

norma española

UNE-EN 50265-1

Mayo 1999

TÍTULO

Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego

**Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama
para un conductor individual aislado o cable**

Parte 1: Equipo

Common test methods for cables under fire conditions. Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable. Part 1: Apparatus.

Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu. Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé. Partie 1: Appareillage d'essai.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 50265-1 de julio 1998.

OBSERVACIONES

Esta norma junto con las Normas UNE-EN 50265-2-1 de mayo 1999, UNE-EN 50265-2-2 de mayo 1999 anula y sustituye a las Normas UNE 20432-1 de diciembre 1982, UNE 20432-1/1M de junio 1993 y UNE 20432-2 de marzo 1993.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 211 *Cables de Energía Eléctrica* cuya Secretaría desempeña FACEL.

Descriptores: Instalación eléctrica, cable eléctrico, conductor aislado, cable aislado, ensayo de comportamiento al fuego, ensayo de inflamabilidad, propagación de la llama, material de ensayo.

Versión en español

**Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego
Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama
para un conductor individual aislado o cable
Parte 1: Equipo**

Common test methods for cables under fire conditions. Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable. Part 1: Apparatus.

Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu. Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé. Partie 1: Appareillage d'essai.

Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall. Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel. Teil 1: Prüfgerät.

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1998-04-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 DEFINICIONES.....	6
4 APARATOS DE ENSAYO	6
4.1 Componentes.....	6
4.2 Pantalla metálica.....	6
4.3 Fuente de ignición	6
4.4 Cámara	7
ANEXO A (Informativo) – BIBLIOGRAFÍA.....	11

ANTECEDENTES

Esta norma europea fue preparada por el Comité Técnico CENELEC TC 20, Cables eléctricos.

Cuando se utilice conjuntamente con la Norma EN 50265-2-1 y la EN 50265-2-2, esta norma europea anula y sustituye al HD 405.1 S1, así como a su modificación A1 y al HD 405.2 S1 respectivamente.

El texto del proyecto fue sometido al procedimiento de aceptación única y fue aprobado por CENELEC como EN 50265-1 en 1998-04-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – Fecha límite de adopción de la Norma EN
a nivel nacional por publicación de norma nacional
idéntica o bien por ratificación | (dop) | 1999-03-01 |
| – Fecha límite de anulación de las
normas nacionales divergentes | (dow) | 2000-03-01 |

Los anexos denominados como “informativos” sólo se dan para información.

En esta norma, el anexo A es informativo.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma EN 50265 especifica métodos para ensayar la resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor o cable eléctrico simple aislado, o cable óptico, en condiciones de fuego. Esta Parte 1 detalla el aparato. Los procedimientos, junto con Anexos informativos de los requerimientos recomendados para conformidad, se dan en la Parte 2.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN 60695-2-4/1 – *Ensayos de fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 4: Hoja 1: Llama de ensayo de premezcla de 1 kW de potencia nominal y guía.*

EN 60695-4 – *Ensayos relativos a los riesgos de incendio. Parte 4: Terminología relativa a los ensayos de fuego.*

NOTA – Las Partes y Secciones de la Norma CEI 60695 se hallan en fase de renumeración. Esto afectará a su vez a las ENs equivalentes.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Parte 1 de la EN 50265, aplican las siguientes definiciones. Las definiciones se extraen de la EN 60695-4.

3.1 fuente de ignición: Fuente de energía que inicia la combustión.

4 APARATOS DE ENSAYO

4.1 Componentes

El aparato de ensayo estará compuesto por:

- a) Una pantalla metálica de tres caras (4.2).
- b) Una fuente de ignición (4.3).
- c) Una cámara apropiada (4.4).

4.2 Pantalla metálica

Se adaptará una estructura metálica a modo de pantalla de $(1\,200 \pm 25)$ mm. de alto, (300 ± 25) mm. de ancho y (450 ± 25) mm. de fondo, con la parte frontal abierta y partes superior e inferior cerradas (véase figura 1).

4.3 Fuente de ignición

4.3.1 General. La fuente de ignición consistirá en un quemador de gas tal como se especifica en los apartados 4.3.2 o 4.3.3. El quemador se alimentará con un propano de grado técnico con una pureza nominal del 95%.

