

MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE ZONAS ESPECIALES.

**ÁLVAREZ OSORNO LUIS CARLOS OEL
MONTES NAVARRO RAFAEL ALBERTO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

2008

MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE ZONAS ESPECIALES.

**ÁLVAREZ OSORNO LUIS CARLOS OEL
MONTES NAVARRO RAFAEL ALBERTO**

Monografía presentada para optar título de Ingeniería Eléctrica.

DIRECTOR.

ENRIQUE VANEGAS CASADIEGO.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

2008

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.

1. DESCRIPCIÓN DE LA NORMA EN ZONAS CLASIFICADAS.	Pág.9
--	-------

2. DEFINICIONES (VOCABULARIO).

2.1 Área peligrosa.	Pág.14
2.2 Área no peligrosa (segura).	Pág.14
2.3 Atmósfera explosiva.	Pág.14
2.4 Categoría de aparatos.	Pág.14
2.5 Cantidad mínima de sustancia peligrosa.	Pág.14
2.6 Corriente mínima de inflamación (cmi).	Pág.14
2.7 Densidad relativa.	Pág.15
2.8 Energía mínima de ignición.	Pág.15
2.9 Fuente de escape.	Pág.15
2.10 Límites de explosión.	Pág.16
2.11 Líquidos, gases y vapores inflamables en la atmósfera.	Pág.16
2.12 Gases permanentes.	Pág.16
2.13 Gases licuados del petróleo (glp).	Pág.16
2.14 Material ex.	Pág.17
2.15 Polvo combustible.	Pág.17
2.16 Polvo conductor.	Pág.17
2.17 Presión máxima de explosión.	Pág.17
2.18 Punto de destello o de inflamabilidad (flash point).	Pág.17
2.19 Punto de ebullición.	Pág.17
2.20 Tasa de escape.	Pág.17
2.21 Temperatura de ignición.	Pág.18
2.22 Temperatura ambiente.	Pág.18
2.23 Temperatura superficial máxima.	Pág.18

2.24 Ventilación.	Pág.18
2.25 Zonas.	Pág.18

3. FUNDAMENTOS PRINCIPALES DE UNA EXPLOSIÓN.

3.1 Triángulo de fuego.	Pág.19
3.2 Sustancias inflamables.	Pág.19
3.3 Focos de ignición.	Pág.19

4. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS, CLASE I CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS.

4.1 Clase I.	Pág.23
4.2 Estudio preliminar.	Pág.26
4.3 Fuente de escape.	Pág.27
4.4 Ventilación.	Pág.27
4.5 Grados de ventilación.	Pág.30
4.6 Principios de clasificación básicos.	Pág.30
4.7 Factores que determinan el tipo de zona.	Pág.31
4.8 Acciones en caso de fallo de la ventilación artificial.	Pág.32
4.9 Cantidad mínima de sustancia inflamable.	Pág.33

5. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE II.

5.1 Polvos inflamables.	Pág.35
5.2 Ejemplo de emplazamientos.	Pág.36
5.3 Zona clasificada.	Pág.36
5.4 Fuente de escape.	Pág.38
5.5 Características de las sustancias.	Pág.39
5.6 Temperatura mínima de inflamación (tmi).	Pág.40
5.7 Capas de polvo de espesor excesivo.	Pág.42

5.8 Condiciones de explosión.	Pág.43
5.9 Energía mínima de inflamación (emi).	Pág.44
5.10 Fuente de ignición.	Pág.44
5.11 Autopropagación.	Pág.45
5.12 Principios de clasificación de áreas.	Pág.46

6. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE III.

6.1 Características Lugares Clase III.	Pág.47
--	--------

7. MODOS DE PROTECCIÓN.

7.1 Envoltente antideflagrante “d”.	Pág.50
7.2 Seguridad aumentada “e”.	Pág.53
7.3 Seguridad intrínseca “i”.	Pág.56
7.4 Relleno pulverulento “q”.	Pág.58
7.5 Presurización “p”.	Pág.59
7.6 Inmersión en aceite “o”.	Pág.61
7.7 Encapsulados “m”.	Pág.62
7.8 Simplificado “n”.	Pág.63
7.9 Protección especial “s”.	Pág.65
7.10 Modo de protección combinado.	Pág.66
7.11 Marcado.	Pág.67
7.12 Índice de protección (IP).	Pág.71

8. EJEMPLOS DE SELECCIÓN DE ÁREAS CLASIFICADAS.

9. EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS.

TABLAS

Tabla 1 Comparación de la normas IEC y NTC 2050 para zona o división.	Pág. 10
Tabla 2. Clasificación por grupos de las atmósferas	Pág. 11
Tabla 3 Clasificación de temperaturas.	Pág. 12
Tabla 4 Clasificación de temperaturas.	Pág. 20
Tabla 5 clasificaciones de los niveles según la presencia de gases de acuerdo la normas IEC 79-10 y NTC 2050.	Pág. 25
Tabla 6 Influencia de la ventilación en el tipo de zona (orientativa).	Pág. 29
Tabla 7. Cantidad mínima de sustancia inflamable.	Pág. 34
Tabla. 8 Comparación de las normas IEC VS NTC 2050	Pág. 37
Tabla 9 Designación de zonas en fundición de la formación de polvo en nube ó capa.	Pág. 40
Tabla 10 Ejemplo de la influencia del espesor de la capa en la temperatura de inflamación.	Pág.41
Tabla 11 Temperatura límite para bobinados aislados (Medidas por el método de la resistencia).	Pág. 55
Tabla 12 Seguridad en atmósferas explosivas	Pág. 58
Tabla 13 Organismos notificados en la ce.	Pág. 71

FIGURAS

Figura 1 Triangulo de fuego	Pág. 19
Figura 2 Concurrencia explosiva	Pág. 20
Figura 3 Tsm máx permitida en los aparatos.	Pág. 42
Figura 4. Capa excesiva en la parte superior del aparato.	Pág. 42
Figura 5. Capa excesiva en la parte superior del aparato debido a la baja temperatura de inflación del polvo	Pág. 43
Figura 6. Capa Excesiva En Los Costados De Los Aparatos	Pág. 43
Figura 7. Aparato completamente sumergido	Pág. 43
Figura 8 Protección a prueba de llama “d”.	Pág. 50
Figura 9. Protecciones por seguridad aumentada “e”.	Pág. 53
Figura 10 Protección por seguridad intrínseca de un circuito.	Pág. 56
Figura 11 Relleno pulverulento	Pag. 58
Figura 12 Presurización.	Pag. 59
Figura 13 Inmersión en aceite	Pag. 61
Figura 14 Encapsulado.	Pag. 62
Figura 15 Simplificado	Pag. 63
Figura 16 Protección especial.	Pag. 65
Figura 17 Ejecución EExde	Pag. 67
Figura 18 Marcado específico	Pag. 68
Figura 19 Marcado adicional	Pag. 69
Figura 20 Marcado CE.	Pag. 69
Figura 21 Marcado EX.	Pag. 70
Figura 22 Índice de protección	Pag. 72

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos procesos industriales, en los que se producen escapes de gases o sustancias, que mezcladas con el aire en concentraciones descritas posteriormente, pueden dar lugar a explosiones a partir por ejemplo, de un arco eléctrico, chispa o elevadas temperaturas, ya sea en servicio normal o condiciones específicas de fallo.

Desgraciadamente tenemos numerosos ejemplos de explosiones en atmósferas peligrosas, con pérdidas de vidas humanas. Estos ejemplos podemos localizarlos tanto en industrias petroquímicas, plataformas “offshore”, silos, gasolineras, etc.

A fin de evitar los riesgos derivados del uso de aparatos eléctricos en ambientes potencialmente explosivos, se han desarrollado diferentes técnicas de protección e instalación, de acuerdo a unas normas y reglamentos de obligado cumplimiento, tanto para la fabricación de equipos, instalación y mantenimiento de los mismos, en las citadas áreas.

Por tal motivo se realizó este manual que nos ayudará a identificar cada una de las áreas clasificadas, cuales son los riesgos que se producen cuando no se les da el manejo adecuado, no se toman las precauciones adecuadas y no se utilizan los materiales recomendados por los fabricantes con el fin de evitar accidentes por la mala utilización de los materiales

1. DESCRIPCIÓN DE LA NORMA EN ZONAS CLASIFICADAS.¹

La norma NTC 2050 establece en su generalidad (500-3) que las atmósferas pueden ser potencialmente explosivas cuando se dan mezclas del tipo gas/aire, vapor/aire, polvo/aire, u otras combinaciones inflamables. Por tanto, en estas áreas es necesario eliminar cualquier fuente de ignición como pueden ser chispas, superficies a alta temperatura o electricidad estática, las cuales pueden hacer arder estas mezclas.

Es en este tipo de áreas donde deben utilizarse equipos eléctricos, diseñados y contruidos de forma que no puedan crear ninguna fuente de ignición capaz de afectar a estas mezclas antes de que los equipos eléctricos se utilicen en una atmósfera potencialmente explosiva, se debe tomar una muestra y se debe comprobar de forma exhaustiva así como certificar por medio de un organismo o autoridad independiente como **BASEEFA** por citar uno en EUROPA o **UL** (Underwriter Laboratories) en Estados Unidos.

Esta información se crea con el fin de usarla únicamente como una guía de referencia. Para la realización de operaciones como mantenimientos o clasificación de cualquier zona, equipo o elemento que forme parte de una atmósfera potencialmente explosiva en donde se debe emplear manuales de procedimientos y actuaciones mucho más precisas y concretas.

¹ Tomado de la NTC 2050 y Norma IEC.

Clasificación de áreas.

Buscando la manera de crear algunas comparaciones de la norma NTC 2050 con la norma IEC, podemos decir que las plantas de proceso se encuentran divididas en zonas (Europa) o divisiones (Americana) según la probabilidad de que exista una atmósfera potencialmente explosiva.

Clasificación Norma IEC	Definición de Zona o División	Clasificación Norma NTC 2050
ZONA 0 (Gases) ZONA 20 (Polvos)	Un área en la cual una mezcla explosiva está presente de forma continua o durante un largo período de tiempo.	Clase 1 Div. 1 (Gases) Clase 2 Div. 1 (Polvo)
ZONA 1 (Gases) ZONA 21 (Polvos)	Un área en la cual, durante el tiempo en el que se desarrolla actividad, existe posibilidad de que se de una mezcla explosiva.	Clase 1 Div. 2 (Gases) Clase 2 Div. 2 (Polvo)
ZONA 2 (Gases) ZONA 22 (Polvos)	Un área en la cual, durante el tiempo en el que se desarrolla actividad, no existe posibilidad de que se de una mezcla explosiva, y si ocurriera, esta se daría por un corto período de tiempo.	Clase 1 Div. 2 (Gases) Clase 2 Div. 2 (Polvo) Clase 3 Div. 1 (Fibras) Clase 3 Div. 2 (Fibras)

Tabla 1 Comparación de la normas IEC y NTC 2050 para zona o división.

Grupos de clasificación de los gases (incluido el polvo y fibras).

Existen dos grupos principales en los que se pueden clasificar los gases, Grupo I - sólo minería y Grupo II - Industrial.

El Grupo I se refiere únicamente al sector de la minería donde se dan principalmente el metano y el polvo de carbón.

El Grupo II de gases se da en el sector industrial. Este grupo contiene a su vez subgrupos en función de la volatilidad de los gases. Esto permite que los equipos eléctricos sean diseñados con menores exigencias si se van a usar en zonas donde se den gases con la menor volatilidad.

Gas típico / material	Grupo de gases (IEC)	Grupo de gases NTC 2050
Metano.	I	-
Acetileno.	IIC	A
Hidrogeno.	IIC	B
Etileno.	IIB	C
Propano.	IIA	D
Polvo de Metal.	-	E
Polvo de Carbón.	-	F
Polvo de grano (cereal).	-	G

Tabla 2. Clasificación por grupos de las atmósferas.

Temperatura.

Las superficies a altas temperaturas pueden causar la ignición en atmósferas explosivas. Para evitar que se den estas situaciones, todos los equipos eléctricos cuyo uso sea destinado para atmósferas potencialmente explosivas deben estar clasificados según la máxima temperatura que vayan a alcanzar cuando estén en funcionamiento. Esta temperatura está tomada normalmente en unas condiciones de temperatura ambiente de 40°C. y puede entonces ser comparada con la temperatura de ignición del gas o gases que están o pueden estar en contacto con el equipo, estableciendo así si el equipo es idóneo o no para ser empleado en esa área.

Muchos productos se encuentran certificados para su uso a temperaturas ambiente de hasta 55° C.

Clasificación Por Temperatura		Máxima Temperatura De La Superficie
IEC	NTC 2050	
T1	T1	450 °C
T2	T2	300 °C
	T2A	280 °C
	T2B	260 °C
	T2C	230 °C
	T2D	215 °C
T3	T3	200 °C
	T3A	180 °C
	T3B	165 °C
	T3C	160 °C
T4	T4	135 °C
	T4A	120 °C
T5	T5	100 °C
T6	T6	85 °C

Tabla 3 Clasificación de temperaturas.

Por ejemplo. El Butano tiene una Temperatura (T) de ignición de 365°C. El equipo usado en las proximidades de este gas necesitaría un rango T de T2 o mayor.

En conclusión el conjunto de normativas va destinado, en definitiva, a la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.

Las normas de modos de protección se estructuran de forma que el “modo” se define en una norma general común a todos ellos y en una norma particular.

Las normas generales tienen una doble función como “reglamentadoras” u ordenadoras de las técnicas de protección y por otro lado establecen principios comunes, racionalizando la definición de todos estos.

Función ordenadora:

- Define ciertas exclusiones
- Establecen división entre Grupos I, II y III.
- Definen las clases de temperatura superficial.

- Establecen la necesidad de ensayos individuales.
- Delimitan la responsabilidad del fabricante.
- Fijan el marco genérico de tratamiento de material reparado.

Principios comunes.

- Establecen exigencias comunes respecto a los materiales.
- Determinan la necesidad de retrasos de apertura.
- Fijar los criterios a cumplir por los cierres.
- Determinar exigencias mínimas para ciertos equipos.
- Exigen la presencia de elementos para unión equipotencial de masas y define sus exigencias constructivas.
- Define ciertos ensayos comunes a todos o varios modos.
- Regulan la norma de realizar ensayos.
- Dispositivos médicos para su uso en entorno sanitario (quirófanos).
- Aplicación en entornos con sustancias explosivas o química inestable (pirotecnia).
- Equipos destinados a entornos domésticos y no comerciales (aparatos de gas de hasta 60KW de potencia calorífica).
- Equipos de protección personal.
- Los equipos para navíos marinos y unidades móviles “offshore”.
- Los vehículos de transporte, salvo los destinados a circular por atmósferas explosivas.
- Cualquier otro entorno que disponga de una reglamentación particular (minas, almacenamiento, etc.)

2 DEFINICIONES (VOCABULARIO)².

2.1 Área peligrosa.

Área en la cual está presente una atmósfera gaseosa o polvorienta explosiva, o puede estar presente en tal cuantía, como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y uso del material eléctrico.

2.2 Área no peligrosa (segura).

Área en la cual no se prevé que exista una atmósfera gaseosa o turbulenta explosiva, en cantidades tales, como para requerir precauciones especiales para la construcción, instalación y uso de materiales eléctricos.

2.3 Atmósfera explosiva.

Es una mezcla con el aire de gases, vapores, nieblas o polvo inflamables, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no consumida.

2.4 Cantidad mínima de sustancia peligrosa.

Indica la cantidad mínima de la cual se aplican las prescripciones de seguridad.

2.5 Corriente mínima de inflamación (CMI).

Es la corriente mínima, medida en un equipo de laboratorio normalizado que incluye un circuito inductivo, que provoca la inflamación de una mezcla explosiva.

