizioni cautelative. L'Appendice GB della Guida riporta i criteri di valutazione e definizione delle dimensioni dei fori di emissione delle sorgenti di secondo grado.

La portata di emissione delle sorgenti deve essere valutata sulla base delle caratteristiche del sistema di contenimento e delle dimensioni effettive delle aperture, che dovrebbero essere note, trattandosi di condizioni normali e non conseguenti a guasti o anomalie. Una volta definite le dimensioni di un foro o di un'apertura, la portata di emissione cautelativa dipenderà dalle condizioni di esercizio del caso specifico.

Nell'Appendice GB della Guida sono fornite formule per calcolare le portate per diverse modalità di emissione.

Emissioni di primo grado considerabili contemporanee

Numero totale di emissioni di primo grado	Numero di emissioni di primo grado considerabili contemporaneamente assumendo le più gravose ai fini della valutazione
1	1
2	2
3 a 5	3
6 a 9	4
10 a 13	5
14 a 18	6
19 a 23	7
24 a 27	8
28 a 33	9
34 a 39	10
40 a 45	11
46 a 51	12

- f) Per ogni luogo si definiscono i valori di riferimento della temperatura ambiente e le caratteristiche della ventilazione. Nell'Appendice GB della Guida sono fornite indicazioni per la valutazione dell'idoneità della ventilazione; nell'Appendice GC della Guida sono riportati dati statistici relativi alle temperature e ai venti per diverse località italiane. Per quanto si riferisce alle velocità del vento, è confermato dai dati statistici che, generalmente, una velocità minima del vento di 0,5 m/s (1,8 km/h), è un valido riferimento per l'intero territorio nazionale; tuttavia possono esistere luoghi delimitati con velocità minima del vento inferiore e temperature più elevate o comunque diverse.
- g) Per ogni SE e grado di emissione si determina il tipo di zona pericolosa facendo riferimento a quanto indicato nella Guida, ovvero a guide e raccomandazioni relative a specifiche industrie o applicazioni, valutandone l'applicabilità al caso in esame.
- h) Si definiscono forma ed estensione della zona pericolosa facendo riferimento a quanto indicato nella Guida o nell'Appendice C della Norma CEI EN 60079-10, o a guide e raccomandazioni relative a specifiche industrie o applicazioni, valutandone l'applicabilità al caso in esame.

La Norma CEI 64-2 può essere ritenuta un valido riferimento come guida per determinare le estensioni delle zone pericolose. Negli ambienti al chiuso possono essere generalmente assunte le estensioni delle zone indicate nel Capitolo III della stessa norma (non i tipi di zone).

- i) La classificazione del luogo pericoloso si ottiene dall'involuppo delle singole zone pericolose determinate come indicato nei punti precedenti.



Determinazione dell'estensione delle zone 0, 1 e 2

La norma CEI EN 60079-10 tratta della estensione delle zone al paragrafo 4.4 in cui, oltre a rinviare agli esempi descritti nell'Appendice C, invita a considerare i seguenti parametri:

- portata di emissione del gas o vapore che dipende principalmente da:

- geometria della sorgente di emissione;
- velocità di emissione;
- concentrazione della sostanza pericolosa
- tensione di vapore della sostanza pericolosa
- temperatura del liquido che sprigiona i vapori;

- limite inferiore di esplosibilità della sostanza

- ventilazione del luogo;

- densità relativa all'aria del gas o del vapore;

- condizioni climatiche;

- topografia del luogo.

In concreto, per la determinazione dell'estensione delle zone pericolose è necessario analizzare ogni caso specifico tenendo presente quanto segue.

a) Caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze infiammabili con particolare riferimento a:

- temperatura d'infiammabilità;
- tensione di vapore;
- viscosità;
- densità relativa all'aria del gas o vapore;
- limiti di esplosibilità.

b) Caratteristiche del sistema di contenimento delle sostanze con particolare riferimento a:

- temperatura della sostanza;
- pressione;
- tipo di contenitore;
- caratteristiche dei dispositivi di tenuta;
- condizioni di manutenzione e verifica dei contenitori e degli organi di tenuta.

c) Portata di emissione ragionevolmente ipotizzabile da calcolare in base ai dati precedenti.

d) Ventilazione naturale o artificiale, con particolare riferimento a:

- portata d'aria;
- ricambi d'aria;
- disponibilità della portata d'aria;
- possibilità di miscelazione aria-sostanza pericolosa.

In buona sostanza la norma CEI EN 60079-10 non potendo risolvere i problemi di diffusione di gas e vapori senza fare un trattato scientifico, rimanda alle specifiche discipline della fisica tecnica e della chimica applicata nonché alla disponibilità di studi sperimentali di settori specifici, di guide e raccomandazioni relative a specifiche industrie od applicazioni, per la soluzione di ogni singolo problema relativo alla determinazione della estensione delle zone.

La determinazione dell'estensione della zona può essere trattata in due fasi: definizione della forma e definizione delle dimensioni.



La forma

La forma può essere definita tenendo conto di quanto indicato nei punti a), b), c), d), precedenti e di altri fattori, facendo riferimento all'Appendice C della Norma CEI EN 60079-10 o a Guide e raccomandazioni relative a specifiche industrie o applicazioni, valutandone l'applicabilità al caso in esame ed il rispetto della Norma CEI EN 60079-10.

Inoltre, è da considerare che la "Premessa nazionale" della Norma CEI EN 60079-10 richiama, come tuttora valido, l'art. 1.1.03.b della Norma CEI 64-2, in cui si rinvia ai principi di analisi del rischio; tali principi sono alla base di una corretta analisi delle sorgenti di emissione, delle contemporaneità più o meno probabili, delle ventilazioni nei luoghi pericolosi e delle barriere da utilizzare contro le esplosioni.

Per la definizione della forma può essere fatto riferimento anche alla Norma CEI 64-2, considerando che essa può essere ritenuta un valido riferimento come Guida.