4.3.2 Fuente de ignición 1 (para llama premezclada de 1 kW). Con la excepción de lo indicado en el punto anterior 4.3.1, la fuente de ignición cumplirá la EN 60695-2-4/1, que incluye un método de confirmación para el ensayo de llama.

NOTA – EN 60695-2-4/1 menciona específicamente a la necesidad de consultar también la EN 60695-2-4/0.

4.3.3 Fuente de ignición 2 (por difusión de llama). La fuente de ignición deberá ser un quemador de propano de acuerdo con la Figura 2.

NOTA – Con el fin de obtener el conducto de 8 mm. mostrado en la Figura 2 se puede ajustar un adaptador a aquellos quemadores que, de otra forma, no cumplirían lo especificado.

El quemador deberá producir una llama luminosa cuando éste se sitúe en posición vertical con la entrada de aire cerrada. El flujo de gas se ajustará de tal manera que la longitud total de la llama luminosa sea (125 ± 25) mm (véase Figura 3).

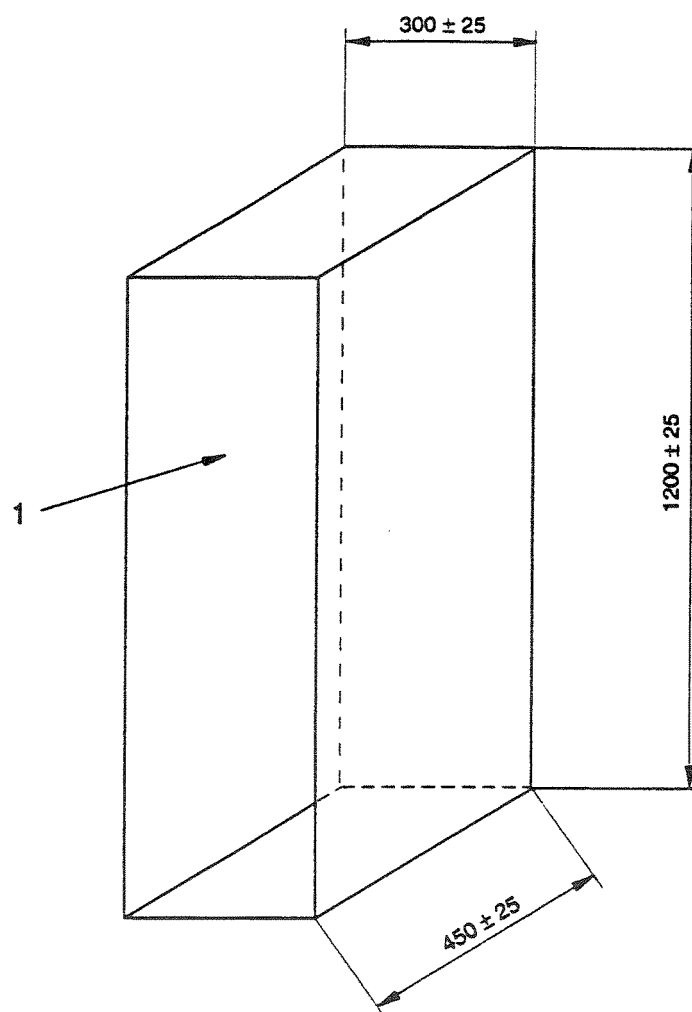
4.4 Cámara

La pantalla metálica y la fuente de ignición estarán situadas dentro de una cámara apropiada, libre de corrientes de aire durante el ensayo, pero con equipamientos para evacuar correctamente los gases nocivos resultantes de la combustión. La cámara se mantendrá a una temperatura de (23 ± 10) °C.

NOTAS

- 1 Si se cumplen los requerimientos de ausencia de corrientes de aire mediante el uso de una campana extractora de humos estándar, ésta debe tener un ventilador extractor independiente de manera que se permita operar con el extractor en "OFF". Algunas campanas extractoras podrían no disponer de este dispositivo.
- 2 Si una campana extractora de humos se utiliza como zona de ensayo libre de corriente de aire, se recomienda seguir las siguientes instrucciones operativas de seguridad:
 - a) apagar el ventilador, sellar la salida;
 - b) bajar la puerta frontal de la cabina extractora dejando un espacio suficiente para manipular el quemador y dejarlo en posición;
 - c) asegurarse que el operador está protegido;
 - d) no mover la puerta de la cabina de extracción de humos durante el ensayo;
 - e) al finalizar el ensayo evacuar los humos de la cabina antes de abrir la puerta frontal.