2.6 Densidad relativa.

Es la relación entre la densidad del gas o vapor a la presión de referencia de 101'3kPa (1013 milibares) y la densidad del aire en las mismas condiciones de presión de referencia y temperatura.

² Tomado de compendio para instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas.

En función de su densidad los gases o vapores se clasifican en:

- Más pesados que el aire: si la densidad es superior a 1'2.
- Más ligeros que el aire: si la densidad es inferior a 0'8.
- Para gases o vapores con densidad comprendida entre 0'8 y 1'2 (ambos incluidos), deberán respetarse las prescripciones relativas a gases o vapores pesados así como también las relativas a gases o vapores ligeros.

Ya que la densidad es determinante para la extensión de la zona, esto dará como resultado la superposición de los dos casos.

2.7 Energía mínima de ignición.

Es la energía mínima necesaria para provocar la ignición de la mezcla explosiva.

Gradiente máximo de presión. Nos define la velocidad de crecimiento de la Presión. Junto al parámetro anterior nos indica la gravedad y violencia de la explosión.

2.8 Fuente de escape.

Es un punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera, sustancias inflamables de tal modo que se pueda formar una atmósfera explosiva.

2.9 Límites de explosión.

Límite inferior de explosión (lie):

Es la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire, a partir de la cual se formará una atmósfera de gas explosiva.

Límite superior de explosión (lse):

Es la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire, por debajo la cual se formará una atmósfera de gas explosiva.

2.10 Líquidos, gases y vapores inflamables en la atmósfera.

Las sustancias inflamables, cuya posibilidad de escape a la atmósfera hay que considerar

en la clasificación de áreas para instalaciones eléctricas, son los gases permanentes, los gases licuados del petróleo y los vapores de líquidos inflamables.

2.11 Gases permanentes.

Son generalmente, mezclas más ligeras que el aire, como el metano, el hidrógeno y las mezclas de metano con pequeñas cantidades de hidrocarburos.

Los gases permanentes, al escapar por una abertura, se dispersan rápidamente debido a su baja densidad. Excepto en lugares cerrados, estos gases producen raras veces mezclas peligrosas en las zonas cerca del nivel del suelo.

2.12 Gases licuados del petróleo (GLP).

Los gases licuados inflamables más comunes son el propano, el butano y sus mezclas, con densidades, entre 1'5 y 2 veces al del aire. Estos gases licuados escapan de forma de gas, son muy volátiles y tienen bajas temperaturas de ebullición, produciendo grandes volúmenes de vapor. Los vapores pesados recorren largas distancias sobre el suelo si las corrientes de aire no ayudan a su dispersión.

2.13 Material Ex.

Denominación genérica aplicada a todo el material eléctrico provisto de algún modo de protección. Modos de protección. Medidas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico para evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera circundante.

2.14 Polvo combustible.

Polvo que puede quemar o arder en el aire y que puede formar mezclas explosivas con el aire a presión atmosférica y a temperatura normal.

2.15 Polvo conductor.

Polvo con una resistividad eléctrica menor o igual a $10^3 \Omega m$.

2.16 Presión máxima de explosión.

Es la presión máxima alcanzada en el aparato de ensayo correspondiente. Este parámetro define la resistencia requerida para soportar la explosión de un determinado producto.

2.17 Punto de destello o de inflamabilidad (Flash point).

De un líquido, es la mínima temperatura a la que este líquido desprende vapor suficiente para formar con el aire una mezcla inflamable en la proximidad de la superficie.

2.18 Punto de ebullición.

Es la temperatura mínima de un líquido que hierve a una presión ambiente de 101.3 Kpa (1013 milibares).

2.19 Tasa de escape.

Es la cantidad de gas o vapor inflamable que se emite por unidad de tiempo desde una fuente de escape.

2.20 Temperatura de ignición.

Es la temperatura más baja a la que se produce la ignición de una sustancia inflamable cuando se aplica el método de ensayo normalizado.

2.21 Temperatura ambiente.

Temperatura del aire u otro medio donde el material vaya a ser utilizado. El material Ex será apto para uso en temperaturas de -20°C $+40^{\circ}\text{C}$ según UNE-EN 60079-14, salvo que no se indique lo contrario en el mismo.

2.22 Temperatura superficial máxima.

Es la mayor temperatura alcanzada en condiciones de ensayo preestablecidas por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante.

Notas:

- Las condiciones más desfavorables comprenden las sobrecargas, así como las situaciones de defecto reconocidas en la norma específica concerniente a los modos de protección.
- Se clasifica en las clases de temperatura T1 a T6, para sustancias gaseosas, en nubes o líquidos inflamables. Para polvos combustible se indica la temperatura alcanzada durante el ensayo, P.E. T125°C.

Un aparato no se utilizará jamás en un ambiente cuya temperatura de ignición sea inferior a la temperatura máxima indicada en su placa de características.

2.23 Ventilación.

Es el movimiento de aire y su renovación por aire fresco originado por el viento, por el gradiente de temperatura o por medios artificiales (por ejemplo ventiladores o extractores).

2.24 Zonas.

Los emplazamientos peligrosos son clasificados en zonas basándose en la frecuencia de aparición y en la duración de la presencia de una atmósfera explosiva.

3 FUNDAMENTOS PRINCIPALES DE UNA EXPLOSIÓN.

3.1 Triángulo de fuego.



Figura 1 Triángulo de fuego.

Los tres lados del triángulo representan los ingredientes esenciales para la ignición de la mezcla combustible.

EN PRIMER LUGAR debe existir la sustancia inflamable (gases, vapor, nieblas o, polvos).

EN SEGUNDO LUGAR se indica la necesidad del oxígeno, el cual siempre está presente en la atmósfera terrestre, en una concentración aproximada del 22% con el aire.

EN TERCER LUGAR, el foco de ignición, iniciador o inductor de la explosión. La concurrencia de estos tres elementos en el tiempo da lugar a una explosión.

3.2 Sustancias inflamables.

Es una sustancia que es autoinflamable, o es capaz de producir un gas, vapor o niebla inflamables.

Dicha sustancia únicamente será inflamable en una determinada concentración, por debajo de dicha concentración recibe el nombre de “mezcla pobre” y por encima será una “mezcla saturada”.

En el caso de los gases dicha concentración se determina entre, **límite inferior de Explosividad (LIE)**, y **límite superior de explosividad (LSE)**.

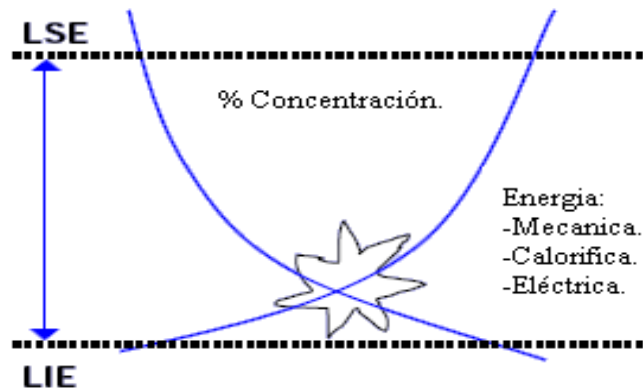


Figura 2 Concurrencia explosiva.

Estos límites se expresan en tanto por ciento de gas o vapor en aire. En cuanto a los polvos

la concentración mínima explosiva en gr/m³ en el aire, se sitúa aproximadamente:

- Límite inferior entre 20 y 60 gr/m³
- Límite superior entre 2 y 6 Kg./m³

CARACTERÍSTICAS	VELOCIDAD	PRESION/RUIDO
DEFLAGRACIÓN	MUY BAJA Cm/s	LEVE (<3 bar)
EXPLOSIÓN	BAJA m/s	ELEVADO (3 a 10bar)
DETONACIÓN	ALTA Km/s	ENSORDECEDOR (>20bar)

Tabla 4 Clasificación de temperaturas.

3.3 Foco de ignición.

Los focos de ignición (arcos, chispas o puntos calientes) pueden ser de origen mecánico, eléctrico, electromagnético o atmosférico, por ejemplo:

3.3.1 Eléctricos.

- el abrir y cerrar circuitos
- descargas electrostáticas
- ruptura de cables
- cortacircuitos entre fases o masa
- corrientes eléctricas de compensación
- en lámparas, conductores, resistencias Eléctricas, motores, etc.

3.3.2 Mecánicos

- rozamiento entre superficies
- impactos
- fricciones

3.3.3 Atmosféricos

- rayos
- partículas calientes
- reacciones químicas
- llamas

3.3.4 Electromagnéticos.

- radiaciones electromagnéticas
- radiaciones de alta frecuencia
- radiaciones radioactivas
- rayos X

- rayos ultrasónicos Explosión.

El término explosión, se usa comúnmente para la definición de los efectos de una combustión.

Los términos más apropiados para definir la reacción de una combustión, dependiendo de la velocidad de frente de la llama, son: deflagración, explosión y detonación.

En el caso que nos ocupa, en la mayoría, estaremos hablando de deflagraciones, que son explosiones donde el frente de llama viaja por delante del frente de presión.

Solo en casos muy específicos, nos encontraremos con detonaciones, que son explosiones en las que el frente de llama y de presión viaja al mismo tiempo.

4. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE I.³

La clasificación de emplazamientos es conveniente que sea efectuada por personas que tengan conocimiento de las propiedades de la sustancia inflamable, el proceso y el equipamiento. Siendo por tanto el proyectista el responsable de dicha clasificación, amparándose en las normas IEC 61241-3. Para la justificación del riesgo y su parametrización, podrá basarse en documentos y/o datos experimentales de campo, que avalen la clasificación objeto del proyecto.

Los locales o emplazamientos se dividen en “clases” de acuerdo a las sustancias presentes en la atmósfera, según NTC 2050.

4.1 Lugares Clase I. (IEC 79-10.) (NTC 2050 500-7)

Son aquellos lugares en los que existe o pueden estar presentes gases o vapores inflamables. Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o pueden haber líquidos que produzcan vapores inflamables. Entre estos emplazamientos se encuentran comúnmente los siguientes:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. *Se excluyen los garajes e uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.*
- Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes. - Secaderos de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se pueden abrir.

³ Tomado de Compendio para instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas y NTC 2050 500-7.

- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
- Salas de gasógenos.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
- Industrias químicas, Petroquímicas, Refinerías, etc.
- Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

A continuación mostramos las clasificaciones de los niveles según la presencia de gases de acuerdo la norma **IEC 79-10 y NTC 2050**.

CLASE I	
NORMA IEC.	NTC 2050
ZONA 0	DIV 1
Es aquella zona en la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continúa, o se prevé que esté presente durante largos periodos de tiempo o cortos periodos pero que se producen frecuentemente.	Es el que, en condiciones normales de funcionamiento, puede haber concentraciones de combustibles, gases o vapores inflamables.
ZONA 1	DIV 2
Es aquella zona en la que una atmósfera de gas explosiva se prevé pueda estar de forma periódica u ocasional durante el funcionamiento normal.	Zona en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables pero en el que dichos líquidos, vapores o gases están normalmente dentro de recinto que solo pueden salir por una rotura accidental o daño de ese recinto.
ZONA 2	
Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva no se prevé pueda estar presente en funcionamiento normal y si lo está, será de forma poco frecuente y corta duración.	

Tabla 5 clasificaciones de los niveles según la presencia de gases de acuerdo la normas **IEC 79-10** y **NTC 2050**.

4.2 Estudio Preliminar.

Cuando se precisa utilizar aparatos eléctricos en un emplazamiento en el que puede haber una atmósfera explosiva, se debe investigar en primer lugar la viabilidad de:

1. *Eliminar la probabilidad de que se pueda producir una mezcla explosiva en las inmediaciones de la fuente de ignición.*
2. *Eliminar la fuente de ignición Cuando ello no sea posible, deberán tomarse medidas para reducir la probabilidad de aparición de uno o ambos factores, de forma que la probabilidad de coincidencia sea suficientemente baja.*

En la mayoría de los casos que se utilice sustancias inflamables, no puede asegurarse que no vayan a producirse una atmósfera explosiva, así como, asegurar que los aparatos eléctricos no originarán nunca una fuente de ignición. Por el contrario, cuando la probabilidad de presencia de una atmósfera explosiva sea baja, se pueden utilizar aparatos eléctricos con mayor probabilidad de originar fuentes de ignición.

El objeto, es establecer el procedimiento de clasificación de zonas, en función de la probabilidad de existencia de una mezcla gas-aire, con vistas a facilitar la selección e instalación del equipo eléctrico que deba usarse en una zona peligrosa.

La clasificación en zonas está basada en la frecuencia y la duración de la presencia de una atmósfera explosiva, lo que da lugar a las **zonas 0, 1 y 2 ó div. 1 y 2** como ya hemos indicado anteriormente.

4.3 Fuente de escape.

Las fuentes de escape se pueden distinguir los siguientes grados:

4.3.1 Fuente de escape de grado continuo.

Es aquella en la que el escape se produce de forma continua, o presumiblemente durante largos periodos.

La superficie de un líquido inflamable en un tanque de techo fijo con un venteo permanente a la atmósfera, o la superficie de un líquido inflamable que está abierto a la atmósfera continuamente o por largos periodos.

4.3.2 Fuente de escape de grado primario.

Es aquella en que el escape se produce presumiblemente de forma periódica, u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.

Fugas en funcionamiento normal en sellos de bombas, compresores y válvulas; puntos de drenaje de aguas de recipientes que contenga líquidos inflamables, tomas de muestras que puedan desprender sustancias inflamables, válvulas de seguridad, venteos y otras aberturas de donde se espera que pueda escapar sustancias inflamables.

4.3.3 Fuente de escape de grado secundario.

Es aquella en la que no se prevén escapes en funcionamiento normal, y si éstas se producen, es probable que ocurran infrecuentemente o durante cortos periodos de tiempo.

4.4 Ventilación.

El factor ventilación es sumamente importante para la clasificación de zonas. Los gases o vapores emitidos a la atmósfera pueden ser diluidos en el aire hasta que la concentración sea inferior al **Límite inferior de explosión** mediante ventilación.

En la determinación del tipo de ventilación a adoptar, deberá tenerse en cuenta la densidad relativa de los gases o vapores existentes, así como la presencia de obstáculos (fosos, paredes, etc.) que pueden implicar una reducción local del movimiento del aire.

Los métodos desarrollados permiten la determinación del tipo de Zona por:

- La evaluación de la tasa mínima de ventilación requerida para impedir una acumulación significativa de una atmósfera explosiva y la utilización de ésta para calcular un volumen teórico V_z , el cual, con un tiempo estimado de permanencia t , permita la determinación del grado de ventilación.
Estos cálculos no están pensados para ser usados en la determinación de la extensión de los emplazamientos peligrosos.
- La determinación del tipo de zona a partir del grado y la disponibilidad de la ventilación y del grado de escape.

4.4.1 Ventilación natural.

Consiste en el movimiento del aire y reemplazamiento por aire fresco obtenido por el viento y/o las fuerzas producidas por el gradiente de temperatura.

4.4.2 Ventilación artificial general.

Consiste en el movimiento y reemplazamiento por aire fresco causado por medios artificiales (ventiladores, extractores) aplicado a un espacio general.

4.4.3 Ventilación artificial local.

Consiste en el movimiento y reemplazamiento por aire fresco causado por medios artificiales (normalmente extractores) aplicado a una fuente de emisión particular o a un espacio determinado.

4.4.4 No ventiladas.

Cuando no se dispone de ninguno de los medios citados anteriormente.