Le dimensioni

Con le formule riportate nell'Appendice GB e con altre che la letteratura offre, può essere calcolata la distanza (d_z) dalla SE a partire dalla quale la concentrazione dei gas o vapori infiammabili nell'aria è inferiore a ($k \cdot \text{LEL}$). Le formule non stabiliscono però la direzione in cui si estende questa distanza, per cui, partendo dalla forma della zona, si può giungere alle sue dimensioni considerando che dovrebbero essere ottemperate entrambe le seguenti indicazioni, esclusi i casi di accertamenti sperimentali:

- la distanza d_z , serve a definire le dimensioni della zona nelle direzioni di diffusione o dispersione dei gas nell'aria (es. per i gas pesanti verso il basso e in orizzontale, per i gas leggeri verso l'alto e in orizzontale); tuttavia, in presenza di emissioni di gas, quando non si conosce la direzione di emissione è prudente considerare la distanza d_z per definire le dimensioni della zona in tutte le direzioni, in presenza di liquidi che evaporano è invece ragionevole considerare la distanza d_z per definire le dimensioni della zona nelle direzioni: per vapori pesanti verso il basso e in orizzontale, per vapori leggeri verso l'alto e in orizzontale, mentre nelle altre direzioni può essere assunta una dimensione minore da valutare caso per caso;
- il volume della zona, definito come sopra, dovrebbe essere uguale o maggiore del volume V_z , (meglio se maggiore).



Luoghi considerati nelle Appendici della Norma CEI 64-2/A

Per i luoghi particolari considerati nelle Appendici della Norma CEI 64-2/A, in attesa di esempi specifici, si può procedere in uno dei seguenti modi:

- a) si applica la Norma CEI EN 60079-10 ed i requisiti degli impianti elettrici a sicurezza saranno quelli ammessi rispettivamente per le zone 0, 1 e 2;

oppure,

- b) si adottano sistemi di controllo strumentale del processo o di esplodibilità dell'atmosfera (ad esempio applicando i Capitoli XV e XVI della Norma CEI 64-2 e la Guida CEI 31-25);

oppure,

- c) si applica la relativa Appendice della Norma CEI 64-2/A, sia per quanto riguarda la classificazione dei luoghi, sia per quanto riguarda i requisiti degli impianti elettrici a sicurezza.

Nota 1 - Si rammenta al riguardo che l'art. 1.1.03.e della Norma CEI 64-2, tuttora in vigore, afferma: *"In zone C3Z2 è da ritenere che le precauzioni da prendere si riducano essenzialmente a premunirsi contro il solo pericolo che le sostanze vengano in contatto con parti scintillanti per l'esistenza di condizioni che escludono la formazione di miscele gassose in quantità o in concentrazioni tali da provocare esplosioni vere e proprie; ciò si può ottenere semplicemente schermando le costruzioni elettriche rispetto all'ambiente. In questo caso, quindi, un'adeguata garanzia di sicurezza si può conseguire anche semplicemente adottando impianti AD-FT"*.

Pertanto, in tali condizioni, le zone C3Z2 non rientrano nel campo di applicazione della Norma CEI EN 60079-10.

Nota 2 - Si rammenta al riguardo che nel gennaio 1998 è stata pubblicata la Norma CEI EN 60079-14 *"Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)"*, la cui applicazione diventerà vincolante a partire dal 1° dicembre 1999.



PARTE IV

CRITERI DI PROGETTAZIONE A CONFRONTO

Nel prevenire le esplosioni con un buon margine di sicurezza le norme CEI 64-2 e CEI 31-30 seguono la stessa strategia che consiste nell'individuare, utilizzando principi dell'analisi del rischio, le fonti di pericolo e le zone, attorno alle fonti, in cui persiste in forma più o meno elevata il pericolo di esplosione stabilendo di conseguenza i provvedimenti di protezione. Le due norme si differenziano nella terminologia e in alcuni procedimenti.

Criteri generali di progettazione nella norma CEI 64-2

Le sostanze allo stato di vapori, gas, nebbia o polvere possono esplodere se in miscela con l'aria e se coesistono nello spazio e nel tempo sia le concentrazioni comprese tra il LIE ed il LIS sia l'innesco sotto forma di scintilla, arco elettrico o temperatura di accensione della sostanza.

Le variabili da esaminare sono riferite a:

1. Luogo pericoloso;
2. Sostanze in lavorazione o deposito;
3. Sistema di contenimento delle sostanze;
4. Energia di innesco.

1. Luogo pericoloso

Vanno prese in esame le caratteristiche ambientali che condizionano la formazione ed il permanere delle concentrazioni di gas, vapori o polveri esplosive (da ora in avanti dette "sostanze"). Tra le caratteristiche che influenzano l'accumulo o la diluizione delle sostanze sono da richiamare:

- La ventilazione;
- Le aperture;
- Il volume ambientale;
- La temperatura ambiente.

2. Sostanze in lavorazione e deposito

Influenzano "il grado di pericolosità ambientale" le proprietà chimiche, lo stato fisico delle sostanze e la loro quantità. Tra le proprietà chimico-fisiche citiamo:

- Temperatura di infiammabilità;
- Temperatura di accensione;
- Densità relativa all'aria di gas e vapori;
- Limite inferiore e superiore di infiammabilità;

3. Sistema di contenimento delle sostanze

La possibilità di formazione di miscele esplosive di sostanza è minima quanto maggiore è l'attitudine del sistema di contenimento delle sostanze ad evitare o limitarne le immissioni nell'aria ambiente.



4. Energia di innesco

Può essere fornita sotto forma di scintille, arco elettrico, temperatura superficiale o temperatura di accensione delle sostanze.

Le caratteristiche chimico-fisiche, le quantità in lavorazione e deposito, le condizioni di ventilazione e le aperture determinano congiuntamente le qualifiche della classe, il tipo di zone AD e la loro estensione.

I provvedimenti di prevenzione

Con riferimento ai provvedimenti di prevenzione dobbiamo distinguere quelli riferiti al luogo pericoloso, inteso come contenitore di impianti di lavorazione e deposito, da quelli riferiti all'impianto elettrico, tenendo presente la norma giuridica di carattere generale (art. 329 DPR 547 e art. 3 D.L.vo 626/94) che impone di non far coesistere le sostanze esplosive e gli inneschi, in particolare quelli elettrici.

I provvedimenti preventivi riferiti al luogo pericoloso sono:

- Impedire o limitare la formazione di atmosfere esplosive;
- Impedire l'accumulo di sostanze pericolose;
- Aumentare la capacità del sistema di contenimento di trattenere le sostanze riducendo il grado dei centri di pericolo o eliminando i centri di pericolo di grado continuo (0) o di primo grado.