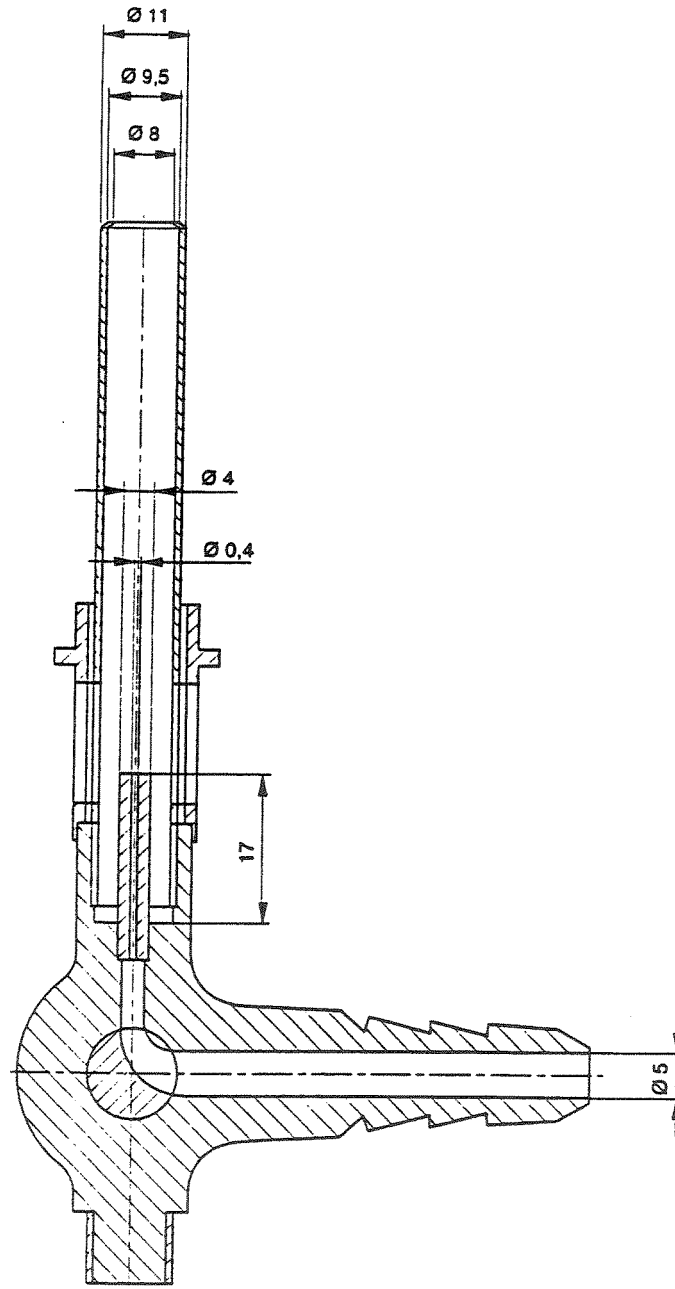
Dimensiones en milímetros



1 Lado frontal abierto

Fig. 1 – Aparato de ensayo – Pantalla metálica

Dimensiones en milímetros



Tolerancias $\pm 5\%$

Fig. 2 – Detalle y dimensiones del quemador de propano (llama de difusión)

Dimensiones en milímetros

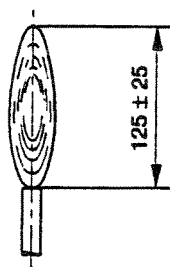


Fig. 3 – Llama luminosa

ANEXO A (Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

En las notas se hace mención a las siguientes normas no constituyendo por consiguiente parte normativa de esta norma.

EN 60695-2-4/0 – *Ensayos relativos a los riesgos de incendio. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 4/Hoja 0. Métodos de ensayo de llama de tipo difusión y de tipo premezcla.*

norma española

UNE-EN 50265-2-1

Mayo 1999

TÍTULO

Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego

Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable

Parte 2: Procedimientos

Sección 1: Llama premezclada de 1 kW

Common test methods for cables under fire conditions. Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable. Part 2-1: Procedures. 1 kW pre-mixed flame.

Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu. Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé. Partie 2-1: Procédures. Flamme de type à prémélange 1 kW.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 50265-2-1 de julio 1998.

OBSERVACIONES

Esta norma junto con la Norma UNE-EN 50265-1 de mayo 1999 anula y sustituye a las Normas UNE 20432-1 de diciembre 1982 y UNE 20432-1/1M de junio 1993.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 211 *Cables de Energía Eléctrica* cuya Secretaría desempeña FACEL.

Descriptores: Instalación eléctrica, cable eléctrico, conductor aislado, cable aislado, ensayo de comportamiento al fuego, ensayo de inflamabilidad, propagación de la llama, condiciones de ensayo, modo de funcionamiento.

Versión en español

Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego
Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama
para un conductor individual aislado o cable
Parte 2: Procedimientos
Sección 1: Llama premezclada de 1 kW

Common test methods for cables under fire conditions. Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable. Part 2-1: Procedures. 1 kW pre-mixed flame.

Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu. Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé. Partie 2-1: Procédures. Flamme de type à prémélange 1 kW.

Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall. Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel. Teil 2-1: Prüfverfahren. 1 kW-Flamme mit Gas-/Luftgemisch.

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1998-04-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 DEFINICIONES	6
4 APARATOS DE ENSAYO	6
4.1 General	6
4.2 Fuente de ignición	6
5 PROCEDIMIENTOS	7
5.1 Muestra	7
5.2 Acondicionamiento	7
5.3 Posicionamiento de la probeta	7
5.4 Aplicación de la llama	7
6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO	8
ANEXO A (Informativo) – REQUISITOS RELATIVOS AL COMPORTAMIENTO	11
ANEXO B (Informativo) – BIBLIOGRAFÍA	12

ANTECEDENTES

Esta norma europea fue preparada por el Comité Técnico CENELEC TC 20, Cables eléctricos.

Cuando se utilice conjuntamente con la Norma EN 50265-1 esta norma europea anula y sustituye al HD 405.1 S1, así como su modificación A1.

Las diferencias técnicas más significativas son:

- a) introducción de los tiempos de aplicación de llama revisados;
- b) transferencia de los requisitos como recomendaciones a un anexo informativo.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – Fecha límite de adopción de la Norma EN a nivel nacional por publicación de norma nacional idéntica o bien por ratificación | (dop) | 1999-03-01 |
| – Fecha límite de anulación de las normas nacionales divergentes | (dow) | 2000-03-01 |

Los anexos denominados como “informativos” sólo se dan para información.

En esta norma, los anexos A y B son informativos.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma EN 50265 especifica un método para ensayar la resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor o cable eléctrico simple aislado, o cable óptico, bajo condiciones de fuego. La Parte 1 detalla el aparato de ensayo y la Parte 2 especifica los distintos procedimientos.

La sección 1 de la Parte 2 especifica el uso de una llama premezclada de 1 kW y es de uso general, excepto que el procedimiento especificado pueda no ser adecuado para el ensayo de conductores individuales o cables de sección nominal inferior a 0,5 mm², porque se funda el conductor antes de que se termine el ensayo, o para el ensayo de cables de fibra óptica pequeños porque el cable se rompa antes de completar el ensayo. En estos casos, se recomienda el ensayo dado en EN 50265-2-2.

Esta norma incluye un anexo informativo de prescripciones recomendadas para su cumplimiento.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN 60695-2-4/1 – *Ensayos de fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 4: Hoja 1: Llama de ensayo de premezcla de 1 kW de potencia nominal y guía.*

EN 60695-4 – *Ensayos relativos a los riesgos de incendio. Parte 4: Terminología relativa a los ensayos de fuego.*

NOTA – Las Partes y Secciones de la Norma CEI 60695 se hallan en fase de reenumeración. Esto afectará a su vez a las ENs equivalentes.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta sección 1 de la Parte 2 de la EN 50265, aplican las siguientes definiciones. Las definiciones se extraen de la EN 60695-4.

3.1 fuente de ignición: Fuente de energía que inicia la combustión.

3.2 cenizas: Residuo carbonizado resultante de la pirólisis o combustión incompleta.