VENTILACIÓN						
GRADO						
ALTO			MEDIO		BAJO	
DISPONIBILIDAD						
GRADO DE ESCAPE	Muy buena (Zona 0 ED) No Peligrosa	Buena (Zona 0 ED) Zona 2	Mediocre (Zona 0 ED) Zona 1	Muy buena Zona 0	Buena Zona 0 + Zona 2	Mediocre Zona 0 + Zona 1
CONTINUO						MUY BUENA, BUENA o MEDIOCRE Zona 0
PRIMARIO	(Zona 1 ED) No Peligrosa	(Zona 1 ED) Zona 2	(Zona 1 ED) Zona 2	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2
SECUNDARIO	(Zona 2 ED) No Peligrosa	(Zona 2 ED) No Peligrosa	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 O igual Zona 0

NOTA: Zona 0 ED, 1 ED ó 2 ED indica una zona teórica despreciable en condiciones normales.

Tabla 6 Influencia de la ventilación en el tipo de zona (orientativa).

4.5 Grado de ventilación:

4.5.1 Ventilación alta (fuerte): es capaz de reducir de forma prácticamente instantánea la concentración en la fuente de escape obteniéndose una concentración inferior al límite inferior de explosión. Resulta así, una zona de pequeña extensión (casi despreciable).

4.5.2 Ventilación media: Es capaz de controlar la dispersión, manteniendo una situación estable, donde la concentración más allá de una zona confinada es inferior al LIE, mientras el escape se está produciendo y cuando éste cesa, la atmósfera explosiva no persiste excesivamente. La extensión y el tipo de zona son limitados por las características del diseño.

4.5.3 Ventilación baja (débil): Es la que no puede controlar la concentración mientras el escape está efectivo y/o cuando éste ha cesado es incapaz de evitar la permanencia de una atmósfera explosiva excesiva.

4.6 Principios de clasificación básicos.

Para el funcionamiento seguro y económico, de las instalaciones en las actividades en las que se manipulen o almacenen sustancias inflamables o explosivas, se recomienda:

- Que las áreas peligrosas sean lo más reducidas posible.
- En particular, minimizar el número y extensión de las Divisiones 1 y 2 Ó Zonas 0 y 1, preferiblemente pasar a Zona 2.
- Cuando los escapes sean inevitables, se procurará que su volumen sea lo menor posible.
- Los equipos de proceso que la produzcan serán preferiblemente fuentes de emisión de grado primario o inferior.
- Asimismo, se procurará que los escapes en condiciones a normales de trabajo sean de volumen tan reducido como sea posible.

- Una vez clasificado un emplazamiento, no puede modificarse la posición de los aparatos o el procedimiento de trabajo sin conocimiento y autorización del responsable de la clasificación.
- Los cambios necesarios deberán anotarse y reclasificar el emplazamiento.
- Las inspecciones rutinarias de apertura de partes del circuito cerrado (por ejemplo cambio de filtros) debe considerarse una fuente de emisión a efectos de la clasificación de áreas.

4.7 Factores que determinan el tipo de zona.

La probabilidad de presencia de atmósfera explosiva y por tanto el tipo de Zona, depende de:

Grado de fuente de emisión.

Ventilación.

El segundo factor puede variar ampliamente y en un mismo punto de emisión crear distintos tipos de Zonas a su alrededor.

La extensión de zonas depende fundamentalmente de los siguientes parámetros físico-químicos a considerar:

a) Cuantía del escape de gas o vapor. La extensión de la zona aumenta al hacerlo la cuantía del escape, que a su vez depende de otros parámetros a saber:

- **Geometría de la fuente de escape:** Está ligada a las características de la fuente, por ejemplo, una superficie abierta, una fuga de brida, etc.
- **Velocidad de escape:** La extensión de la zona vendrá determinada por la tasa de escape y por su dispersión, en función con su

velocidad. En general, la zona decrecerá cuando aumente la velocidad de escape, mejorando la dilución con el aire.

- **Concentración:** La tasa de escape aumenta con la concentración de gas o vapor inflamable en la mezcla de la fuga.
- **Volatilidad de un líquido inflamable:** Depende de la presión de vapor y del calor de vaporización. Si un líquido inflamable tiene un punto de inflamabilidad por encima de la máxima temperatura a que se manipula, no puede existir atmósfera explosiva. Cuanto más bajo sea el punto de inflamabilidad mayor será la extensión de la zona.
- **Temperatura del líquido.** La tensión de vapor aumenta con la temperatura, y se incrementa la tasa de escape debido a la evaporación.

b) Límite inferior de explosión (LIE), Cuanto menor es el LIE mayor es la extensión de la zona.

c) Ventilación. Con aumento de ventilación, la extensión de la zona se reducirá. Los obstáculos que impiden la ventilación aumentan la extensión de las zonas.

d) Densidad relativa del gas fugado. La extensión de la zona a nivel de suelo aumenta con el incremento de la densidad relativa, y la extensión vertical a partir del escape se incrementará con la disminución de la densidad relativa.

e) Otros parámetros. Condiciones climáticas, topografía.

4.8 Acciones en caso de fallo de la ventilación artificial.

No se pueden dar reglas fijas de tipo general para cuando falle la ventilación artificial. Los riesgos subsiguientes a dicho fallo, dependerán de las condiciones

de cada explotación y en virtud de estas se deberá aplicar una o más de las siguientes medidas:

- Señalización del fallo de la ventilación.
- Algunos o todos los aparatos eléctricos, deberán ser capaces de funcionar en el área clasificada sin ventilación artificial.
- Desconexión de alguno o todos los aparatos con fallo de ventilación.
- Cese de las operaciones del proceso.
- No se tomarán más medidas que el restablecimiento de la ventilación, tan pronto como sea posible y presupone que los aparatos eléctricos son adecuados para uso temporal sin ventilación.

4.9 Cantidad mínima de sustancia inflamable.

Para poder realizar el análisis de la clasificación de emplazamientos con riesgo de explosión, es necesario determinar como primer paso, si el equipo de proceso contiene más sustancia inflamable que el mínimo especificado.

GRUPO	Volumen Mínimo (dm ³)		SUSTANCIAS
	AREAS DE PROCESO	AREA DE ALMACENAMIENTO	
A	100	100	Punto de destello hasta 0°C, sin que sea del grupo F.
B	500	500	Punto de destello comprendido entre 0° y 21°C
C	1000	1000	Punto de destello comprendido entre 21°C y 40°C
D	2000	2000	Punto de destello comprendido entre 40°C y 65°C
E	4000	4000	Punto de destello superior a 65°C (fuels)
F	Los volúmenes varían según el tipo de sustancias.	Los volúmenes varían según el tipo de sustancias.	Gases inflamables y gases inflamables licuados tipo de sustancia. tipo de sustancia. (sustancias con punto de ebullición < 0°C a la presión de 760mm.Hg)

Tabla 7. Cantidad mínima de sustancia inflamable.

(Volúmenes están referidos a condiciones atmosféricas).

5 LUGARES CLASE II⁴. (IEC 79-10) (NTC 2050 500-8)

5.1 Polvos Inflamables.

El riesgo de explosión o inflamación en emplazamientos con polvos, aunque menos intuitivo que los gases, no son menos peligroso. Es sorprendente, la primera vez que oímos hablar de explosiones en polvo, pensar que sustancias tales como la harina, aluminio o carbón puedan originar explosiones de consecuencias catastróficas. A tal efecto, y a fin de prevenir estas hipotéticas explosiones, debemos dotar al equipo eléctrico con una serie de medidas de protección, para su instalación en emplazamientos de Clase II.

5.1.2 Definición de polvos inflamables o combustibles.

Se define como polvo inflamable o combustible a las partículas sólidas y secas de sustancias orgánicas, metales, carbón, cobre, negro de humo, las cuales son combustibles y/o conductoras de la electricidad. Se consideran como polvo las partículas de tamaños aproximados a 1 micra hasta 150 micras. Estas partículas se depositan, en el aire en calma, a velocidad constante.

Las partículas de tamaños mayores se depositan rápidamente. Las partículas visibles a simple vista son de 10 micras o mayores. Las partículas de tamaños comprendidos entre 0'01 y 1 micra se depositan como agregados o permanecen largo tiempo en el aire.

Cuando las partículas son superiores a 100 micras, se suelen denominar arena, y si son inferiores a 1mm reciben el nombre de humos.

⁴ Tomado de Compendio para instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas, NTC 2050.

5.2 Ejemplo de emplazamientos.

Afectan a aquellos locales en los que se fabriquen, manipulen, traten o almacenen cantidades peligrosas de materiales sólidos, susceptibles de inflamación o explosión, pero no a las minas, que se rigen por su propio reglamento, tanto en lo que refiere a su explotación como a su instalación eléctrica.

Ejemplos de ello pueden ser:

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.
- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.).
- Almacenes y muelles de expedición donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos y contenedores.
- Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc
- Plantas de fabricación y procesados de fibras.
- Plantas desmontadoras de algodón.
- Plantas de procesado de lino.
- Talleres de confección.
- Industria de procesado de madera tales como carpinterías, etc.

5.3 Zona Clasificada.

Área en la cual el polvo combustible se halla presente en forma de nube o capa, en cantidades suficientes para requerir aparatos eléctricos capaces de prevenir igniciones.

CLASE II		
IEC	NTC 2050	EJEMPLO
ZONA 20	DIV 1	
Es un área en el que es susceptible que se presente una atmósfera explosiva, en forma de nube o polvo combustible en aire, ocasionalmente en operación normal.	Un lugar en el que en condiciones normales de funcionamiento, hay en el aire polvo combustible en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o combustibles.	interior de tolvas, silos, filtros, sistemas de transporte de polvo, mezcladoras, molinos, secadores, equipos de ensacado, etc.
ZONA 21	DIV 2	
Es un área en el que no es susceptible que se presente en operaciones normales, una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en aire, pero si llegase a presentarse, permaneciera por un corto periodo de tiempo solamente	Es un lugar en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficientes para producir una mezcla explosiva o combustible y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos.	Emplazamientos próximos a puentes de llenado y vaciado de polvos, centros de alimentación, toma de muestras, estaciones de carga y descarga de camiones, puertas o bocas de hombre etc., donde no se han tomado medidas para evitar la formación de mezclas explosivas
ZONA 22		
Es un área en el que no es susceptible que se presente en operaciones normales, una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en aire, pero si llegase a presentarse, permaneciera por un corto periodo de tiempo solamente.		Lugares en los que el polvo pueda escapar en forma de fugas y depositar polvos en cuartos de molienda, salidas de la descarga de los filtros de bolsa,

Tabla. 8 Comparación de las normas IEC VS NTC 2050

5.4 Fuente de escape

Una fuente de escape es cualquier lugar o punto en la etapa de producción que pueda originar una mezcla explosiva de aire y polvo, o crear capas depósitos y montículos, de polvo combustible.

Las fuentes de escape se dividen en función de su capacidad de aportación de polvo en:

- **Grado continuo:** lugar en que hay nube de polvo de forma permanente, o por largos periodos, o frecuentemente. Ejemplo: en el interior de equipos de fabricación como silos, mezcladores y molinos.
- **Grado primario:** lugar en el que puede formarse una nube de polvo ocasionalmente, en operaciones normales. Por ejemplo: en el interior de ciertas instalaciones de extracción, o las proximidades de los puntos de llenado y vaciado de sacos.
- **Grado secundario:** lugar en el cual se espera la formación de nube de polvo en las operaciones normales, o que puede presentarse de modo infrecuente y durante periodos muy cortos de tiempo. Por ejemplo: los accesos o registros que solo se abren ocasionalmente y durante cortos intervalos de tiempo, y en locales de manipulación de productos polvorientos donde puedan originarse depósitos de polvo.

5.4.1 No se consideran fuentes de escape:

- Los recipientes de presión, incluyendo orificios y accesos cerrados.
- Las tuberías y las canalizaciones sin junta.
- Las prensaestopas de las válvulas, las juntas de las bridas diseñadas para evitar fugas de polvo.

5.5 Características de las sustancias.

Las características a tener en cuenta, de los polvos inflamables o combustibles, son las siguientes:

5.5.1 Granulometría.

Cuanto menor sean las partículas de polvo mayor será la posibilidad de inflamar. Para tamaños mayores de 0'5 mm la probabilidad de inflamación es baja, aunque deberá tenerse en cuenta que el frotamiento o roces entre las mismas u otras superficies (transporte, tamizado, etc.) puede generar granos más finos.

5.5.2 Concentración.

Existe una concentración mínima de polvo combustible para que pueda dar paso a una explosión, al igual que el gas. No obstante, hay que recordar que un gas liberado en un recinto ocupará todo el volumen, mientras que el polvo tiende a depositarse. Existe un intervalo de concentración de polvo en suspensión para el cual la mezcla aire-polvo es potencialmente explosiva. Los límites del intervalo son las concentraciones mínimas y máxima explosiva. Experimentalmente solo se mide el límite inferior o concentración mínima explosiva (CME).

5.5.3 Composición química.

Para que la explosión se propague será necesario que se produzca una reacción química entre la partícula de polvo y el oxígeno; la velocidad de reacción dependerá de la concentración de oxígeno y la naturaleza química del polvo.

FUENTE DE ESCAPE	ZONAS		
	POLVO EN NUBES	POLVO EN CAPA DE ESPESOR CONTROLADO	
		MOVIMIENTOS FRECUENTES	RARAMENTE MOVIDO
CONTINUO	20	21	22
PRIMARIO	21	21	22
SECUNDARIO	22	21	22

Tabla 9 Designación de zonas en fundición de la formación de polvo en nube ó capa.

5.6 Temperatura mínima de inflamación (TMI).

Es la menor temperatura a la que se inicia el proceso de inflamación de una muestra de polvo. Determina si una fuente de calor presente es capaz o no de iniciar el proceso. Aquí se debe tener en cuenta dos parámetros que dependen de la disponibilidad de la sustancia, bien sea en capas o depósitos, bien en suspensión en el aire o nube de polvo.

Para el uso de aparatos en clase II se tendrán en cuenta las siguientes reglas para la limitación de temperaturas:

5.6.1 Limitación de temperatura debido a la presencia de nubes en polvo (TIN):

$T_{max} = 2/3 T_{cl}$, donde:

T_{max}: es la temperatura superficial máxima del aparato en °C

T_{cl}: es la temperatura de inflamación de la nube en polvo.

5.6.2. Limitación de la temperatura debido a la presencia de capas de polvo (TIC):

T_{max}=T_{5mm} – 75K, donde:

T_{5mm}: es la temperatura de inflamación de una capa de polvo de 5mm.

75K: factor en °C.

Cuando se prevean espesores superiores a 5mm, la temperatura superficial máxima del aparato se corregirá reduciendo en 3°C por cada milímetro adicional.

En la práctica, todos los valores usuales de TIN y TIC, la clase de temperaturas apropiadas serán T6, T5, y en algún caso T4.

e(mm)	TRIGO	CARBÓN
5	34°C	240°C
20	275°C	190°C
50	230°C	175°C

Tabla 10 Ejemplo de la influencia del espesor de la capa en la temperatura de inflamación.

Cuando exista la posibilidad de que se formen en el aparato capas de polvo mayores de 5mm y hasta 50mm, la temperatura superficial máxima permisible, se reducirá.

Para polvos que tienen la temperatura de inflamación mayor de 250°C para capas de 5mm, deberán estar de acuerdo con el siguiente gráfico.

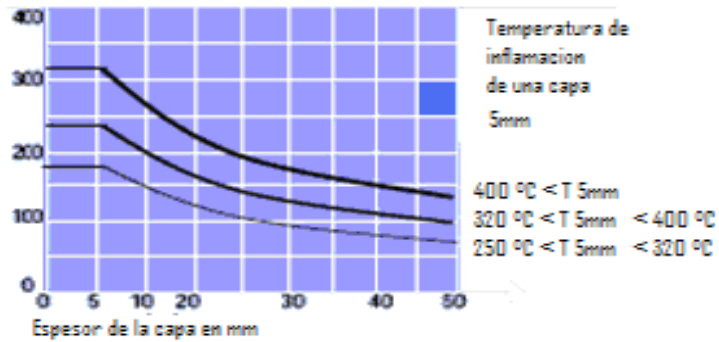


Figura 3 Tsm máx permitida en los aparatos.