I provvedimenti riferiti all'impianto elettrico si prefiggono di evitare, in fase di progettazione ed installazione, tutte le sedi di fenomeni termici capaci di liberare l'energia sufficiente ad innescare l'accensione delle atmosfere esplosive. Nella progettazione di ambienti ed impianti ci si attiene al principio di equisicurezza.

Per equisicurezza o grado di sicurezza equivalente si intende il livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento indesiderato ed è la somma dei gradi di sicurezza delle singole barriere. Le condizioni impiantistiche specificate nelle norme assicurano un grado di sicurezza equivalente almeno 3.

Le norme consentono di conseguire nei luoghi di classe 0, 1, 2 e 3 (oggi zone 0, 1, 2 e classe 2 per le polveri) una sicurezza probabilistica con grado di sicurezza equivalente 3 nel prevenire l'innescò di una esplosione da parte dell'impianto elettrico. La sicurezza è probabilistica nel senso che in detti luoghi è valutata la coincidenza spaziale e temporale degli eventi indesiderati basando la valutazione sul criterio di considerare i soli eventi non associati tra loro da una relazione causa-effetto. In altre parole vengono valutati gli eventi indesiderati che in assenza di apprestamenti di difesa coincidono casualmente.

Il grado di sicurezza, detto anche barriera indica il livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento non voluto. Il grado di sicurezza di più barriere in serie, tra loro indipendenti da cause comuni di inefficienza, è la somma dei gradi di sicurezza delle singole barriere. La norma considera alcuni eventi indesiderati che concorrono alla formazione di una esplosione:

- La presenza di una sostanza pericolosa;
- La sua accumulazione (quantità);
- La sua miscelazione con l'aria (centri di pericolo);
- La formazione di fenomeni elettrotermici innescanti;
- Il contatto con tali fenomeni elettrotermici;
- La trasmissione del calore prodotto dentro una custodia all'atmosfera esterna.



Tutti gli eventi considerati possono essere prevenuti dalle barriere. La barriera ha grado di sicurezza 1 se è idonea da sola a resistere alle sollecitazioni derivate dalla presenza dell'evento indesiderato (causa).

Per esempio una custodia a tenuta è una barriera di grado 1 se è idonea ad impedire il contatto della sostanza pericolosa con i componenti elettrici interni.

Disponendo n barriere in serie, indipendenti da cause comuni di guasto si consegue un grado di sicurezza n. In questo caso l'evento non voluto può manifestarsi soltanto con la contemporanea inefficienza delle n barriere e la probabilità di contemporanea causale inefficienza delle n barriere è data dal prodotto delle probabilità di inefficienza delle singole barriere. Se la probabilità di guasto di una singola barriera è bassa, quella di due barriere è estremamente bassa e quella di n barriere è talmente bassa che può essere considerata trascurabile.

Principi generali di progettazione nella Norma CEI 31-30

La Norma CEI 31-30 riguarda solo le atmosfere esplosive per la presenza di gas e vapori ed usa un diverso approccio alla progettazione.

Gli impianti produttivi o di deposito delle sostanze infiammabili devono essere progettati, gestiti e mantenuti in modo da ridurre al minimo le loro emissioni e le estensioni delle zone pericolose sia nel funzionamento normale che in occasione di guasti con riferimento alla frequenza, durata e quantità delle emissioni.

Gli interventi di manutenzione non ordinaria, sebbene producano delle variazioni nella estensione dei luoghi pericolosi, è previsto che vengano trattati con la procedura del permesso di lavoro.

Nelle situazioni d'emergenza deve essere prevista la possibilità di interrompere l'alimentazione dell'impianto elettrico non idoneo, arrestare l'impianto di processo, intercettare le apparecchiature di processo, contenere le fuoriuscite e se possibile azionare un sistema di ventilazione addizionale di emergenza.

Nei casi in cui vi è possibilità di una atmosfera esplosiva devono essere effettuati i seguenti interventi:

- a. Escludere la possibilità che l'atmosfera esplosiva si trovi in prossimità di una sorgente d'innesco;
- b. Eliminare la sorgente d'innesco.

Quando ciò non sia possibile devono essere scelte e adottate misure protettive, apparecchiature di processo, sistemi e procedure tali che la probabilità di contemporanea presenza di atmosfera esplosiva e sorgente d'innesco sia così piccola da risultare accettabile. Tali misure possono essere usate singolarmente, se sono altamente affidabili, o in combinazione al fine di raggiungere un livello di sicurezza equivalente.

Dall'esame di un progetto è difficile individuare quali parti possano essere assimilate alle tre definizioni di zona (0, 1, 2) e perciò è necessario uno studio dettagliato delle varie possibilità che si formi un'atmosfera esplosiva determinando la possibile frequenza, durata, portata, concentrazione, velocità di emissione, ventilazione ed altri fattori che influenzano il tipo e l'estensione della zona. Questo approccio richiede considerazioni dettagliate per ciascun componente di processo che potrebbe essere una sorgente di emissione.

In particolare, in sede di progetto o con procedure operative dovrebbero essere ridotte al minimo le sorgenti di emissione continue e di primo grado. In altre parole gli impianti dovrebbero generare zone 2 o luoghi non pericolosi.



L'importanza della ventilazione

La ventilazione è definita come movimento dell'aria e suo ricambio con aria fresca causati dall'effetto del vento, da gradienti di temperatura o da mezzi artificiali (ventilatori, estrattori). La ventilazione è il fattore che unito al grado dei centri di pericolo e al tipo delle aperture determina l'estensione della zona AD nelle norme CEI 64-2; unito alla portata di emissione determina il livello di diluizione dei vapori o dei gas nelle norme CEI 31-30. Un aumento della ventilazione diminuisce la concentrazione di gas e vapori fino ad annullarne la pericolosità.

L'effetto diluente della ventilazione è definito nelle norme CEI 64-2 in base all'esperienza e al fatto che ci si trovi in un ambiente naturalmente ventilato o artificialmente ventilato.

Il grado della ventilazione

Vi è una diretta corrispondenza tra il grado delle emissioni e le zone dei luoghi pericolosi: da una emissione di grado continuo può generarsi un luogo pericoloso di zona 0; da una emissione di primo grado si otterrà una zona 1; da una emissione di secondo grado si avrà una zona 2.