4 APARATOS DE ENSAYO

4.1 General

Se utilizará el aparato de ensayo especificado en la EN 50265-1.

4.2 Fuente de ignición

La fuente de ignición cumplirá la EN 50265-1, apartado 4.3.2.

5 PROCEDIMIENTOS

5.1 Muestra

La muestra de ensayo será un trozo de conductor aislado o cable de (600 ± 25) mm. de longitud.

5.2 Acondicionamiento

Antes de iniciar el ensayo, todas las probetas se acondicionarán a (23 ± 5) °C durante al menos 16 h. a una humedad relativa comprendida entre $(50 \pm 20)\%$.

En caso de que el conductor aislado o cable presente un acabado de laca o pintura, la muestra se mantiene, antes de comenzar el acondicionamiento, a (60 ± 2) °C durante 4 horas.

5.3 Posicionamiento de la probeta

La probeta deberá estar fijada a dos soportes horizontales mediante alambres de cobre de dimensiones apropiadas de manera que la distancia entre la parte inferior del soporte superior y la parte superior del soporte inferior sea de (550 ± 5) mm. Por otra parte la probeta se posicionará de tal manera que la parte inferior de la muestra se encuentre a unos 50 mm de la base de la pantalla metálica (véase figura 1).

El eje vertical de la probeta se situará centrado dentro de la pantalla (es decir, a 150 mm. de cada lado y a 225 mm. del fondo).

5.4 Aplicación de la llama

5.4.1 Aviso de seguridad. Cuando se realicen ensayos de este tipo, deben tomarse precauciones de seguridad para salvaguardar al personal operario de los siguientes riesgos:

- a) riesgo de fuego o explosión;
- b) la inhalación de humo y/o productos nocivos, particularmente cuando se queman materiales halogenados;
- c) residuos dañinos.

5.4.2 Posicionamiento de la llama. Se enciende un quemador calibrado, como el descrito en el apartado 4.3.2 de la EN 50265-1, y se ajustan los caudales recomendados de aire y gas. El quemador se posicionará de tal manera que la punta del cono interior de la llama incida sobre la superficie de la probeta a una distancia de (475 ± 5) mm. desde la parte más inferior del borde del soporte superior, mientras que el quemador se situará formando un ángulo de 45° respecto del eje vertical de la muestra (véase figura 2).

Para cables de diseño plano la aplicación de la llama será en el centro de la parte plana del cable.

5.4.3 Duración del ensayo. La llama se aplicará de forma continua por un periodo de tiempo que se corresponderá con los diámetros mostrados en la tabla 1.

Tabla 1

Diámetro total de la probeta* mm	Tiempo de aplicación de la llama s
$D \leq 25$	60
$25 < D \leq 50$	120
$50 < D \leq 75$	240
$D > 75$	480
* Cuando se ensayen cables no circulares (por ejemplo, diseños de forma plana), la circunferencia debe medirse y utilizarse para calcular un diámetro equivalente, como si el cable fuera circular.	
NOTA – Para cables planos que tengan una relación de mayor a menor eje superior a 17:1, el tiempo de aplicación de la llama permanece bajo estudio.	

Al final de la duración especificada del ensayo, el quemador se retirará y la llama será apagada.