Para polvos que tengan su temperatura de inflamación^o en capas de 5mm por debajo de los 250°C, se deben someter a ensayos en laboratorio.

5.7 Capas de polvo de espesor excesivo.

Cuando no se pueda evitar que se forme una capa de polvo de espesor excesivo sobre el aparato, alrededores, ó fondo del aparato, ó totalmente sumergido en polvo, puede ser necesaria una temperatura superficial mucho menor debido al efecto de aislamiento técnico.

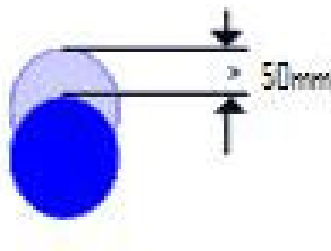


Figura 4. Capa excesiva en la parte superior del aparato.

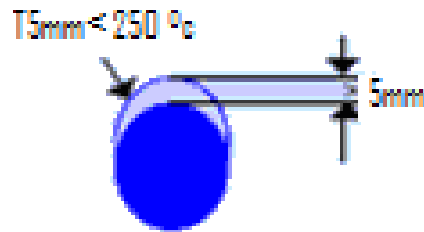


Figura 5. Capa excesiva en la parte superior del aparato debido a la baja temperatura de inflación del polvo.

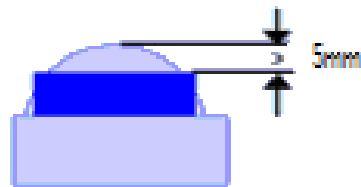


Figura 6. Capa Excesiva En Los Costados De Los Aparatos.

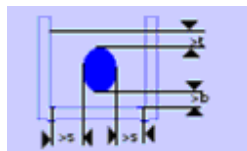


Figura 7. Aparato completamente sumergido.

5.8 Condiciones de explosión.

El comportamiento del polvo combustible es muy diferente al de un gas inflamable. Mientras que este tiende a expandirse con facilidad y rapidez en el aire alcanzando una concentración homogénea, el polvo en la atmósfera tiende a depositarse o, puestos de nuevo en suspensión, por efectos de turbulencias o corrientes de aire. Para que se produzca una explosión del polvo, al igual que los

gases, es necesario que coincidan una mezcla inflamable y una fuente de ignición. Para ello se requiere que:

- El polvo sea oxidable.
- El polvo debe ser capaz de pasar a la atmósfera en forma de suspensión.
- La atmósfera en que el polvo se dispersa debe contener suficiente oxígeno para permitir la combustión.
- El polvo debe tener una distribución de tamaño de partículas capaz de propagar la llama.
- La concentración de polvo en suspensión debe estar dentro del intervalo de explosividad.

5.9 Energía mínima de inflamación (EMI):

Como ya se ha dicho anteriormente, es la menor energía eléctrica, obtenida por descarga capacitiva, capaz de iniciar una ignición en una nube de polvo. Se calcula mediante la expresión:

$E = \frac{1}{2} CV^2$, donde:

C: es la capacidad de los condensadores empleados en el circuito de descarga **V**, es la tensión aplicada.

5.10 Fuente de ignición.

El polvo combustible puede inflamarse por ejemplo:

- Superficies de los aparatos eléctricos que están por encima de la temperatura de inflamación del polvo en cuestión.
- Por arcos o chispas de las partes eléctricas
- Por la descarga de una carga electrostática
- Por energía irradiada (radiación electromagnética)

- Por chispas mecánicas, por fricción o por calentamientos asociados con los aparatos
- Llamas desnudas procedentes de soldadura.
- Quemadores o de fuegos ya iniciados.

5.11 Autopropagación.

Otra característica propia de las explosiones de polvo, es su capacidad de propagación hasta emplazamientos lejanos. Si localmente se producen las condiciones necesarias para la explosión, se podrá iniciar la reacción, implicando en primera instancia, una moderada cantidad de sustancia combustible. Esta explosión, no excesivamente grave de por sí, denominada “primaria”, genera ondas de presión que aumentarán la turbulencia del ambiente, favoreciendo el levantamiento de polvo acumulado en el suelo o en otras superficies (envolventes de equipos, canalizaciones de aire, guías de cable, etc) provocando la suspensión de los mismos. Con ello se alcanza de nuevo las condiciones necesarias para una nueva explosión, llamada “secundaria”. Los efectos de esta segunda explosión, que al propagarse puede dar lugar a sucesivas explosiones en diferentes zonas de la instalación, pueden ser realmente catastróficas, debido a la considerable energía que de forma repentina puede liberar.

Conductividad eléctrica. Es importante diferenciar si el producto polvoriento es conductor de electricidad o no, puesto que el primer caso las medidas preventivas a adoptar deben ser más restrictivas.

Se considera que el material es conductor cuando su resistividad eléctrica es menor de $10^3 \Omega m$.

En tal caso se evitaría que las envolventes de los equipos eléctricos, impidan el acceso de polvo en su interior, evitando la deposición de polvo sobre postes en tensión (contactos, accionamientos, bornes, etc.) sobre todo si son partes móviles.

5.12 Principios de clasificación de áreas.

Para la clasificación de áreas, el material y la instalación deben estar claramente especificados:

1. En primer lugar identificar las características del producto, como tamaño de la partícula, humedad, resistividad, y temperatura de ignición en nube o capa.
2. En segundo lugar se identifica el tipo de fuente de escape (continuo, primario o secundario).
3. En tercer lugar, es determinar la probabilidad de la fuente de escape así como su grado, y la probabilidad de la mezcla explosiva de aire-polvo en varias partes de la instalación.
4. En cuarto lugar, será la identificación de la formación del potencial explosivo de la nube de polvo.

6. LUGARES CLASE III⁵. (NTC 2050)

Las fibras son el combustible que causaría una gran explosión o incendio. Los silos para granos, las instalaciones de descarga de carbón, las refinerías, todos presentan características que indican que en caso de que se produzca una chispa en el lugar equivocado y en el momento equivocado, se crearía una receta para el desastre. Estos lugares poseen áreas que podrían considerarse de riesgo debido a la presencia de material explosivo en la atmósfera. Algo tan simple como una pequeña chispa producida al abrir (o encender) un interruptor o el calor producido por un aplique de luz, podría ser suficiente como para encender el combustible y crear una explosión o incendio. De hecho, varios componentes eléctricos poseen la capacidad para encender una atmósfera explosiva o combustible por: El arco de los componentes eléctricos, Las altas temperaturas producidas por los equipos, Las fallas de los equipos eléctricos a causa de eventos tales como cortocircuitos

Un lugar de Clase III es el que resulta peligroso por la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire a una concentración suficiente para producir mezclas combustibles.

Para la norma NTC 2050 los lugares Clase III se describen de la siguiente forma.

- **Clase III Div 1:** Un lugar de Clase III División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.
 - *Esta clasificación incluye normalmente las fábricas de materiales como rayón, algodón y otras fábricas textiles; las plantas de*

⁵ Tomado de NTC 2050.

fabricación y proceso de fibras combustibles; las fábricas desmotadoras de semillas de algodón; las plantas de proceso del cáñamo; las fábricas de vestidos; las plantas de proceso de la madera y los establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

- *Las fibras y partículas fácilmente combustibles son, entre otras las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, henequén, yute, cáñamo, fibra de coco, malacuenda, borra de ceiba y otras materias de naturaleza similar.*

- **Clase III Div 2:** Un lugar de Clase III División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes a los de manufactura.

Las ubicaciones de Clase III pueden contener fibras o hilaturas fácilmente inflamables tales como las que se encuentran en los aserraderos o molinos textiles. En estos tipos de instalaciones, difícilmente las fibras o hilaturas queden suspendidas en la atmósfera formando una nube que podría encenderse o explotar como ocurre en las ubicaciones de la Clase II. Sin embargo, si se acumula la cantidad de material suficiente sobre la superficie de equipos tales como lámparas, motores u otros componentes productores de calor similares y la superficie se calienta lo suficiente como para encender las fibras o hilaturas, se puede originar un incendio de llamas veloces.

De manera similar a los equipos utilizados para las ubicaciones de Clase II, los equipos diseñados para las ubicaciones de la Clase III deben minimizar la capacidad de las fibras e hilaturas para ingresar a los equipos. El diseño debe también evitar las chispas, las partículas de metal caliente o el material ardiente

que puede producirse durante la falla de los equipos al salir de la caja. A fin de evitar la ignición de las fibras que se acumulan en la caja, los equipos deben también operar a temperaturas inferiores a la temperatura de ignición del material.

7. Modos De Protección.⁶ (NTC 2050 505-4)

Para información adicional véanse las normas ISA S12.0.01-1996 Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations General Requirements, UL 2279-1996 Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations e IEC 79-0 -1983 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 0: General Requirements, Amendment No.1-1987 and Amendment 2-1991.

7.1 Protección a prueba de llama “d”.

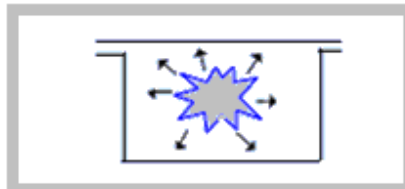


Figura 8 Protección a prueba de llama “d”.

Definición: se denomina protección por envoltorio antideflagrante aquella cuyo aparato eléctrico es capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista.

Principio de construcción: El principio en el que se basa el modo de protección por envoltorio antideflagrante es bien simple. Los equipos eléctricos convencionales se ubican dentro de una envoltorio que los encierra

⁶ NTC 2050 505-4

íntegramente, Esta envolvente no impide el acceso a su interior de las mezclas explosivas de la atmósfera ambiental.

El equipo eléctrico puede generar dentro de la envolvente una chispa, arco o temperatura que puede inflamar la atmósfera explosiva, pero la envolvente está construida de tal modo que resiste los esfuerzos engendrados en la explosión, y es capaz de impedir la transmisión de la inflamación interna al exterior.

Complementariamente ninguna parte externa de la envolvente toma una temperatura superior a la que pueda inflamar la atmósfera circundante.

Por lo tanto el modo de protección **A Prueba De Llama “d”** se compone de:

- Una protección mecánica que le confiere una particular robustez para soportar la explosión.
- Unas características mecánicas que permiten asegurar la no propagación de la explosión, mediante el empleo de juntas **A Prueba De Llama**

Principales Definiciones.

Las siguientes definiciones son específicas del modo de protección “d”:

- **Junta antideflagrante:** es donde los gases procedentes de la explosión, se laminan y se enfrían lo suficiente para evitar la propagación de la explosión hacia el exterior de la envolvente.
- **Longitud de la junta antideflagrante:** es el camino más corto a través de una junta antideflagrante entre el interior y el exterior de una envolvente.
- **Intersticio de una junta antideflagrante:** separación entre las superficies correspondientes de una junta antideflagrante.

Aplicación.

Este modo de protección permite la utilización de componentes eléctricos convencionales en el interior de la envolvente, sometidos únicamente a la limitación de su disipación térmica que puede afectar a la clase térmica de la

envolvente y a unas condiciones particulares de ubicación de componentes a fin de evitar fenómenos de precomprensión.

Al no poner limitaciones en general a los equipos eléctricos a instalar dentro de las envolventes, este modo de protección es de una aplicación muy generalizada y por la sencillez de su concepción se extiende su utilización a gran diversidad de equipos.

Conviene indicar que los equipos **A Prueba De Llama** pueden no ser impermeables al polvo o al agua. Debe pues comprobarse esta característica, cuando los equipos sean instalados en zonas húmedas o polvorientas.

Se ha mencionado la protección **A Prueba De Llama** ofrece una gran versatilidad de aplicación para contener material eléctrico de muy diversa índole, siempre y cuando el volumen no sea excesivamente grande, donde otros modos pueden ser económicamente más idóneos. Otra limitación, de este modo de protección, podría ser la elevada potencia de disipación de los componentes eléctricos que contiene, dado el grado de cierre necesario para confinar la explosión. Desde el punto de vista de seguridad, el mantenimiento de equipos antideflagrantes es sencillo. Únicamente es necesario la conservación, sin modificación de las juntas antideflagrantes; dicha conservación se basa en la aplicación de grasas de protección contra la corrosión, no admiten otros tratamientos tales como pinturas, salvo que este tratamiento esté debidamente certificado, tampoco admite alteración del contenido del equipo eléctrico.

7.2 Seguridad aumentada “e”.

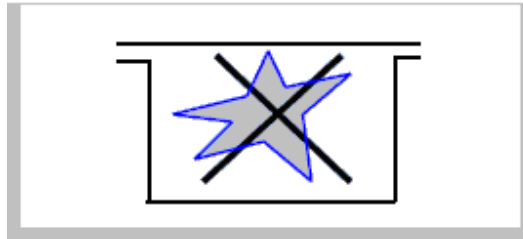


Figura 9. Protecciones por seguridad aumentada “e”.

Definición: se denomina protección por seguridad aumentada aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos o chispas en aparatos que en servicio normal no las producen.

Principio de construcción: Este modo de protección puede ser aplicado a aquel equipo o material eléctrico que en condiciones normales no produzca arcos, chispas ni calentamientos excesivos. Por concepto, la seguridad aumentada no es aplicable a materiales o dispositivos que en servicio normal produzcan arcos o chispas tales como interruptores o motores con escobillas, ni en componentes semiconductores para los que no se puede garantizar la limitación de la temperatura con el margen de seguridad adecuado.

El ejemplo de este modo se centra en dispositivos con devanados (transformadores, motores asíncronos, electroimanes,...), elementos de conexión, luminarias y sistemas de caldeo. Para la construcción de elementos en seguridad aumentada hay que tener en cuenta medidas especiales, tanto de las envolventes como del aparellaje eléctrico, tales como:

- Distancia al aire (distancia mínima entre partes conductoras).
- Distancias superficiales (líneas de fuga entre diferentes partes conductoras).
- Clase de los aislantes.

- Temperatura de aislantes en devanados.
- Índice de protección (mínimo IP-54).
- Rigidez dieléctrica.
- Envejecimiento de los materiales plásticos.

Dichas medidas especiales se aplicarán para cada grupo de aparatos.

Bornas de conexión.

Las bornas para conexión de conductores serán generosamente dimensionadas de modo que permitan el paso de corriente para la cual están dimensionados los conductores, sin sobrecalentarse. Los terminales serán:

1. Rígidamente montados, sin posibilidad de auto aflojamiento.
2. Sistema de apriete de modo que el conductor no pueda cizallarse, ni aflojarse en su conexión.

Maquinas Rotativas

1. Para motores antideflagrantes y presurizados se protegerán contra sobreintensidades (relé térmico) que operará entre 1, 05 y 1,2 In. Pueden usarse sondas térmicas en devanados u otros procedimientos equivalentes contrastados. El elemento de corte ha de tener un poder de ruptura al menos igual a la corriente de rotor bloqueado.
2. Para motores de seguridad aumentada será preciso la adopción de medidas adicionales de seguridad, basadas en la limitación de temperaturas de calentamiento, así como: holguras entre rotor y estator, líneas de corriente superficiales, selección de aislantes, etc...

Clase de aislamiento s/HD 566	A	E	B	F	H
Temperatura límite a carga nominal °C (EN50019)	90	105	110	130	155
Temperatura límite al final del tiempo tE °C (EN 50019)	160	175	185	210	235

Tabla 11 Temperatura límite para bobinados aislados
(Medidas por el método de la resistencia).

Aplicación.

Este modo de protección es de gran versatilidad, sin llegar al modo **A Prueba De Llama “d”**, ya que se debe recurrir a los equipos eléctricos que existan en el mercado con esta construcción. Su limitación nos viene dada por el material eléctrico (exclusión de arco o chispa), y la envolvente que lo contiene. La seguridad aumentada es un modo de protección adecuado por razones de funcionalidad y precio.