La ventilazione è l'elemento che può alterare la corrispondenza biunivoca fra grado dell'emissione e grado della zona, nel senso che il grado della zona si riduce in corrispondenza di una maggiore efficacia della ventilazione.

Nella norma CEI 31-30 l'efficacia della ventilazione, naturale o artificiale che sia, è valutato dal confronto tra il volume pericoloso e il volume dell'ambiente in grado alto, medio o basso ed anche in funzione del tempo di persistenza della concentrazione pericolosa. Inoltre, le Norme CEI 31-30 tengono conto della effettiva disponibilità della ventilazione, intesa come continuità di funzionamento dell'impianto artificiale o in termini di presenza della ventilazione naturale.

Il rapporto qualitativo alto, medio o basso da assegnare al grado della ventilazione è dato dal rapporto fra la quantità d'aria di ventilazione e la quantità di sostanze emesse e deve essere valutato in relazione al rapporto che determina una concentrazione di gas o vapore pari al limite inferiore di infiammabilità.

Disponibilità della ventilazione

Un ulteriore elemento da valutare è la disponibilità della ventilazione intesa in termini di affidabilità dell'impianto o di durata della sua prestazione.

Il fattore disponibilità influenza la classificazione delle zone a parità degli altri fattori. Ad esempio, in presenza di una emissione di grado continuo la ventilazione di grado alto rende trascurabile la zona pericolosa: nel caso di disponibilità buona si ha la ragionevole certezza che la zona pericolosa rimanga trascurabile nel tempo.

Nello stesso caso, se ipotizziamo una disponibilità adeguata si ha una zona 2 in quanto nei casi di interruzione della ventilazione si avrebbe un'atmosfera pericolosa di dimensioni non trascurabili che soddisfa la definizione di zona 2.

Partendo invece da una emissione continua investita da una ventilazione di grado alto ma disponibile per brevi periodi (scarsa) si ottiene una zona 1; se però rendiamo la ventilazione disponibile con continuità (buona) la zona 1 diventa zona 0 NE, ovvero la zona non è più pericolosa.



ZONE ARTIFICIALMENTE NON AD

Le aree non AD nelle norme CEI 64-2

La zona artificialmente non AD è una zona che sarebbe pericolosa naturalmente, ma nella quale sono state realizzate artificialmente misure di neutralizzazione del pericolo di esplosione atte ad evitare la necessità delle rispondenze degli impianti elettrici alle caratteristiche degli impianti a sicurezza ammessi dalla Norma.

L'efficienza delle misure di neutralizzazione artificiale può essere qualificata dal suo grado di sicurezza equivalente.

In un luogo di classe 1 o di classe 3 è possibile realizzare in tutto o in parte un volume artificialmente non AD per mezzo di un impianto di ventilazione dotato degli apprestamenti di difesa necessari per raggiungere il grado di sicurezza equivalente almeno pari a tre.

Si devono realizzare impianti di ventilazione rispondenti a due requisiti:

1. l'impianto è previsto per mantenere in ogni punto del luogo la concentrazione di gas e vapori sotto il 30% del LIE;
2. sono realizzati provvedimenti atti a garantire la continuità della ventilazione in ogni condizione di esercizio; l'efficienza della ventilazione artificiale può essere qualificata con il suo grado di sicurezza equivalente.

Per garantire efficienza e continuità della ventilazione si devono adottare tutti i provvedimenti di seguito elencati:

- l'aria immessa nel luogo deve essere prelevata in zona non AD;
- le condotte di adduzione dell'aria non devono attraversare zone C0Z0 e C1Z0; devono essere protette contro i danneggiamenti meccanici e le corrosioni; devono essere ad alto grado di tenuta; devono sopportare 1,5 volte la max sovrappressione definita in condizioni normali con un minimo di 200 Pa (2 mbar);
- la distribuzione dell'aria deve favorire l'uniforme diluizione di gas e vapori tenendo conto della loro densità rispetto all'aria;
- la continuità della ventilazione è controllata con rilievi del flusso dell'aria integrati da un sistema di allarmi. Normalmente è sufficiente un solo ventilatore ma nel caso in esame si dovranno adottare opportuni accorgimenti quali:
 - sovradimensionare il complesso motore-ventilatore;
 - prevedere due ventilatori alimentati da due fonti indipendenti;
 - prevedere due fonti di energia fra loro automaticamente commutabili entro il tempo di ritardo previsto.

Nelle interruzioni delle misure di neutralizzazione gli impianti elettrici non idonei devono essere messi fuori funzione.

I provvedimenti protettivi da adottare in caso di mancanza di pressurizzazione sono riportati nella seguente tabella estratta dalle norme CEI 31-25.



Le aree non pericolose nelle Norme CEI 31-30

Pag. 6 CEI 31-25

5.2. Mancanza di pressurizzazione

I provvedimenti protettivi da adottare in caso di mancanza di pressurizzazione sono i seguenti.

Classificazione all'interno del locale in assenza di pressurizzazione	Componenti elettrici			
	adatti alla C1Z1	adatti alla C1Z2	adatti alla C1ZR	non adatti alle zone pericolose
C1Z1	Nessun provvedimento	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi) - Vedi Nota 1; — Azione immediata per ripristinare la pressurizzazione; — Interruzione programmata dell'energia elettrica se la pressurizzazione non può essere ripristinata entro il tempo prestabilito o se la concentrazione di gas infiammabili sta per raggiungere un livello pericoloso. 	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi) - Vedi Nota 1; — Azione immediata per ripristinare la pressurizzazione; — Interruzione (possibilmente automatica) dell'energia elettrica più rapidamente possibile entro un tempo che consenta una fermata programmata (generalmente non maggiore di 30 min) - Vedi Nota 2. 	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi) - Vedi Nota 1; — Azione immediata per ripristinare la pressurizzazione; — Interruzione (possibilmente automatica) dell'energia elettrica più rapidamente possibile entro un tempo che consenta una fermata programmata (generalmente non maggiore di 30 min) - Vedi Nota 2.
C1Z2	Nessun provvedimento	Nessun provvedimento	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi); — Azione immediata per ristabilire la pressurizzazione; — Interruzione programmata dell'energia elettrica se la pressurizzazione non può essere ripristinata entro il tempo prestabilito o se la concentrazione di gas infiammabili sta per raggiungere un livello pericoloso. 	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi); — Azione immediata per ristabilire la pressurizzazione; — Interruzione programmata dell'energia elettrica se la pressurizzazione non può essere ripristinata entro il tempo prestabilito o se la concentrazione di gas infiammabili sta per raggiungere un livello pericoloso.
C1ZR	Nessun provvedimento	Nessun provvedimento	Nessun provvedimento	<ul style="list-style-type: none"> — Allarme adeguato (ottico o acustico o entrambi); — Azione immediata per ristabilire la pressurizzazione; — Interruzione programmata dell'energia elettrica se la pressurizzazione non può essere ripristinata entro il tempo prestabilito o se la concentrazione di gas infiammabili sta per raggiungere un livello pericoloso.