6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

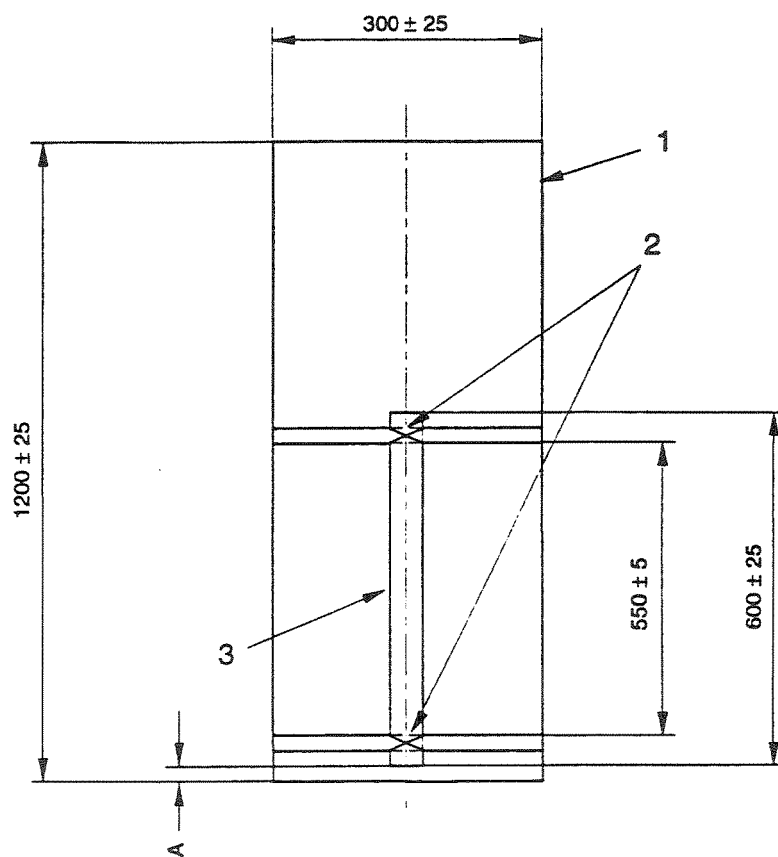
Después de que el fuego se haya apagado, la probeta deberá limpiarse de todo residuo.

Se ignorará el hollín si, después de limpiado, la superficie original permanece sin daño. Tampoco se tendrán en cuenta deformaciones y reblandecimientos de los materiales no metálicos. La distancia desde el borde inferior del soporte superior hasta el inicio y final de la parte carbonizada, deberá ser medida con exactitud milimétrica.

La parte carbonizada se determinará como sigue:

Presionar contra la superficie del cable con un objeto punzante, como por ejemplo la hoja de un cuchillo. Aquel punto donde la superficie cambia de elástica a frágil nos indica el principio de la parte carbonizada.

Dimensiones en milímetros

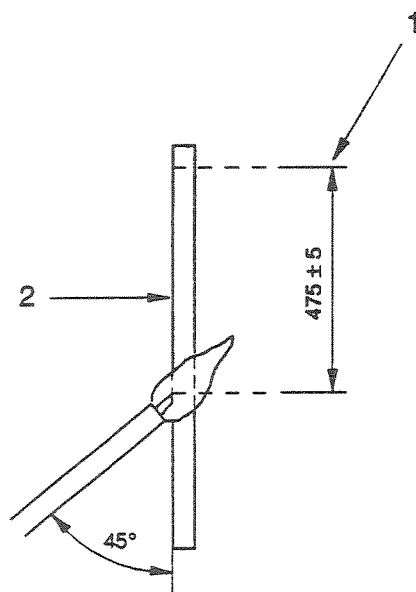


- 1 Pantalla metálica
- 2 Brazo soporte e hilo de cobre de fijación
- 3 muestra

Distancia A: Distancia desde la base de la pantalla al extremo inferior de la muestra = 50 mm. (aproximadamente).

Fig. 1 – Posicionamiento de la muestra en el equipo de ensayo

Dimensiones en milímetros



- 1 Parte inferior del soporte superior
- 2 Muestra

Fig. 2 – Aplicación de la llama premezclada de 1 kW sobre la muestra

ANEXO A (Informativo)

REQUISITOS RELATIVOS AL COMPORTAMIENTO

Los requisitos relativos al comportamiento para un tipo particular o clase de conductor aislado o cable deberían preferiblemente venir indicados en la norma individual del cable. En caso de ausencia de dicho requisito, se recomienda que se tomen como mínimos aceptables los que se dan posteriormente.

El conductor aislado o cable pasará el ensayo si la distancia entre el extremo inferior del soporte superior y el principio de la parte carbonizada es superior a 50 mm.

Además, se considerará no superado el ensayo si el fuego se extiende hacia abajo alcanzando la parte afectada un punto superior a 540 mm. desde el borde inferior del soporte superior.

Si el ensayo no se supera deberán realizarse dos ensayos más. Si ambos ensayos adicionales se superan, se considerará que el conductor aislado o cable supera el ensayo.

ANEXO B (Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

En las notas se hace mención a las siguientes normas no constituyendo por consiguiente parte normativa de esta norma.