- Cajas de derivación
- Bornas
- Transformadores
- Motores asíncronos
- Etc.

7.3 Seguridad intrínseca.

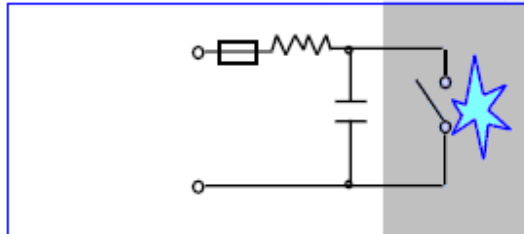


Figura 10 Protección por seguridad intrínseca de un circuito.

Definición: se denomina protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él, a aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.

Aparatos de Seguridad Intrínseca (S.I.).

Dependiendo del diseño y uso, los aparatos en S.I. se subdividen en:

- Material eléctrico S.I. ("i"), en que todos los circuitos son en S.I.; en los que podemos distinguir:
 - Aparatos de S.I. activos
 - Aparatos de S.I. pasivos sin energía almacenada
 - Aparatos de S.I. pasivos con energía almacenada
- Material eléctrico asociado, en los cuales no todos los circuitos son de S.I. (como P.E.: barreras Zener, relés de separación galvanica, etc.). La ubicación de estos materiales en áreas clasificadas requiere de una protección o modo de protección Ex adicional a los mismos.

Grupos de gases.

Como fuentes de ignición podemos distinguir las debidas a arcos ó chispas, particularizadas por la energía o corriente mínima de ignición (CMI). Dependiendo de su mínima energía de ignición, las sustancias inflamables están divididas en los grupos IIA, IIB y IIC como ya hemos visto anteriormente. En el caso de seguridad intrínseca la clasificación de gases se realiza de acuerdo con la relación entre la CMI y la del metano de laboratorio.

GRUPO	CMI/CMI CH ₄ mA	uJ
I (minas)	1	280
IIA	>0'8	250
IIB	>0'45<0'8	96
IIC	<0'45	20

Tabla 12 Seguridad en atmósferas explosivas.

Aplicación.

Dadas estas bajas energías es fácil reconocer que su aplicación de este modo de protección estará restringido a circuitos eléctricos y electrónicos de pequeña señal, donde se utilicen pequeñas corrientes, tensiones y potencias (circuitos de instrumentación). El uso del material asociado lo constituyen los denominados separadores galvánicos anteriormente citados. Estas barreras permiten conectar instrumentación "convencional" con sensores instalados en zona peligrosa.

Cabes señalar, que la combinación de dos circuitos en S.I., puede dar lugar a un circuito NO seguro. Partiendo de esta base, se deben realizar estudios de compatibilidad de circuitos conjuntos. Existe una norma específica de instalaciones y aplicación de circuitos de S.I.

7.4 Relleno pulverulento “q”.

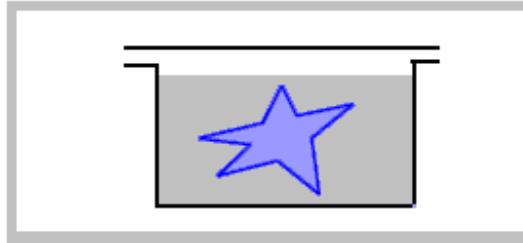


Figura 11 Relleno pulverulento.

Modo de protección en el cual la envolvente que contiene el material eléctrico está rellena de un material en estado pulverulento de manera tal que, en las condiciones previstas en la construcción, un arco que se produzca en el interior no pueda producir la inflamación de la atmósfera circundante. Esta inflamación tampoco será producida por un calentamiento excesivo en las paredes de la envolvente. El material de relleno debe presentar unas determinadas cualidades de las que depende la no transmisión de inflamación, por ello se exige determinadas:

- Granulometría
- Grado de humedad
- Apisonado o vibrado adecuado

Es un modo con un principio de protección similar a la inmersión en aceite donde el material eléctrico se sumerge en un material tal como arena, harina de sílice u otro material similar.

Aplicación.

Este modo de protección está poco extendido, aplicable solo a aparatos sin partes móviles, como por ejemplo transformadores, condensadores y material electrónico como complemento al modo de protección por seguridad intrínseca o de seguridad

aumentada, con la ventaja de un fácil mantenimiento al poder vaciar la envolvente, reparar y volver a rellenar.

7.5 Presurización “p”.

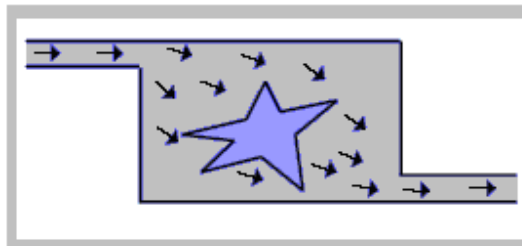


Figura 12 Presurización.

Modo de protección el cual impide la penetración de una atmósfera explosiva circundante al interior de la envolvente que contiene el material eléctrico, por disponer en el interior de dicha envolvente un gas de protección inerte a una presión superior a la de la atmósfera explosiva externa. Este modo de protección que comenzó solo siendo aplicable a equipos que no contuviesen fuentes internas de desprendimiento de gas, se viene aplicando a salas de control y a equipos con dichos desprendimientos. Esta técnica se basa en llevar al límite la ventilación, rodeando las partes donde se producen los arcos, chispas o puntos calientes con un gas inerte no inflamable, bien sea aportándolo de forma permanente –dilución continua-, bien sea aportando únicamente aquella parte de gas inerte que se pierde por las juntas –compensación de fugas-. Manteniendo en cualquier caso la sobrepresión del interior sobre la atmósfera exterior a la envolvente.

La puesta en funcionamiento de este modo de protección exige una serie de controles adicionales a la envolvente con el fin de que la apuesta en tensión del equipo eléctrico que contiene se realice con la seguridad de que no exista mezcla

explosiva en el interior. Esto se logra con un barrido previo con el gas inerte de protección de al menos cinco veces el volumen libre interno.

El control de la sobrepresión interna ha de garantizarse mediante dispositivos tales como presostatos diferenciales, siendo la sobrepresión requerida de al menos 50 Pa (0'5 mBar). El descenso de la sobrepresión por debajo de este mínimo ha de implicar la desconexión eléctrica y la activación de las oportunas alarmas.

Los elementos encargados del control del barrido (temporizadores, válvulas...) así como el mantenimiento de la sobrepresión a caudal del gas inerte de protección ha de disponer, si son eléctricos, de otro modo de protección adecuado a la clasificación del emplazamiento ya que han de ser seguros y efectivos cuando la presurización no es efectiva.

7.5.1 Aplicación.

Este modo de protección suele aplicarse a equipos de potencias muy elevadas donde sería antieconómico o impracticable la aplicación de modo de protección (motores de más de 500kW), a la adaptación de equipos convencionales no existentes en el mercado dotados de algún otro modo de protección, por ejemplo: osciloscopios, ordenadores de proceso en campo o a grupos de equipos, como es el caso de salas ubicadas en emplazamientos clasificados que contienen en su interior dispositivos de control, de procesos de datos y comunicaciones, o bien apartamentada de distribución de potencia e incluso salas destinadas a oficinas.

La extensión de esta técnica a dispositivos con fuentes internas de desprendimiento de gases, como en el caso de analizadores de proceso, ha permitido la operación de estos en condiciones aceptables de seguridad.

7.6 Inmersión en aceite “o”.

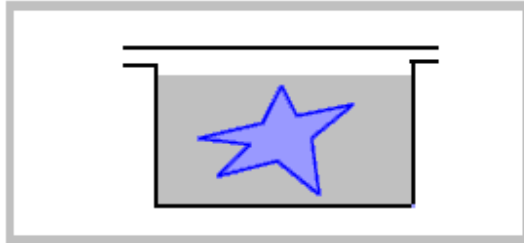


Figura 13 Inmersión en aceite.

Modo de protección en el cual el material eléctrico o partes del material eléctrico están sumergidos en aceite de forma tal que se encuentre embebido en dicho fluido y no tenga contacto con la atmósfera externa explosiva. El aceite ha de poseer condiciones adecuadas como aislante eléctrico y para extinción de arcos; para el mantenimiento de estas cualidades el mayor tiempo posible, se diseñaran los equipos de modo que:

- Esté impida la entrada de polvo y humedad.
- La temperatura del aceite no rebase los 115°C.
- Mirillas de niveles, inspección, etc.

7.6.1 Aplicación.

Este modo de protección se utiliza ocasionalmente para transformadores y aparata dotada de órganos en movimiento tales como interruptores de pequeño volumen de aceite. Es un modo de protección poco extendido, con dificultades para el mantenimiento.

7.7 Encapsulados “m”.

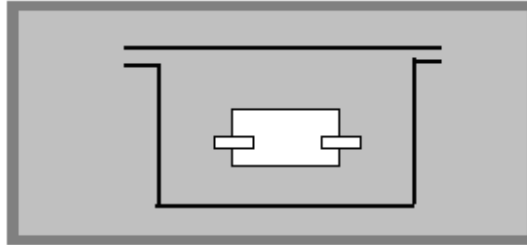


Figura 14 Encapsulado.

Modo de protección en el que las partes que pueden inflamar una atmósfera por chispas o calentamiento están embebidas en una resina de tal forma que esta atmósfera no puede inflamarse. Las resinas de los encapsulados deben cumplir una serie de reglas para garantizar la estabilidad de la barrera frente a sollicitaciones como:

- Ambientales.
- Mecánicas.
- Eléctricas.
- Térmicas.

Aplicación.

Se aplica a paramenta y equipos de pequeño tamaño, tales como relés, transformadores, condensadores, reactancias, sensores y dispositivos electrónicos en general. Con el encapsulado se dota a los equipos así protegidos de buenas características de protección mecánica y aislamiento eléctrico. No son posible, evidentemente, las reparaciones o mantenimiento.

Cuando se aplica a material asociado de seguridad intrínseca (fuentes de alimentación, barreras de seguridad...) recubriendo las partes activas que no son

de seguridad intrínseca, representa una buena solución económica respecto a otro modo de protección que debe asociarse a estos equipos.

7.8 Simplificado “n”.

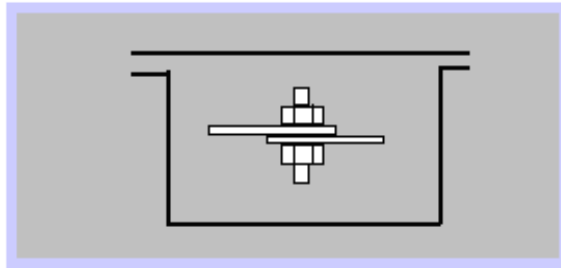


Figura 15 Simplificado.

El modo de protección simplificado “n” consiste en tomar una serie de medidas para que un aparato eléctrico en operación normal no sea capaz de inflamar una atmósfera explosiva circundante y no sea probable la aparición de un fallo capaz de causar la inflamación de dicha atmósfera.

Esto se consigue tomando precauciones constructivas, por ejemplo:

- Restringiendo el contacto de la atmósfera circundante con la fuente de ignición.
- Restringiendo a valores seguros incapaces de inflamar una mezcla explosiva.
- No permitiendo que una explosión que pudiera producirse en el interior de la envolvente se propague.
- Restricción de temperaturas elevadas.
- Construcción de envolventes seguras frente a elementos externos y mecánicos.

Este modo de protección se basa en principios similares a los ya indicados anteriormente, pero con exigencias menos severas, y por tanto más económicas. Este modo de protección es exclusivo de utilización en **Zona 2**, cuya definición normalizada es la siguiente:

Antichispas “nA”.

Modo de protección de los equipos eléctricos que en condiciones normales de funcionamiento no pueden producir arcos o chispas con la energía suficiente para producir la inflamación de una mezcla explosiva circundante. Modo de protección de igual principio y aplicaciones que la seguridad aumentada pero con menores exigencias constructivas.

Aplicación.

Se aplica actualmente con gran profusión en luminarias fluorescentes para Zona 2.

Respiración restringida “nR”.

Modo de protección basado en el que la envolvente que contiene el material eléctrico está diseñada y construida para reventar, durante un periodo limitado de tiempo, que la atmósfera explosiva circundante penetre en cantidad suficiente para producir una mezcla gaseosa explosiva en el interior de dicha envolvente, y que las partes externas no puedan producir tampoco la ignición por elevación de la temperatura.

Aplicación.

Se ha aplicado con gran profusión a luminarias para Zona 2.

Simplificado “nC”: modo de protección simplificado utilizable en Zona 2 no incluido en las definiciones de respiración restringida o antichispas. En general cualquiera de las definiciones de los modos característicos para Zona 1 con menores exigencias constructivas.

7.9 Protección especial “s”.

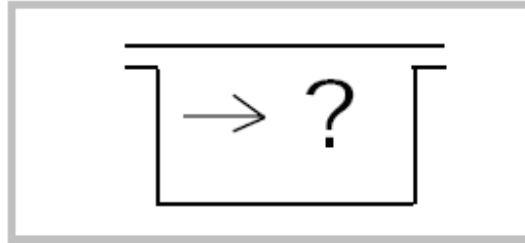


Figura 16 Protección especial.

El modo de protección especial concierne tanto a las medidas constructivas no recogidas en las definiciones de los modos de protección hasta aquí expuestos como al propósito de obtener un coeficiente de seguridad aceptable. Requiere acuerdo entre el laboratorio y el fabricante del equipo.

Estas medidas están recogidas en:

- Medidas constructivas necesarias para que el material pueda ser utilizado en Zona 1 ó 2. Por ejemplo medidas constructivas que proporcionan un nivel de seguridad no inferior a categoría de equipo 2 ó 3.
- Medidas constructivas necesarias para que el material pueda ser utilizado en Zona 0 (categoría de equipo 1). Esto podrá lograrse con la combinación simultánea de dos a más modos de protección indicados para Zona 1, por ejemplo:
 - Envoltorio antideflagrante o presurizada con seguridad intrínseca o con encapsulado.
 - Seguridad aumentada con presurización. Etc.

Se establecen, por tanto, dos categorías de material de acuerdo a su emplazamiento:

- Categoría “sa”, para material eléctrico utilizable para Zona 0.
- Categoría “sb”, para material eléctrico utilizable en Zona 1 y 2.

7.10 Modo de protección combinado.

Consiste en diseñar los aparatos eléctricos partiendo de varios modos de protección antes mencionados, y montados en una misma envolvente. Así por ejemplo, en el caso de las luminarias, mal llamadas de seguridad aumentada, normalmente tenemos:

- Una envolvente Ex e
- Reactancias Ex e, si son electromagnéticas, o Ex q si son electrónicas.
- Condensadores Ex q ó Ex m.
- Interruptor de precorte Ex d.
- Bornes de conexión Ex e.

Resultando su ejecución:

EE x edq ó EE x edm.

En el caso de elementos de control, se diseñan bloques de contacto con pequeñas cámaras antideflagrantes, que debido a su reducido volumen interno, el poder explosivo es también reducido, por lo que estas pueden fabricarse en material plástico. Los bornes de conexión son de seguridad aumentada, y todo ello montado en una envolvente del mismo modo; resultando una ejecución EE x ed. Del mismo modo se actuaría con las tomas de corriente y clavijas.