Note: 1 - Preferibilmente ottico e acustico, quest'ultimo tacitabile e non disinseribile.
2 - Il tempo di 30 min può anche essere prolungato per facilitare l'arresto programmato delle apparecchiature nell'interesse della sicurezza, purché si accerti che l'atmosfera immediatamente all'esterno del locale non è pericolosa.

Secondo la norma CEI 31-30 un luogo non è pericoloso se in esso non è prevista la presenza di gas o vapori infiammabili in quantità tali da richiedere l'installazione di impianti elettrici a sicurezza.



Da questa definizione si deduce che l'apporto di aria fresca in un ipotetico volume, nel quale sia presente una sorgente di emissione di gas infiammabili, può favorire la diluizione del gas fino a concentrazioni al di sotto al limite di inferiore di infiammabilità tipico della sostanza emessa.

Portate di ventilazione ben dimensionate combinate ad un sistema di distribuzione uniforme dell'aria possono ridurre i tempi di persistenza dell'atmosfera esplosiva intorno alla sorgente. Altra caratteristica che deve avere il sistema di ventilazione (naturale o artificiale che sia) è che deve agire costantemente sulla sorgente di emissione o comunque deve agire per un tempo sufficientemente lungo per assicurare la non contemporaneità tra la presenza di atmosfera esplosiva ed innesco (qui consideriamo i soli inneschi lettrici).

La portata dell'aria di ventilazione deve essere in rapporto con la portata di sostanza emessa: quanto maggiore è la portata d'aria tanto minore è la dimensione (estensione) del volume pericoloso intorno alla sorgente di emissione, riducendola in alcuni casi ad una estensione trascurabile, ovvero a luogo non pericoloso.

All'aperto la ventilazione naturale è spesso sufficiente ad assicurare la dispersione di ogni atmosfera esplosiva. In alcuni casi la ventilazione naturale è efficace anche in determinati luoghi al chiuso dove sono state praticate aperture nelle pareti o nel soffitto disposte in modo che la ventilazione al suo interno possa essere considerata equivalente a quella di un luogo all'aperto.

In luogo chiuso la diluizione dei gas o vapori deve essere realizzata con impianti artificiali, a mezzo di ventilatori o estrattori, con i quali è possibile ottenere la riduzione dell'estensione delle zone pericolose fino al loro annullamento.

L'impianto artificiale di ventilazione dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

1. controllo del flusso d'aria;
2. prelievo dell'aria di ventilazione in luogo sicuramente non inquinato da sostanze infiammabili;
3. immissione dell'aria ed estrazione della stessa in punti o da punti che tengano conto della densità di gas e vapori rispetto all'aria;
4. immissione ed estrazione in punti che tengano conto degli ostacoli e delle turbolenze che si creano e che in alcuni casi annullano il movimento dell'aria.



RIFLESSI NELLA SCELTA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DELLE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

Prima di addentrarci nell'esame dei modi in cui le Norme CEI 31-30 influenzano le scelte progettuali e l'installazione degli impianti elettrici a corredo delle attrezzature e degli impianti antincendio, è necessario accennare alle differenze costruttive degli impianti elettrici a sicurezza ed ai criteri da seguire nella scelta degli stessi.

Impianti elettrici a sicurezza

Le Norme CEI 64-2 identificano un impianto elettrico a sicurezza con le lettere AD seguite da una o due lettere. **AD** deriva dalla vecchia definizione **antideflagrante** contenuta nel DPR 547 oggi caduta in disuso a favore della definizione **a sicurezza**.

Degli impianti elettrici a sicurezza previsti dalle Norme se ne dà di seguito una breve descrizione.

Impianto a prova di esplosione, AD-PE

E' adatto per vapori, gas o nebbie ed è l'impianto più caratteristico e più costoso ed utilizza custodie **Ex-d** per segregare tutti i componenti. I cavi sono protetti con tubi di acciaio zincato di spessore costante e provati alla pressione statica di 400 N/cm² per una durata compresa tra 10 e 60 secondi.

Le tratte di tubazioni successive sono raccordate con filettature coniche UNI 6125 con manicotti o raccordi a tre pezzi senza interposizione di guarnizioni.

Nei collegamenti ai motori, i tubi diventano flessibili per resistere alle sollecitazioni e per non trasmettere le vibrazioni al rimanente impianto. I flessibili più sicuri sono i tubi di acciaio inox con calze di acciaio zincato resistenti alla pressione.

Nei passaggi sigillati deve essere impiegata una miscela di bloccaggio non igroscopica, che non formi bolle e sufficientemente densa da non filtrare negli spazi da non occupare.

Infine, quando le tubazioni si sviluppano su più piani verticali esiste la necessità di drenare la condensa che si accumula nei punti più bassi delle tubazioni.

Le vernici da utilizzare, quando necessario, non devono contenere alluminio o altri metalli in quanto le particelle faciliterebbero la propagazione della fiamma attraverso gli interstizi.

I particolari da proteggere contro l'ossidazione possono essere trattati con vaselina neutra o con grassi al silicone.



Impianto a sovrappressione interna, AD-SI

Utilizzato per tutte le sostanze, adotta componenti elettrici racchiusi in custodie **Ex-p** riempite con un gas inerte o con aria e mantenute in leggera sovrappressione rispetto all'aria ambiente. Il criterio di sicurezza è basato sul concetto di impedire alle sostanze pericolose di entrare nelle custodie dove verrebbero innescate.