EN 50266 – *Métodos de ensayo para cables bajo condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación de la llama para grupos de conductores o cables. (En fase de preparación).*

EN 50265-2-2 – *Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Llama de difusión.*

ANEXO NACIONAL

ENSAYOS DE TIPO

DETERMINACIÓN DE LOS CABLES Y MUESTRAS A ENSAYAR

Este anexo tiene por objeto recomendar las muestras de cable que deben ser sometidas a ensayos de tipo, aplicando los métodos de ensayo descritos en esta norma, a fin de calificar un determinado diseño de cable respecto a su comportamiento como no propagador de la llama.

Estos ensayos de tipo son de tal naturaleza que después de haberlos efectuado no es necesario repetirlos, a no ser que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño del cable susceptibles de modificar sus características.

No se consideran como variaciones de diseño aquellas que afectan al tipo de conductor (clase, material, sección,...), ni a su número (cable multiconductor).

En ausencia de una especificación concreta en la norma constructiva de aplicación al cable, se recomienda aplicar el siguiente criterio:

MUESTRAS A ENSAYAR
<ul style="list-style-type: none">- 1 cable unipolar de sección $\leq 1,5 \text{ mm}^2$- 1 cable multiconductor del menor número de conductores y sección $\leq 1,5 \text{ mm}^2$ (o de la menor sección prevista en el diseño del cable, cuando ésta sea superior a $1,5 \text{ mm}^2$)

norma española

UNE-EN 60079-10

Mayo 1997

TÍTULO

Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas
Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 10: Classification of hazardous areas.

Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses. Partie 10: Classement des régions dangereuses.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60079-10 de enero 1996, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 79-10:1995.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 20322 de enero 1986.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 20-21 *Electrotécnico* cuya Secretaría desempeña AENOR.

ICS: 29.260.20

Descriptores: Material eléctrico, atmósfera explosiva, gas inflamable, definición, peligro, región, emplazamiento, clasificación, seguridad, protección contra la explosión, ventilación.

Versión en español

**Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas
Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos
(CEI 79-10:1995)**

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 10: Classification of hazardous areas.
(CEI 79-10:1995)

Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses. Partie 10: Classement des régions dangereuses.
(CEI 79-10:1995)

Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche. Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche.
(CEI 79-10:1995)

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1995-11-28. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la Norma Europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta Norma Europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

©1996 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	5
DECLARACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	6
1 GENERALIDADES	6
1.1 Objeto y campo de aplicación	6
1.2 Normas para consulta	7
2 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA	7
3 SEGURIDAD Y CLASIFICACIÓN	9
3.1 Principios de seguridad	9
3.2 Objetivos de la clasificación de emplazamientos	10
4 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS	10
4.1 Generalidades	10
4.2 Fuentes de escape	11
4.3 Tipo de zona	11
4.4 Extensión de la zona	11
4.5 Extensión de la zona. Comentarios generales	13
5 VENTILACIÓN	14
5.1 Generalidades	14
5.2 Principales tipos de ventilación	14
5.3 Grados de ventilación	14
5.4 Disponibilidad de la ventilación	14
6 DOCUMENTACIÓN	14
6.1 Generalidades	14
6.2 Planos, hojas de datos y tablas	15
ANEXOS	
A (Informativo) EJEMPLOS DE FUENTES DE ESCAPE	16
B (Informativo) VENTILACIÓN	18
C (Informativo) EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS	33
ZA (Normativo) RELACIÓN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES CON LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES	56

ANTECEDENTES

El texto del documento 31J/39/FDIS, futura edición 3 de CEI 79-10 elaborado por el SC 31J, *Clasificación de emplazamientos peligrosos y requisitos de instalación* del TC 31, *Material eléctrico para atmósferas explosivas* de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC, y fue aprobado por CENELEC como EN 60079-10 el 1995-11-28.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – Fecha límite en la que la EN debe ser adoptada a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación | (dop) | 1996-09-01 |
| – Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes | (dow) | 1996-09-01 |

Los anexos denominados "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos denominados "informativos" se dan sólo para información.

En esta norma el anexo ZA es normativo y los anexos A, B y C son informativos.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 79-10:1995 fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin ninguna modificación.