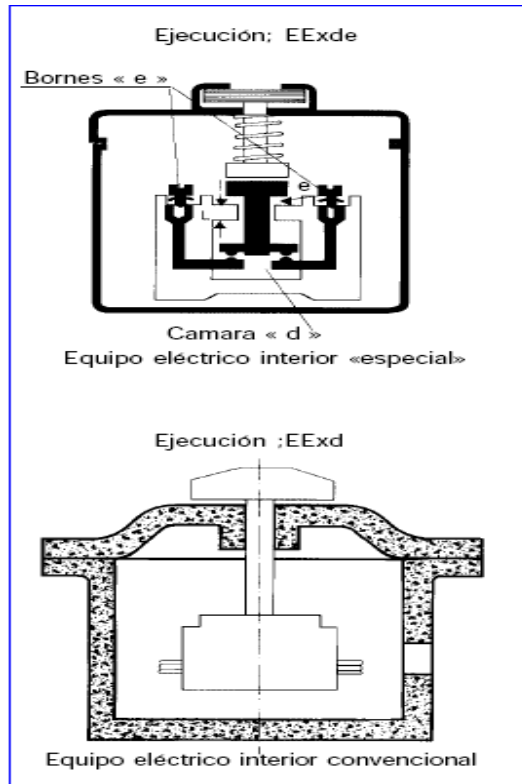


Figura 17 Ejecución EExde.

7.11 Marcado.

Para mayor información del equipo todo sistema de protección deberá presentar como mínimo, de forma indeleble y legible, las siguientes indicaciones:

- El nombre y la dirección del fabricante.
- El marcado “CE”.
- La designación de tipo.
- El número de fabricación.
- El año de fabricación.
- El marcado específico de protección contra las explosiones “Ex”, siguiendo el símbolo del grupo de aparatos y categoría.

- Para el grupo de aparatos II, la letra “G” (referente a atmósferas explosivas debidas a gases, vapores o nieblas), y/o la letra “D” (referente a atmósferas explosivas debidas a la presencia de polvo).
- Número de certificado de examen tipo compuesto por: símbolo del laboratorio emisor (LOM), seguido de dos últimas cifras del año de emisión del mismo (02), seguido del, ATEX, seguido de, orden numérico del certificado (2013).

El número de certificado puede ir seguido de las siguientes letras: « U » indica que el material certificado es un componente, es decir, que forma parte de un material, pero no en su totalidad, y por tanto no es apto para su instalación por si solo.
 « X » Indica que el material certificado está sometido a unas condiciones particulares de fabricación ó uso.

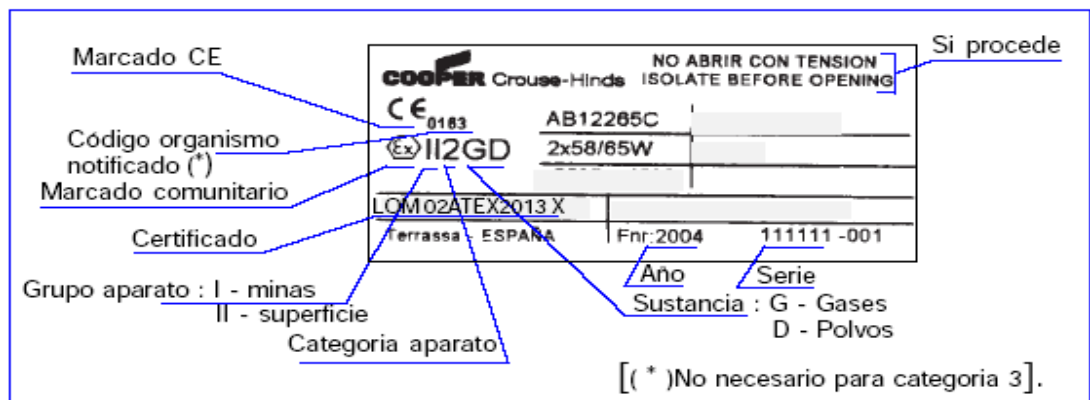


Figura 18 Marcado específico.

Marcado adicional.

Aunque no exigido, pero siendo imprescindibles algunos datos, además se marcará:

- Símbolo del modo de protección
- Datos técnicos más relevantes del aparato (por ejemplo: V, I, P, grado de protección IP, etc.)

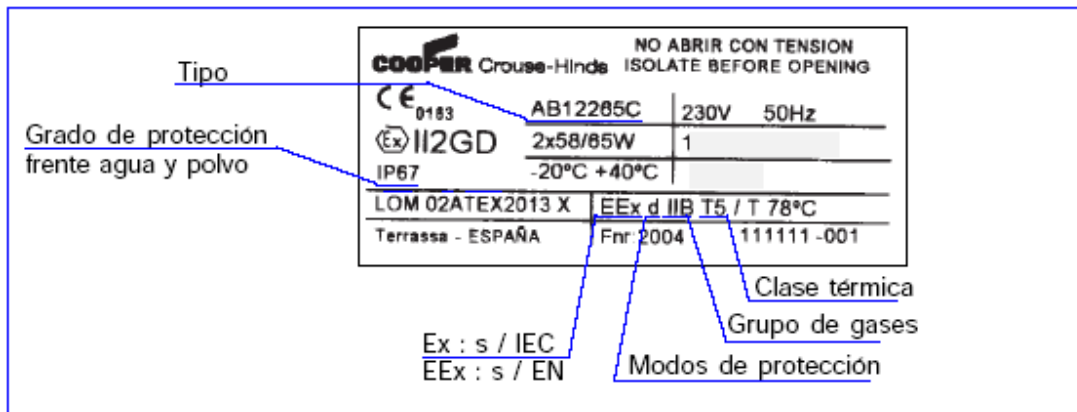


Figura 19 Marcado adicional.

A diferencia del marcado, el cual requiere del REBT para la aplicación del aparato en atmósferas explosivas, en el ejemplo, se refleja directamente que el equipo es apto para su instalación en área peligrosa, para Zona 1, grupo de gases IIB, modo de protección antideflagrante, clase de temperatura T5.

Marcado CE.

En virtud a lo establecido en la Directiva Comunitaria 93/68 CEE, es obligatorio que todo el material eléctrico ostente el marcado:



Figura 20 Marcado CE.

Este marcado significa que el producto cumple con los requisitos esenciales de todas las directivas que le afectan.

Marcado EX.

Marcado comunitario para aparatos con modo de protección, según directiva 76/117/CEE. Marca distintiva de libre circulación en toda la CE.



Figura 21 Marcado EX.

Marcado de productos pequeños.

Se considera razonable fijar las marcas adicionales en el envase y en los documentos acompañantes, si no es posible fijarlo en el producto debido a su tamaño o naturaleza.

Examen CE de tipo categoría de aparatos 1 y 2.

El examen “CE de tipo” es la comprobación y certificación que, un ejemplar representativo de la producción considerada, cumple los requisitos de la Directiva que le son aplicables (normas UNE-EN correspondientes, 89/336 CEE de compatibilidad electromagnética y, REBT). Únicamente podrá expedir dicho examen “CE de tipo”, un organismo cualificado en la CE. En este caso, dicho aparato, será apto para su instalación en toda la CE.

LOGO	PAIS
ARSENAL	AUSTRIA
LCSE	FRANCIA
CESI	ITALIA
LOM	ESPAÑA
DEMKO	DINAMARCA
NEMKO	NORUEGA
DMT	ALEMANIA
PTB	ALEMANIA
EECS	GRAN BRETAÑA
SCS	GRAN BRETAÑA
ICES	BELGICA
SP	SUECIA
INERIS	FRANCIA
TUV-VIN	AUSTRIA
KEMA	HOLANDA
UTT	FINLANDIA

Tabla 13 Organismos notificados en la ce.

7.12 Índices de Protección (IP).

Complementariamente a los modos de protección existe el grado de protección de una envolvente. La norma de EN 60529 define como grado de protección: calidad convencional asignada a una envolvente de equipo eléctrico en cuanto a:

- Entrada de cuerpos extraños
- Entrada de agua
- Resistencia al impacto

Se especifica con las siglas IP seguidas de dos o tres dígitos:

1er dígito: indica la protección frente a la entrada de sólidos

2do dígito: indica la protección contra la entrada de agua

3er dígito: indica la resistencia de la envolvente frente a los impactos






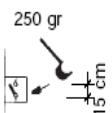





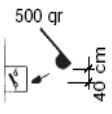



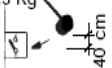



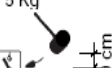


Indices de protección de las envolventes								
1ª cifra (protección contra los cuerpos sólidos)			2ª cifra (protección contra los líquidos)			3ª cifra (protección mecánica)		
IP	Tests		IP	Tests		IP	Tests	
0		Sin protección	0		Sin protección	0		Sin protección
1	Ø50mm 	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)	1	150 gr 	Energía de choque: 0,225 Julios
2	Ø12mm 	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (ej.: dedos de la mano)	2		Protegido contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical	2	250 gr 	Energía de choque: 0,375 Julios
3	Ø2,5mm 	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5mm (ej.: herramientas, cables...)	3		Protegido contra el agua de la lluvia hasta 60° de la vertical	3	250 gr 	Energía de choque: 0,500 Julios
4	Ø1mm 	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1mm (ej.: herramientas, cables...)	4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones	5	500 gr 	Energía de choque: 2,00 Julios
5	 	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones	7	1,5 Kg 	Energía de choque: 6,00 Julios
6	 	Totalmente protegidos contra el polvo	6		Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar	9	5 Kg 	Energía de choque: 20,00 Julios
			7		Protegido contra la inmersión			
			8		Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión			

Figura 22 Índice de protección.

Las fuentes de escape se definen como todo punto o lugar desde el cual se pueden escapar a la atmósfera gases, vapores o nieblas, de tal forma que se puedan formar una atmósfera de gas explosiva.

8. EJEMPLOS DE SELECCIÓN DE ÁREAS CLASIFICADAS.

8.1 Clasificación De Emplazamientos Peligrosos Clase I

(Los dibujos no están a escala)



Factores principales que influyen en el tipo y extensión de las zonas.

Ejemplo N° 1
Una bomba industrial normal montada a nivel del suelo, situada al aire libre y bombeando un líquido inflamable.

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para una bomba de un caudal de 50m³/h operando a baja presión son:
a = 3 metros horizontalmente desde la fuente de escape.
b = 1 metro desde el nivel del suelo y 1 metro por encima de la fuente de escape.

Notas: Debido a que el caudal de aire es alto, la extensión de la zona 1 es despreciable.

● Fuente de escape (sello de la bomba)

Planta y proceso
 Ventilación
 Tipo..... Natural Artificial
 Grado..... Medio Alto*
 Disponibilidad..... Mediocre Buena

Fuente de escape **Grado de escape**
 Sello de la bomba..... Primario y secundario

Producto
 Punto inflamabilidad..... Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
 Densidad del vapor..... Mayor que el aire

*Caudal del aire procedente del motor de la bomba

Ejemplo N° 2
Una bomba industrial normal montada a nivel del suelo, situada en el interior de un recinto y bombeando un líquido inflamable.

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para una bomba de un caudal de 50m³/h operando a baja presión son:
a = 1,5 metros horizontalmente desde la fuente de escape.
b = 1 metro desde el nivel del suelo y hasta 1 metro por encima de la fuente de escape.
c = 3 metros horizontalmente desde la fuente de escape.

● Fuente de escape (sello de la bomba)

Planta y proceso
 Ventilación
 Tipo..... Natural
 Grado..... Medio
 Disponibilidad..... Buena

Fuente de escape **Grado de escape**
 Sello de la bomba (prensaestopas) y charco en el suelo..... Primario y secundario

Producto
 Punto inflamabilidad..... Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
 Densidad del gas..... Mayor que el aire

Ejemplo N° 3
Válvula de alivio de presión de un recipiente, al aire libre.

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para una válvula donde la presión de descarga es de 0,15 MPa (1,5 bar) aproximadamente son:
a = 3 metros en todas las direcciones desde la fuente de escape.
b = 5 metros en todas las direcciones desde la fuente de escape.

● Fuente de escape (orificio de venteo de 25mm diámetro)

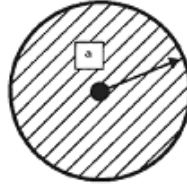
Planta y proceso
 Ventilación
 Tipo..... Natural
 Grado..... Medio
 Disponibilidad..... Buena

Fuente de escape **Grado de escape**
 Descarga de la válvula..... Primario

Producto
 Gasolina
 Densidad del gas..... Mayor que el aire

Ejemplo N° 4

Válvula de control instalada en un sistema de tuberías de un proceso cerrado por donde circula gas inflamable.



Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

a = 1 metro en todas las direcciones desde la fuente de escape. Fuente de escape (válvula)

Planta y proceso

Ventilación
 Tipo.....Natural
 Grado.....Medio
 Disponibilidad.....Mediocre

Fuente de escape Grado de escape
 Sello del vástago de la válvula.....Secundario

Producto

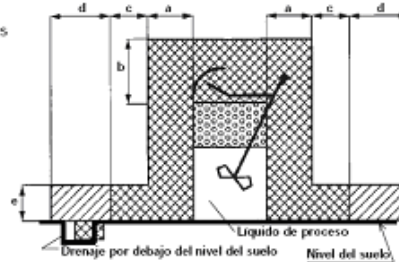
Gas.....Propano
 Densidad del gas.....Mayor que el aire

Ejemplo N° 5

Recipiente fijo mezclador, situado en el interior de un recinto, que es abierto regularmente por razones de operación. Los líquidos le entran y salen por tuberías soldadas a los laterales del recipiente.

Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

a = 1 metro horizontalmente, desde la fuente de escape
 b = 1 metro por encima de la fuente de escape.
 c = 1 metro horizontalmente.
 d = 2 metros horizontalmente.
 e = 1 metro sobre el suelo.



Planta y proceso

Ventilación
 Tipo.....Artificial
 Grado.....Bajo dentro del recipiente
 Medio fuera del recipiente

Disponibilidad.....Buena
Fuente de escape Grado de escape
 Superficie del líquido dentro del recipiente.....Continuo
 Apertura del recipiente.....Primario
 Derrames y fugas del líquido contenido en el recipiente.....Secundario

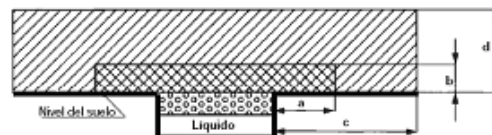
Producto

Punto de inflamabilidad.....Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
 Densidad del vapor.....Mayor que el aire

Ejemplo N° 6

Separador de aceite/agua, situado al aire libre, en una refinería de petróleo.

Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:



a = 3 metros horizontalmente desde el separador.
 b = 1 metro desde el nivel del suelo
 c = 7,5 metros horizontalmente.
 d = 3 metros sobre el nivel del suelo.

Planta y proceso

Ventilación
 Tipo.....Natural
 Grado.....Medio
 Disponibilidad.....Mediocre

Fuente de escape Grado de escape
 Superficie del líquido.....Continuo
 Alteraciones en el proceso.....Secundario

Producto

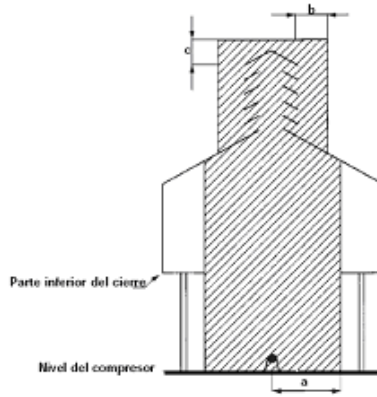
Punto inflamabilidad.....Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
 Densidad del vapor.....Mayor que el aire

Ejemplo N° 7

Compresor de hidrógeno situado en el interior de un edificio que está abierto a nivel del suelo.

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

- a = 3 metros horizontalmente desde la fuente de escape.
- b = 1 metro desde las aberturas de ventilación.
- c = 1 metro por encima de las aberturas de ventilación.