L'aria, adeguatamente filtrata, dev'essere prelevata in ambiente aperto e in zona sicuramente non AD.

Il lavaggio deve essere assicurato con un numero di ricambi non inferiore a 5 volte il volume dell'impianto e la pressurizzazione dev'essere assicurata con provvedimenti di sovradimensionamento del complesso motore-ventilatore, doppia alimentazione elettrica, doppio ventilatore ed allarme di minima pressione in luogo sempre presidiato.

Impianto e sicurezza intrinseca, AD-I

Impiega costruzioni **Ex-i** la cui sicurezza è basata su criteri progettuali e costruttivi che mettono in gioco bassissime energie, di per sé insufficienti ad innescare incendi.

Questo criterio di sicurezza trova applicazione nei circuiti di misura e controllo e non certo negli impianti di forza motrice e di illuminazione. In realtà si tratta di impianti di regolazione e controllo inseriti in impianti di forza motrice ed illuminazione protetti in modo diverso.

Impianti e tenuta, AD-T

Sono idonei per gli esplosivi e per le polveri e tutti i componenti sono segregati in custodie a tenuta con i gradi di protezione indicate dalle Norme.

I conduttori sono protetti con tubi di acciaio zincato tipo UNI 3824 fino a 2,5 metri di altezza dal piano di lavoro mentre negli altri percorsi è ammesso l'impiego di tubi diversi, purché incombustibili, quali ad esempio i tubi Helios filettati aventi caratteristiche di tenuta garantite e smaltature autoestinguenti, dato che tali tubazioni non devono propagare la fiamma.

Le giunzioni devono avere tenuta stagna mediante interposizione di mastici o di canapa come per i tubi dell'acqua ed è necessario assicurare la continuità elettrica mediante ponticelli.

Impianti a sicurezza funzionale, AD-F

In questo tipo d'impianto, adatto per gas, vapori e nebbie, si adottano costruzioni **Ex-e** progettate con criteri di sicurezza graduati con l'attitudine a fornire l'energia di innesco alle miscele pericolose.

Se nel funzionamento normale i componenti possono produrre archi, scintille e riscaldamenti pericolosi li si racchiude in custodie adatte all'impiego, mentre gli altri componenti sono scelti con più libertà.

All'atto pratico i componenti che non danno luogo a fenomeni innescanti si riducono ai soli cavi e tuttavia l'impiego di tale criterio di sicurezza risulta ancora vantaggioso se si considera il notevole sviluppo delle linee la cui protezione comporterebbe costi senza dubbio più elevati.

Nell'impianto a sicurezza funzionale, il cui criterio si fonda sulla **normalità del funzionamento**, bisogna prendere adeguate precauzioni affinché non si abbiano guasti con troppa facilità.

Infatti, il funzionamento normale assicura assenza di guasti entro i limiti delle prestazioni nominali di ciascun componente e dell'impianto nella sua interezza.



Ciò significa che tale tipo di impianto deve essere fermato in occasione di qualsiasi guasto e richiede barriere di sicurezza di grado superiore rispetto a quelle richieste da un impianto elettrico.

Nasce allora il problema di definire le **prestazioni nominali** per macchine ed apparecchi installabili con modo a sicurezza funzionale. Tali prestazioni devono essere stabilite da chi ordina il materiale in quanto debbono essere correlate alle condizioni di esercizio. A tal fine assume grande rilevanza la conoscenza della **minima temperatura superficiale**, raggiungibile dal componente nel funzionamento normale, della **temperatura di autoaccensione** e della **temperatura di infiammabilità**.

Esistono due sottotipi di impianti AD-F:

- **AD-FE** ovvero a sicurezza funzionale a prova di esplosione i cui componenti da segregare sono racchiusi in custodie **Ex-d** o **Ex-p**;
- **AD-FT** o impianto funzionale a tenuta i cui componenti sono racchiusi in custodie a tenuta utilizzabili anche negli impianti **AD-T**.

Infine, per quanto concerne i cavi non armati, negli impianti AD-FE questi debbono essere protetti, fino a 2,5 metri di altezza, con tubi autoestinguenti, che dovranno sopportare le sollecitazioni meccaniche.

Negli impianti AD-FT i cavi possono essere installati a vista senza involucri protettivi purché siano del tipo non propagante l'incendio e non soggetti a sollecitazioni meccaniche.

Impianto di tipo speciale, AD-S

Si tratta di modi di protezione che prevedono la immersione in olio (**Ex-o**) o in sabbia (**Ex-q**) o il congelamento in resina (**Ex-m**) dei componenti che possono produrre archi, scintille o riscaldamenti pericolosi.

Di solito questi metodi di protezione sono applicati a singole apparecchiature inserite negli impianti a sicurezza più diffusi. Ad esempio si applicano agli autotrasformatori statici, ai teleruttori in bagno d'olio, etc.

Impianto a sicurezza di tipo approvato, AD-A

Si tratta di impianti la cui sicurezza è stata ottenuta mediante sistemi studiati di volta in volta dai progettisti e sottoposti per l'approvazione alle Autorità competenti.

In realtà la sigla abbraccia tutti gli impianti non normalizzati, molto diversi tra loro, ma che hanno in comune la caratteristica di non essere inquadrati tra i tipi codificati dalle Norme.

Scelta dell'impianto a sicurezza

Le norme CEI 64-2 distinguono gli impianti elettrici a sicurezza in tre categorie:

- idoneo;
- ridondante;
- vietato.

Un impianto è ridondante se le sue caratteristiche di sicurezza eccedono le specifiche esigenze del luogo e delle sostanze considerate.

Nelle due tabelle che seguono sono riepilogati i vari tipi di impianto, previsti delle Norme CEI 64-2 e CEI 31-33 accanto alla corrispondente zona di installazione.



La **Tabella IV.a**, ricavata dal Capitolo VI delle Norme CEI 64-2, riporta la correlazione fra classe, zona dei luoghi e grado di sicurezza degli impianti elettrici. In generale le indicazioni sono chiare e non necessitano di commenti. Dall'esame dei dati tabellati e limitatamente alla Classe 1 si osserva che:

1. Nella Z0 sono ammessi soltanto impianti AD-SI, AD-I e AD-S.
2. Nella Z1 non sono ammessi impianti AD-T, AD-FE2, AD-FT, AD-S.
3. Nella Z2 non sono ammessi impianti AD-T e AD-FT.