Planta y proceso

Ventilación
 Tipo..... Natural
 Grado..... Medio
 Disponibilidad..... Muy buena

Fuente de escape Grado de escape

Sellos del compresor, valvulas y bridas cercanos al compresor..... Secundario

Producto

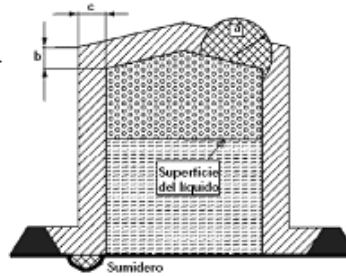
Gas..... Hidrógeno
 Densidad del gas..... Mas ligero que el aire

Ejemplo N° 8

Tanque de almacenamiento de un liquido inflamable, situado en el exterior, con techo fijo y sin techo flotante en su interior.

Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

- a = 3 metros desde los venteos.
- b = 3 metros encima del techo.
- c = 3 metros horizontalmente desde el tanque.



Planta y proceso

Ventilación
 Tipo..... Natural
 Grado..... Medio*
 Disponibilidad..... Buena

Fuente de escape Grado de escape

Superficie del liquido..... Continuo
 Venteo y otras aberturas en el techo..... Primario
 Bridas, etc dentro de la cubeta y sobrellenado del tanque..... Secundario

Producto

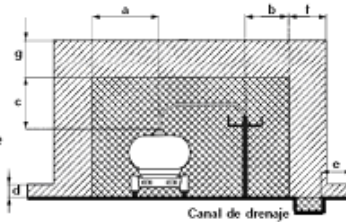
Punto de inflamabilidad..... Inferior a la temperatura de proceso y ambiente
 Densidad del vapor..... Mayor que el aire
 *Dentro del tanque y en el sumidero es bajo.

Ejemplo N° 9

Cargadero de camiones cisterna situado en el exterior para llenado de gasolina por la parte superior.

Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

- a = 1,5 metros horizontalmente desde la fuente de escape.
- b = Horizontalmente el limite del alcance del brazo de carga.
- c = 1,5 metros por encima de la fuente de escape.
- d = 1 metro sobre el nivel del suelo.
- e = 4,5 metros horizontalmente desde el canal de drenaje.
- f = 1,5 metros horizontalmente desde la zona 1.
- g = 1 metro por encima de la zona 1.



Nota: Si el sistema es cerrado con recuperación de vapor, las distancias pueden reducirse, de tal forma que la zona 1 puede ser despreciable y la extensión de la zona 2 significativamente reducida.

Planta y proceso

Ventilación
 Tipo..... Natural
 Grado..... Medio
 Disponibilidad..... Mediocre

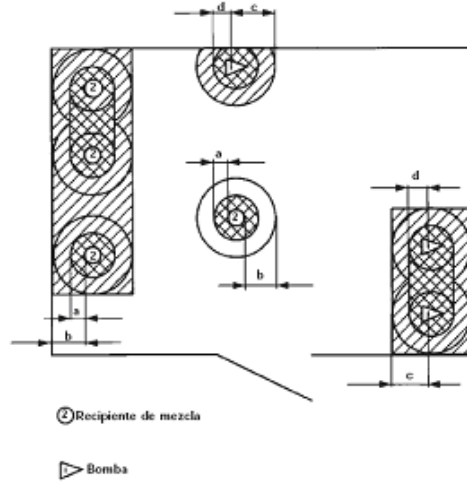
Fuente de escape Grado de escape

Aberturas en el techo de la cisterna..... Primario
 Derrame en el suelo..... Secundario

Producto

Punto de inflamabilidad..... Inferior a la temperatura de proceso y ambiente
 Densidad del gas..... Mayor que el aire

Ejemplo N° 10
Sala de mezcla en una fábrica de pintura. Vista en planta



Este ejemplo muestra la forma de usar los ejemplos individuales N° 2 y 5. En este ejemplo simplificado, hay cuatro recipientes de mezcla de pintura (elemento 2) situados en una sala. Hay también tres bombas (elemento 1) para líquidos situados en la misma sala.

Los principales factores que influyen en el tipo de zona se dan en las tablas en los ejemplos números 2 y 5.

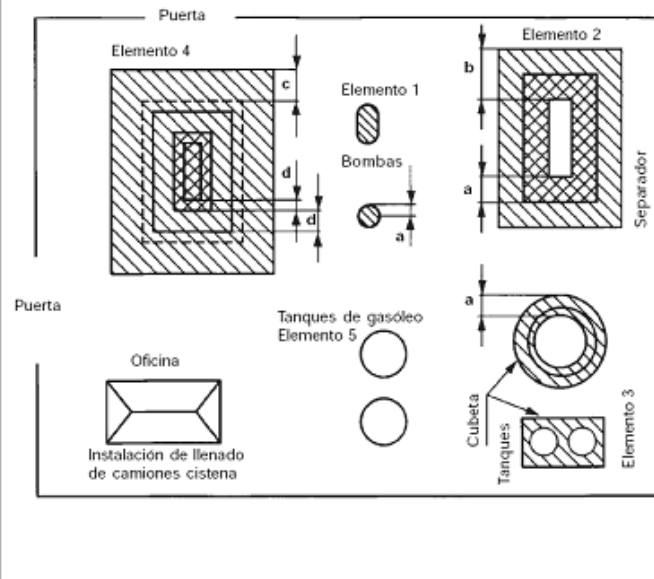
Teniendo en cuenta los parámetros pertinentes (véase hojas de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos) Tabla VIII y IX los valores típicos obtenidos por este ejemplo son los siguientes:

- a = 2 metros
- b = 4 metros
- c = 3 metros
- d = 1,5 metros

La extensión vertical de las zonas se representa en los ejemplos N° 2 y 5.

Si la sala es pequeña es recomendable que la Zona 2 se extienda hasta sus límites.

Ejemplo N° 11
Cargadero de gasolina y gasóleo. Vista en planta



Este ejemplo muestra la forma de usar los ejemplos individuales N° 1,6,8 y 9. En este ejemplo simplificado, hay tres tanques de almacenamiento de gasolina (elemento 3) (con cubeta de retención), cinco bombas de líquido (elemento 1) instaladas unas junto a otras, otra bomba aislada (elemento 1), una instalación de llenado de camiones cisterna (elemento 4), dos depósitos de gasóleo (elemento 5) y un separador por gravedad de aceite-agua (elemento 2) todas ellas están situadas en el cargadero.

Los principales factores que incluyen en los tipos de zonas se dan en los ejemplos N° 1,6,8 y 9.

Teniendo en cuenta los parámetros pertinentes (véase hojas de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos) Tablas X y XI, los valores típicos obtenidos por este ejemplo son los siguientes:

- a = 3 metros
- b = 7,5 metros
- c = 4,5 metros
- d = 1,5 metros

La extensión vertical de las zonas se representa en los ejemplos N° 1,6,8 y 9.

Para detalles (zonas en el interior de los depósitos, extensión de las zonas, zonas alrededor de los venteos de los tanques, etc.) véase los ejemplos N° 1,6,8 y 9)

8.2 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PARA POLVOS.

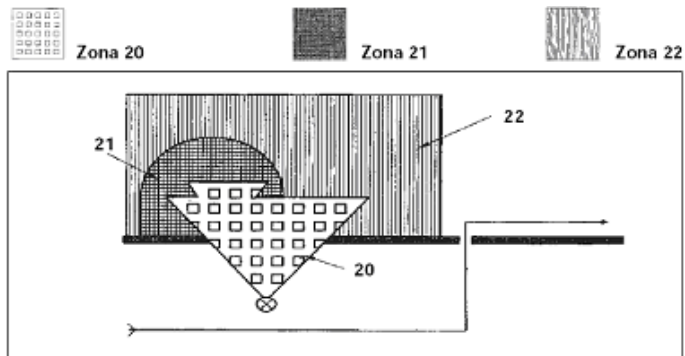
Ejemplo N° 1 (Fig.24)

Estación de vaciado de sacos, sin ventilación exhaustiva dentro de un edificio.

Zona 20 .Interior de la Tolva, dado que la mezcla aire/polvo esta presente frecuentemente en funcionamiento normal.

Zona 21 .La boca de hombre es una fuente de escape de grado primario a tener en cuenta.

Zona 22 .Todo el edificio con ventilación limitada por adyacencia con la Zona 21.



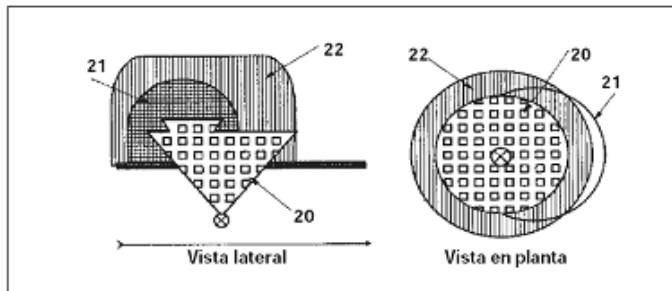
Ejemplo N° 2 (Fig. 25)

Estación de vaciado de sacos, sin ventilación exhaustiva en el exterior.

Zona 20.Interior de la Tolva, dado que la mezcla aire/polvo esta presente frecuentemente en funcionamiento normal.

Zona 21.La boca de hombre es una fuente de escape de grado primario a tener en cuenta .1m alrededor de la boca de hombre, hasta el suelo.

Zona 22 Por efectos de exterior.1m alrededor de toda la Zona 21, hasta el suelo.



Ejemplo N° 3 y 4 (Fig. 26 y 27)

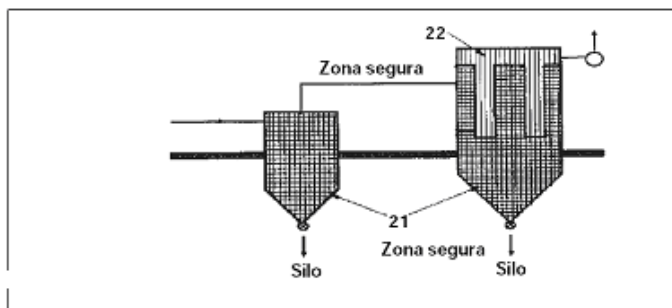
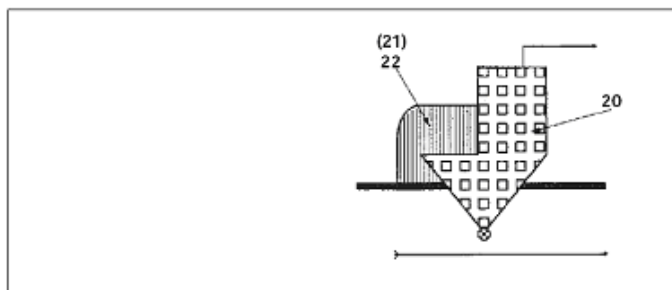
Estación cerrada, de vaciado de sacos, con ventilación exhaustiva dentro de un edificio.

En este ejemplo los sacos son transportados desde otro lugar de la planta normalmente con transportes neumáticos y vaciados a mano.

Zona 20.Interior de la Tolva, dado que la mezcla aire/polvo esta presente frecuentemente en funcionamiento normal.

Zona 21 La boca de hombre es una fuente de escape de grado primario a tener en cuenta.

Zona 22 .Por efectos de posibles desprendimientos en caso de que el sistema de ventilación no funcione correctamente.



RETIE

NTC 2050 EN AREAS CLASIFICADAS

1. Artículo 500: Atex, Clase I, II y III
2. Artículo 501: Lugares Clase I
3. Artículo 502: Lugares Clase II
4. Artículo 503: Lugares Clase III
5. Artículo 504: Seguridad Intrínseca
6. Artículo 505: Lugares Zona 0, 1 y 2
7. Artículo 510 Lugares Zona 20, 21 y 22
8. Artículo 511 Garajes y talleres de reparación
9. Artículo 513 Hangares aeronaves
10. Artículo 514 Gasolineras
11. Artículo 515 Plantas de almacenamiento de combustible a granel
12. Artículo 517 Instituciones de asistencia Médica
13. Artículo 518 – 545 Sitios de reuniones públicas
14. Artículo 547 Edificios Agrícolas

9. EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS.

9.1 APLICACIONES PRACTICAS DEL CAPITULO 5 NTC 2050.

GARAJES.

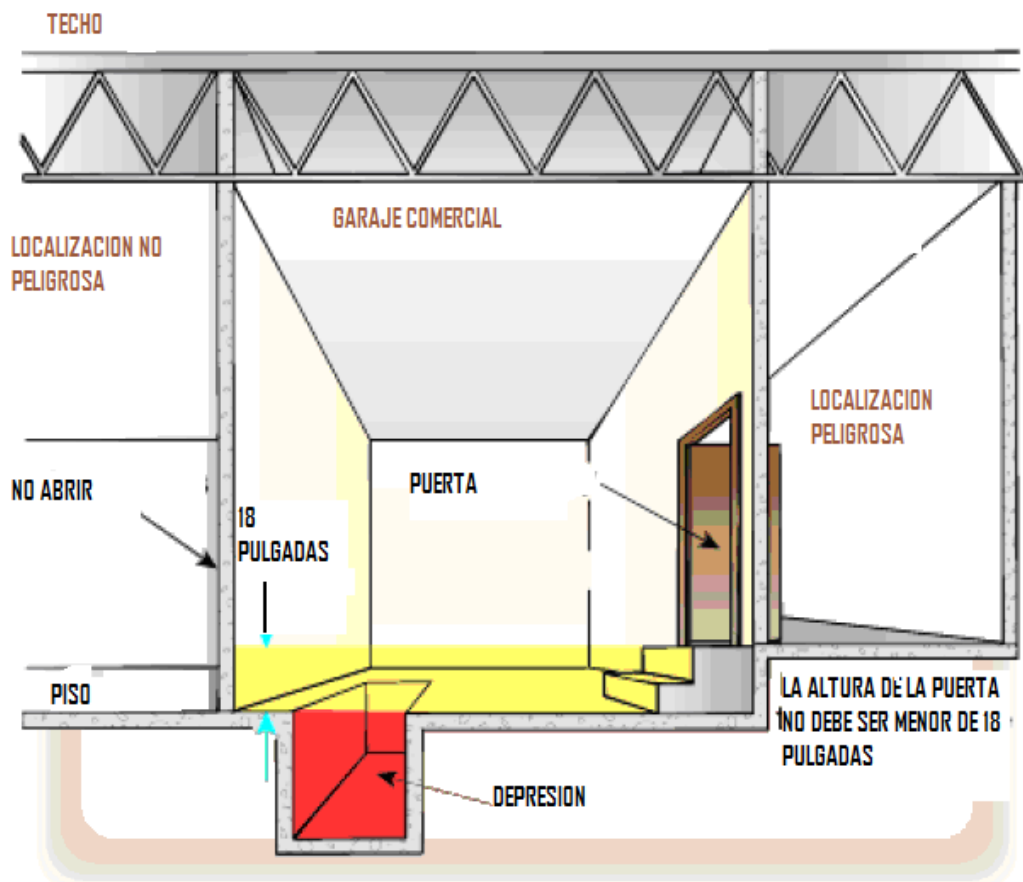


Figura 23 Aplicación de áreas en garajes.

HANGARES Y AVIONES

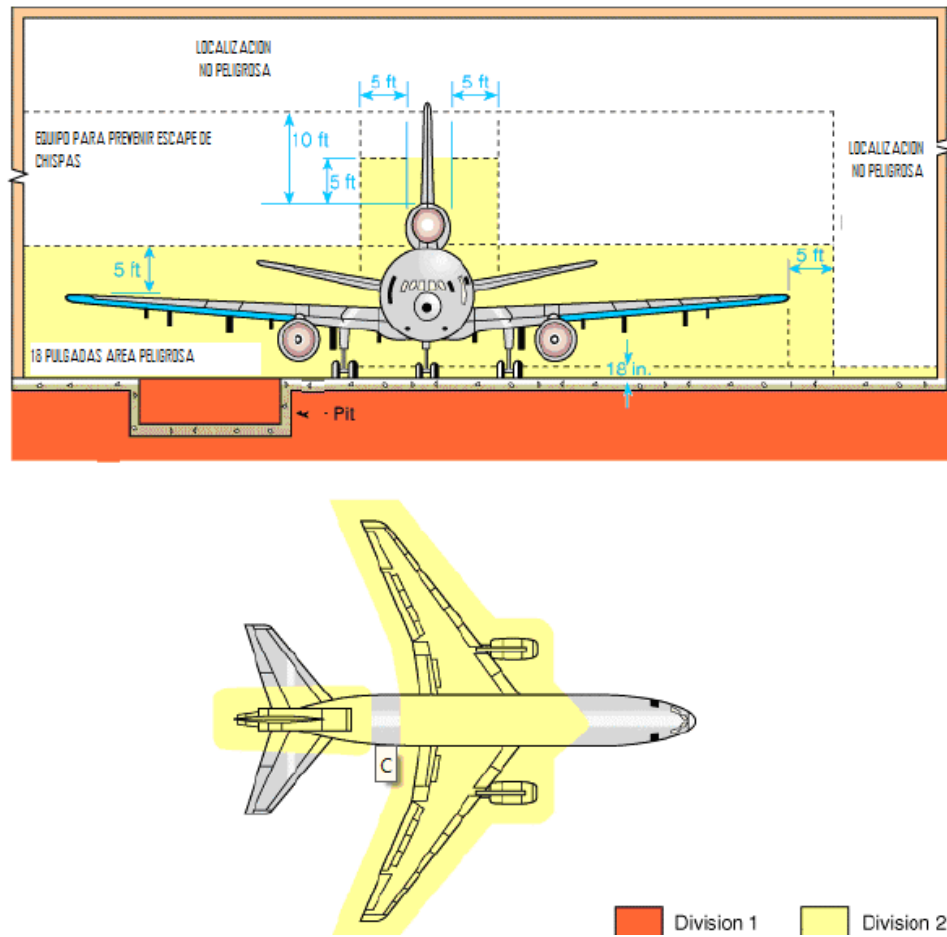


Figura 24 Aplicación de áreas en hangares.

SURTIDORES DE COMBUSTIBLE

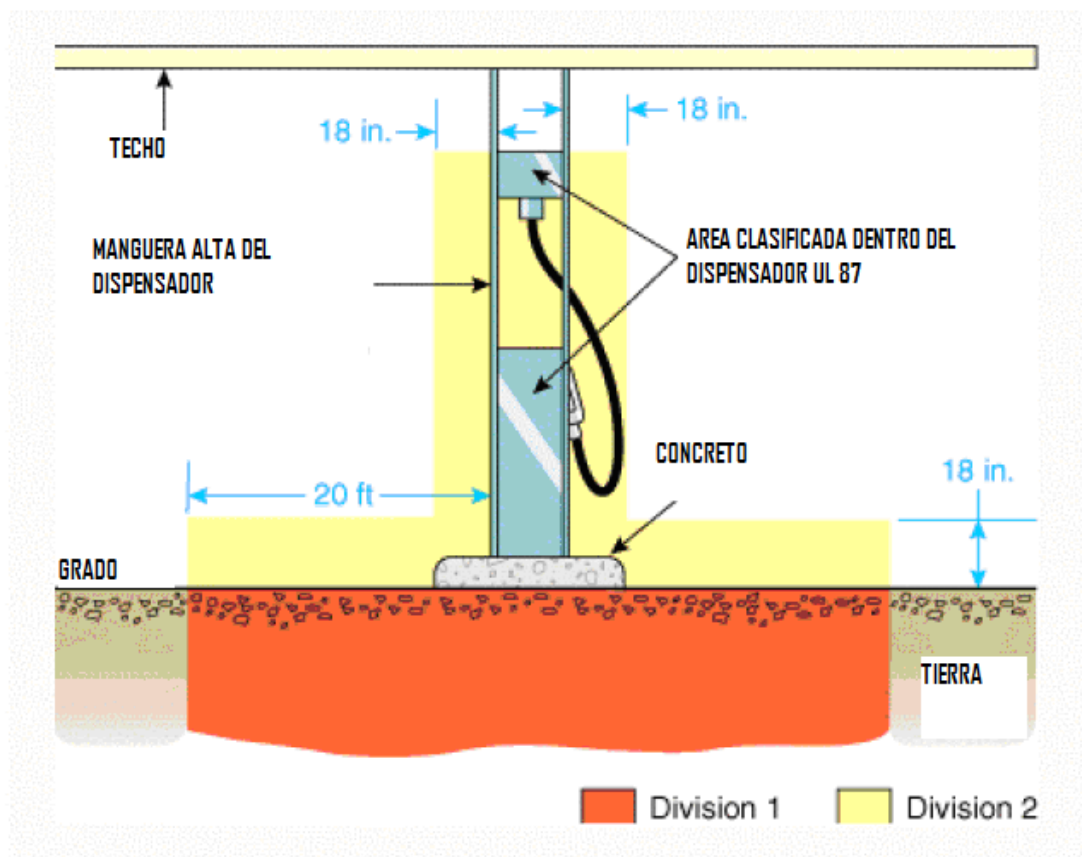


Figura 25 Surtidores de combustibles.

DETALLE DE SURTIDORES COMBUSTIBLES

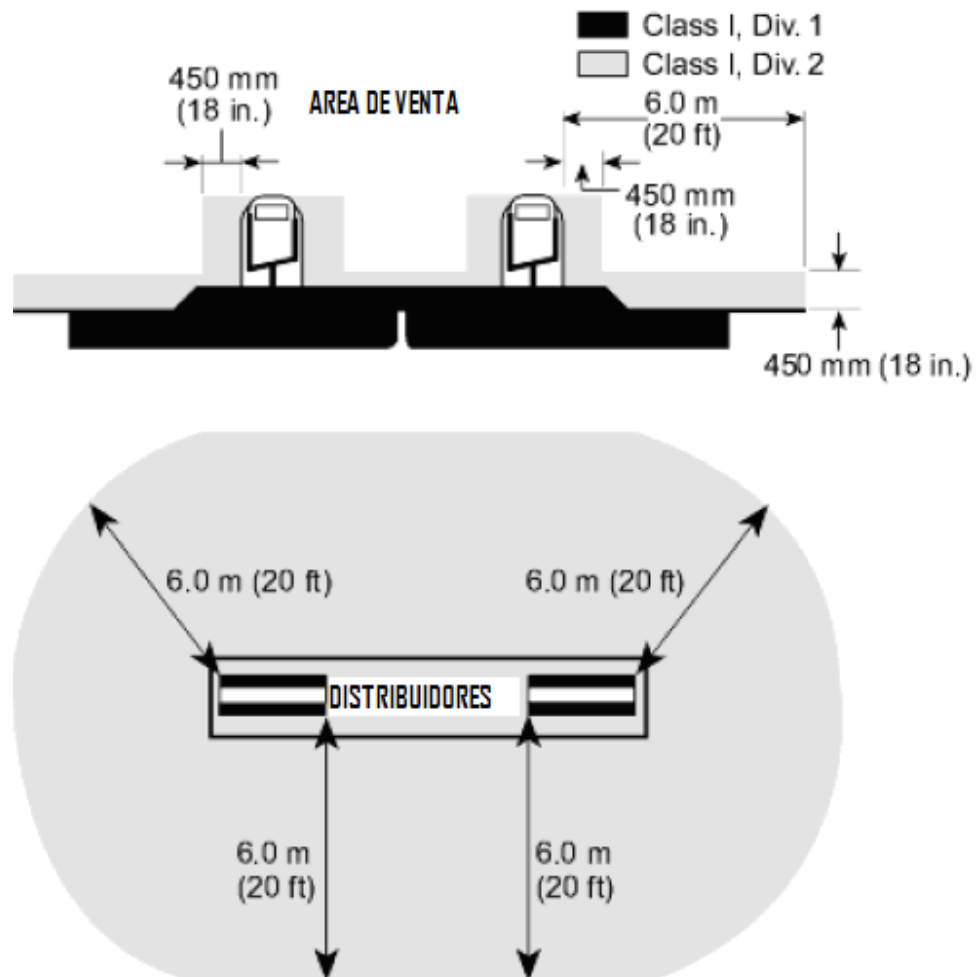


Figura 26 Detalle de surtidores de combustibles.

DETALLE SURTIDORES DE COMBUSTIBLE

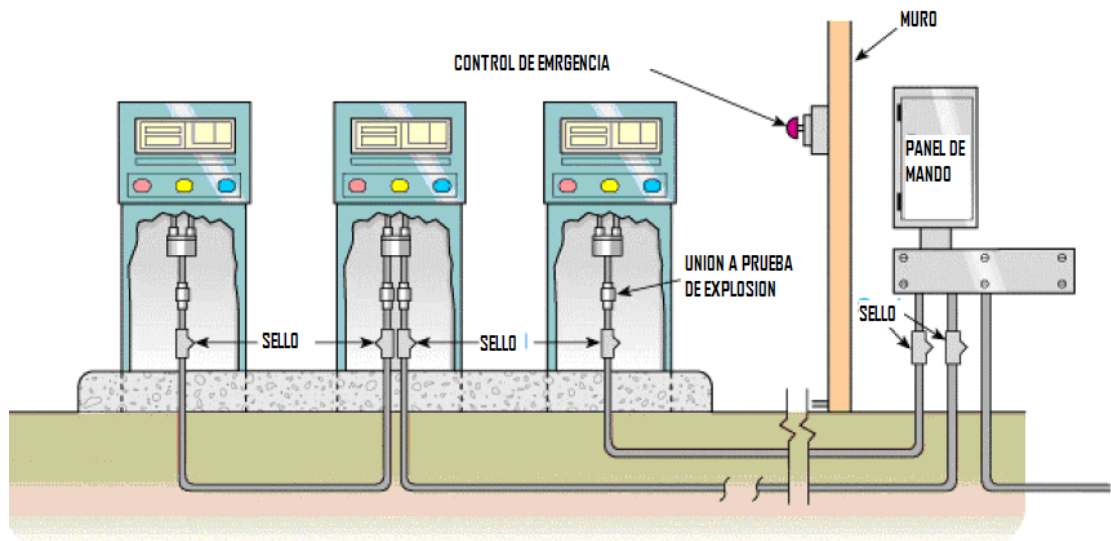


Figura 26 a Detalle de surtidores de combustibles.

EJEMPLOS DE MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN ÁREAS CLASIFICADAS

Conduletas Serie Ovalada.

CONDULET "E"



CONDULET "C"



CONDULET "LL"



CONDULET "LR"



CONDULET "LB"



CONDULET "T"



CONDULET "X"



CONDULET "L"



CONDULET "TB"



CONDULET "LBD"



TAPAS

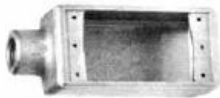


EMPAQUES

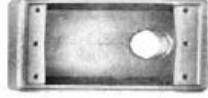


Serie Cuadrada.

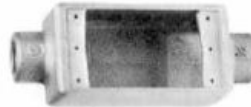
"FS1"



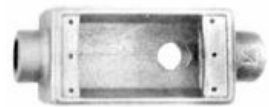
"FSA1"



"FSC"



"FSCA"



"FSCC"



"FSCT"



F
S
L



F
S
L
A



F
S
R

"FSJ"



"FST"



"FSCD"



"FSX"



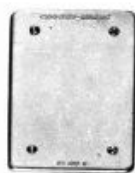
"FSY"



Tapas Para Conduletas Serie Cuadrada.



Estacion de Botones
DS71
DS71PVC



Tapa ciega
DS100G
DS100GPVC



Tapa contacto intemperie
DS1020G
DS1020GPVC



Tapa contacto redondo
DS21G
DS21PVC



Tapa contacto intemperie
DS23
DS23PVC



Tapa contacto intemperie
DS70
DS70PVC



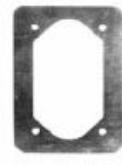
Tapa para apagador
DS32G
DS32G



Tapa apagador intemperie
DS185G
DS185GPVC



Tapa para luz piloto
DS24G
DS24PVC



Empaque
GASK01N

Conduletas Serie Redonda.

"SEH"



"SEHC"



"SEHL"



"SEHT"



"SEHX"



"SEHA"



CONCLUSIÓN.

Mantener ambientes sanos y libre de cualquier tipo de sustancias inflamables que puedan representar peligro, es la tarea del día a día en todos los sitios donde existen áreas clasificadas. LA **NORMA NTC 2050** Establece clasificaciones como CLASE 1 PARA GASES, CLASE 2 PARA POLVOS Y CLASE 3 PARA FIBRAS, que aportan ayuda vital para reducir el campo de acción a trabajar y de esta manera utilizar las herramientas y equipos apropiados para cada zona y la utilización de instrumentos tan eficaces como los diferentes tipos de VENTILACIÓN que es muy importante en la disminución de gases y vapores que se esparcen en el ambiente o que se almacenan en recintos cerrados.

Mas halla de un estudio de montaje eléctrico, las medidas a tomar con respecto a las instalaciones eléctricas en zonas especiales es una obligación por parte de la empresa o persona que construye, de igual manera el tener encuentra los aspectos descrito en este texto es ir en el mismo camino de la ley logrando de esta manera el objetivo general que es EL CUIDADO DE LA VIDA HUMANA Y PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE como lo establece el **RETIE**. Teniendo en cuenta de esta manera el estudio que se debe hacer para evaluar los riesgos y las medidas técnicas y organizativas que se imponen en consecuencia para proteger una instalación y su entorno de trabajo.

Hay que tener en cuenta que con la clasificación de las áreas se reducen los riesgos eléctricos y esto es uno de los principales motivos que rigen el **RETIE** que es la seguridad de todas instalaciones eléctricas con el fin de prevenir la vida.

BIBLIOGRAFÍA.

- Código eléctrico colombiano NTC 2050
- Reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE)
- Compendio para instalaciones eléctricas en atmósferas EXPLOSIVAS BIA-Report 13/97. Combustion and explosion characteristics of dusts. Compendio ABB Nortem, S.A. 1988.
Directiva 1999 / 92 / CE / (ATEX 137) Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y seguridad de los Trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.
Directiva 94/9/CE (ATEX 100) Equipos y Sistemas de protección previstos para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
García Torrent, J. Seguridad Industrial en Atmósferas Explosivas. LOM. Explosión Protection Manual. Brown Boveri & CIE.
Hoja técnica de prevención NTP-225.1988 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Instrucción técnica Complementaria MI-IP 04
Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:
ITC-BT-05: Verificación e inspecciones.
ITC-BT-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de emergencia eléctrica.
ITC-BT-29: Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
ITC-BT-30: Instalaciones en locales de características especiales.
Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

Normas:

UNE 20 2003-19: Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas.

Parte 19: Reparación y revisión del material utilizado en atmósferas explosivas (a excepción de las minas ó explosivos).

UNE 109 522-90: Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables.

UNE-EN 50014: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas

UNE-EN 50015: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Inmersión en aceite “o”

UNE-EN 50016: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Sobre presión interna “p”

UNE-EN 50017: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Relleno pulverulento “q”

UNE-EN 50018: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Envolvente antideflagrante “d”

UNE-EN 50019: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad aumentada “e”

UNE-EN 50020: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca “i”

UNE-EN 50021: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Tipo de protección “n”

UNE-EN 50028: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Encapsulado “m”

UNE-EN 50039: Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca “i”

UNE-EN 50281-1-1: Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-1:

UNE-EN 50281-1-1: Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-1: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Construcción y ensayo.

UNE-EN 50281-1-2: Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-2: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Selección, instalación y mantenimiento.

UNE-EN 50284: Requisitos especiales para la construcción, el ensayo y el marcado de material eléctrico para equipos del grupo II, Categoría 1G.

UNE-EN 60079-10: Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.

UNE-EN 60079-14: Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: Instalaciones eléctricas en emplazamientos peligrosos (a excepción de las mismas).

UNE-EN 60079-17: Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (con excepción de las minas)