Una nota di attenzione richiede un caso notevole previsto nel capitolo 6 e che attiene gli impianti da installare in luoghi di Classe 1 muniti di impianto di ventilazione artificiale: se le costruzioni elettriche non rimangono in tensione durante l'emergenza e se la ventilazione è stata realizzata per ottenere, in ogni parte del luogo, concentrazioni inferiori al 30% del LIE, il locale si considera **Zona artificialmente non AD**.

La **Tabella IV.b** è stata desunta dalle Norme CEI 31-30 e anch'essa descrive le relazioni tra zone e tipologia di impianti a sicurezza idonei ad essere installati nella zona considerata. Nella stessa sono state introdotte le seguenti equivalenze previste dalle Norme CEI 31-30 in materia di classificazione:

- Zona 0 e Zona C1Z0
- Zona 1 e Zona C1Z1
- Zona 2 e Zona C1Z2

Infine la Tabella integrata descrive le relazioni tra le norme e gli impianti ammessi nelle zone e nelle classi. Dalla stessa si potranno desumere le variazioni introdotte dalle CEI 31-30 e le corrispondenze tra classi e zone vecchie e nuove.

Per una corretta applicazione dei contenuti delle tabelle si dovrà prendere visione delle note alla Tabella IV delle Norme CEI 64-2.



Tabella IV. a - Corrispondenza tra impianti a sicurezza e zone AD nelle CEI 64-2

Sigla	Tipo di impianto a sicurezza	Costruzioni	Ammesso in zona
AD-PE	A prova di esplosione	Ex-d	C0Z1, C0Z2, C0ZR, C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-SI	A sovrappressione interna	Ex-p	C0Z2, C0ZR, C1Z0, C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-I (ia)	Intrinseca	Ex-i	Tutte
AD-I (ib)	Intrinseca	Ex-i	C0Z2, C0ZR, C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-T (IP44)	A tenuta		C0Z2, C0ZR, C1ZR, C2Z, C3Z2
AD-T (IP55)	A tenuta		C0Z1, C0Z2, C0ZR, C1ZR, C2Z, C3Z2
AD-FE1	Funzionale contro l'esplosione	Ex-e	C0ZR, C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-FE2	Funzionale contro l'esplosione	Ex-e	C0ZR, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z2
AD-FT (IP44)	Funzionale a tenuta		C0ZR, C1ZR, C2Z(NE), C3Z2
AD-FT (IP55)	Funzionale a tenuta		C0ZR, C1ZR, C2Z, C3Z2
AD-S (olio)	Di tipo speciale	Ex-o	C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-S (sabbia)	Di tipo speciale	Ex-q	C0Z1, C0Z2, C0ZR, C1Z0, C1Z1, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z1, C3Z2
AD-S	A chiusura in resina	Ex-m	C0ZR, C1Z2, C1ZR, C2Z, C3Z2
AD-A	Approvato dall'Autorità		Tutte



Tabella IV. b - Corrispondenza tra impianti a sicurezza e Zone pericolose nelle CEI 31-33

Sigla	Tipo di impianto a sicurezza	Costruzioni	Ammesso in zona
AD-PE	A prova di esplosione	Ex-d	Z1, Z2
AD-SI	A sovrappressione interna	Ex-p	Z1, Z2
AD-I (ia)	Intrinseca	Ex-i	Z0, Z1, Z2
AD-I (ib)	Intrinseca	Ex-i	Z1, Z2
AD-T (IP44)	A tenuta		Non ammessi
AD-T (IP55)	A tenuta		Non ammessi
AD-FE1	Funzionale contro l'esplosione	Ex-e	Z1, Z2
AD-FE2	Funzionale contro l'esplosione	Ex-e	Z2
AD-FT (IP44)	Funzionale a tenuta		Non ammessi
AD-FT (IP55)	Funzionale a tenuta		Non ammessi
AD-S (olio)	Di tipo speciale immersi in olio	Ex-o	Z1, Z2
AD-S (sabbia)	Di tipo speciale sotto sabbia	Ex-q	Z0, Z1, Z2
AD-S	A chiusura in resina	Ex-m	Z2



Tipi di Impianti elettrici a sicurezza	Classe del luogo pericoloso (Eventuale sottoclasse) Qualifica zona AD Norma Applicabile	C2(Polveri)			C1(Gas e Vapori)				C0(Esplosivi)			
		NE	E									
		C2Z			Z2	Z1	Z0	COZA	COZ2	CoZ1	COZ0	
		CEI 64-2			CEI 31-30				CEI 64-2			
AD -PE	Categorie Sez. 03	I a	R	R	R	S	X	R	R	R	X	X
AD -S-I			R	S	R	S	X	R	R	X	X	
AD -I		I b	R	S	R	S	X	R	S	S	S	
AD -T	Grado di protezione prescritto per tutti i componenti	IP 55	R	R	X	X	X	R	R	S	X	X
		IP 44	R	R	X	X	X	R	S	X	X	X
AD -F	AD- FE 1 AD- FE 2	AD- FE 1	R	R	R	S	X	R	R	X	X	X
		AD- FE 2	R	R	S	X	X	R	X	X	X	X
AD-FT	Grado di protezione prescritto per i soli componenti pericolosi nel funzionamento	IP 55	R	S	X	X	X	R	R	X	X	X
		IP 44	S	X	X	X	X	S	X	X	X	X
AS -S	Conduffure	non soggette a movimento nello uso	R	R	R	S	X	R	R	X	X	X
		soggette a movimento nello uso	S	S	S	S	X	S	S	X	X	X
	Macchine statiche e Apparecchi	immerso in olio	S	S	S	S	X	X	X	X	X	X
		in riempimento di sabbia	R	S	R	S	S	R	R	S	S	X
		a chiusura ermetica o in resina	R	S	S	X	X	R	X	X	X	X

R Tipo impianto idoneo con abbondanza

S Tipo minimo di impianto idoneo

X Tipo impianto non ammesso



Impianti elettrici di attrezzature antincendio: riflessi e considerazioni sulla loro scelta

L'impiego di costruzioni ed impianti elettrici a bordo delle attrezzature e degli impianti antincendio segue gli stessi criteri che vanno osservati nella scelta ed installazione di costruzioni ed impianti elettrici destinati alla generalità degli ambienti e delle macchine produttive.

Nella scelta del tipo di impianto a sicurezza ammesso per ciascuna applicazione occorre tenere presenti alcune regole ben esplicitate dalle Norme CEI 64-2.

1. L'espressione "impianto elettrico a sicurezza" equivale a "impianto elettrico ammesso nelle zone d'impiego". Ciascun tipo di impianto offre garanzie di sicurezza contro le esplosioni solo se impiegato nelle zone AD per le quali è stato indicato idoneo o ridondante. Nelle Norme CEI 31-33 vale lo stesso criterio ma è sparita la qualifica di "ridondante". Ad esempio nei luoghi C1Z0 la Norme CEI 64-2 ammetteva impianti AD-SI, AD-I (ia) e AD-S (sotto sabbia); le norme CEI 31-33 ammettono nella stessa zona soltanto impianti AD-I (ia) e AD-S (sotto sabbia). Non sono più ritenuti idonei gli impianti a sovrappressione interna AD-SI;
2. Nelle Zone C1Z1 erano ammessi impianti AD-PE, AD-SI, AD-I, AD-FE1 e AD-S (tutti); le Norme CEI 31-33 non ammettono nelle stesse zone gli impianti AD-S (incapsulati in resina);
3. Nelle Zone C1Z2 sono ammessi tutti gli impianti a sicurezza con l'esclusione degli impianti AD-T (a tenuta) e degli impianti funzionali a tenuta AD-FT. Le Norme CEI 31-33 non prevedono alcuna innovazione escludendo gli stessi impianti.
4. La Norma CEI 64-2 consentiva la scelta degli impianti elettrici a sicurezza in funzione della classe e della zona del luogo. Classe e zona erano a loro volta strettamente influenzate dallo stato fisico delle sostanze pericolose, dalla loro quantità e dalla qualifica della ventilazione. La presenza di quantità di sostanze sopra i limiti tabellati decideva la classe del luogo; la ventilazione influiva sulla qualifica della zona. Con tale criterio la presenza di sostanze infiammabili allo stato aeriforme obbligava il progettista a scegliere impianti elettrici a sicurezza adatti alla classe 1 o 3. Con le norme 31-30 i criteri di classificazione totalmente riscritti consentono al progettista di operare le scelte più convenienti modificando gli scenari di partenza. In questo modo è possibile per esempio modificare il parametro "ventilazione" fino a ottenere la zona voluta in funzione della tipologia degli impianti elettrici a sicurezza che si vogliono installare, realizzando notevoli economie nell'investimento e nell'esercizio dell'impianto. Per meglio chiarire quest'ultimo concetto facciamo due esempi.

Primo esempio

In un locale attiguo al fabbricato di produzione, dotato di impianto di ventilazione, è stato installato un impianto per produrre schiuma antincendio che comprende elettrovalvole, motoriduttori, pompe e strumenti vari.

Tra i due ambienti non è stata prevista alcuna particolare separazione e per tal motivo l'ambiente antincendio viene classificato, in base alle Norme CEI 64-2, nello stesso modo del reparto di produzione.

Se per ipotesi il luogo di produzione risultava C1Z1, il locale antincendio, privo di aperture di ventilazione, veniva classificato C1Z0 e di conseguenza gli impianti elettrici ammessi erano del tipo AD-SI o AD-I.



Con l'applicazione delle Norme CEI 31-30 è possibile che al locale di produzione venga attribuita una zona diversa dalla Z1. Infatti, a parità di sorgenti d'emissione, la classificazione dipende dal grado della ventilazione e dalla sua disponibilità: se l'aria è immessa in quantità notevoli rispetto alle quantità di sostanze emesse e se la ventilazione è presente con continuità o soggetta a brevi interruzioni, il luogo di produzione potrebbe risultare Zona 1 NE con riflessi notevoli sull'impiantistica elettrica non esclusa quella del locale antincendio. Di fatto nei due locali si potrebbero installare impianti adatti ad ambienti definiti a maggior rischio in caso d'incendio, cioè dei comuni impianti con tenuta IP 44.

Secondo esempio.

Un monitor elettrico è stato installato a circa 10/15 metri da un parco serbatoi di prodotti infiammabili di un impianto petrolchimico. Il sistema, è costituito da palo, torretta fissa, torretta rotante, monitor a comando elettrico e quadri elettrici UZM1 e UZM2

Il sistema UZM è dotato di due quadri elettrici denominati UZM1 e UZM2 e di due attuatori. I due quadri, UZM1 e UZM2 sono posizionati, il primo alla base della torretta rotante, accessibile dalla torretta fissa e, il secondo alla base del palo. I due attuatori sono montati sul monitor e permettono la rotazione orizzontale del monitor e l'alzo della canna. Talvolta, altri due attuatori sono installati per permettere il movimento del deflettore e della valvola di commutazione della canna combinata idro-schiuma.

Il quadro UZM2 gestisce l'alimentazione elettrica di potenza, i segnali ausiliari e l'apertura/chiusura della valvola di alimentazione dell'estinguente. Esso, inoltre, può essere collegato con una pulsantiera esterna per il comando del monitor dalla base del palo.

Il quadro UZM1 gestisce i movimenti del monitor, del deflettore della canna e della valvola di commutazione.

In base alla classificazione fatta con le CEI 64-2, a partire da uno sfiato di due pollici di un serbatoio contenente toluolo, la Zona 2, in ambiente naturalmente ventilato, si estendeva fino a 31,5 metri dal centro di pericolo. In conseguenza del fatto che il monitor si trovasse in zona 2, il progettista aveva deciso di installare a bordo macchina impianti elettrici AD-PE. Riclassificando il luogo pericoloso con le Norme CEI 31-30 si trova, con gli stessi dati di partenza, che l'area circostante la sorgente di emissione è Zona 2 NE perché il grado della ventilazione è alto, la disponibilità della ventilazione è buona e la sorgente di emissione è stata classificata di secondo grado.

In base ai nuovi risultati nella scelta dello stesso impianto a bordo di monitor si poteva optare per un impianto a tenuta contro la pioggia.