INTRODUCCIÓN

En los emplazamientos donde pueden aparecer cantidades y concentraciones peligrosas de gas o vapor inflamables deben aplicarse medidas preventivas para reducir el riesgo de explosión. El objetivo de esta parte de la CEI 79 es explicar los criterios esenciales para valorar el riesgo de explosión y dar orientaciones para que los parámetros de diseño y explotación reduzcan dicho riesgo.

En el caso de aparatos eléctricos, esta norma sirve como base para la apropiada selección e instalación de los aparatos para usar en los emplazamientos peligrosos. Para detalles es conveniente consultar las normas apropiadas.

1 GENERALIDADES

1.1 Objeto y campo de aplicación

El objeto de esta parte de la CEI 79 es la clasificación de los emplazamientos peligrosos donde los riesgos son debidos a la presencia de gas o vapor inflamables a fin de poder seleccionar e instalar adecuadamente los aparatos para usar en los citados emplazamientos (véanse notas 1 y 4).

Está destinada para ser aplicada donde pueda existir un riesgo de ignición debido a la presencia de gas o vapor inflamables mezclados con el aire en condiciones atmosféricas habituales (véase nota 2), pero no se aplica a:

- a) Minas con grisú.
- b) Manipulación y fabricación de explosivos.
- c) Emplazamientos donde el riesgo puede aparecer por la presencia de polvos o fibras.
- d) Situaciones catastróficas que superen el concepto de normalidad tratado en esta norma (véase nota 3).
- e) Salas para uso médicos.
- f) Emplazamientos donde la presencia de una niebla inflamable pueda dar lugar a un riesgo imprevisible, los cuales requieren consideración especial (véase nota 5).

Esta norma no tiene en cuenta los efectos de un siniestro en cascada.

Se dan definiciones y explicaciones de términos así como los grandes principios y procedimientos relativos a la clasificación de emplazamientos peligrosos.

Para recomendaciones detalladas respecto a la extensión de los emplazamientos peligrosos en industrias o aplicaciones específicas se puede recurrir a códigos relativos a esas industrias o aplicaciones.

NOTAS

- 1 En el uso de esta norma un emplazamiento es una región o espacio tridimensional.
- 2 Las condiciones atmosféricas incluye las variaciones por arriba y por abajo de los niveles de referencia de 101,3 kPa (1 013 mbar) y 20 °C (293 K) con la condición de que las variaciones tengan un efecto despreciable sobre las propiedades explosivas de las sustancias inflamables.
- 3 El término "situación catastrófica" aquí se aplica, por ejemplo, a la rotura de un recipiente o tubería y a aquellos sucesos imprevisibles.
- 4 En cualquier planta de proceso, independientemente de su tamaño, puede haber numerosas fuentes de ignición además de las asociadas al material eléctrico. En estos casos será necesario adoptar precauciones apropiadas para garantizar la seguridad. Esta norma puede ser usada prudentemente para otras fuentes de ignición.
- 5 Las nieblas pueden formarse a partir de los vapores inflamables o pueden estar presentes al mismo tiempo con éstos. Esto puede afectar a la dispersión de la sustancia inflamable y a la extensión de la zona peligrosa. La aplicación estricta de la clasificación de emplazamientos para gases y vapores puede no ser apropiada, porque las características de inflamabilidad de las nieblas no siempre se pueden predecir. Mientras haya dificultades para determinar la extensión y tipo de las zonas, los criterios aplicables a los gases y vapores darán en la mayoría de los casos unos resultados seguros. En cualquier caso siempre se tomarán precauciones especiales ante el peligro de las nieblas inflamables.

1.2 Normas para consulta

Las siguientes normas contienen disposiciones que como consecuencia de la referencia que aquí se ha hecho, constituyen disposiciones válidas para esta parte de la CEI 79. En el momento de la publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a revisión y para comprobar si son aplicables las partes de las normas, indicadas más abajo y tomadas en esta parte de la CEI, correspondientes a ediciones más recientes, se anima a investigar su conformidad. Miembros de la CEI e ISO mantienen el registro de las Normas Internacionales en vigor.

CEI 50(426):1990 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 426: Material eléctrico para atmósferas explosivas.*

CEI 79-4:1975 – *Material eléctrico para atmósferas explosivas -Parte 4: Método de ensayo para la determinación de la temperatura de inflamación.*

CEI 79-4A:1970 – *Primer suplemento a CEI 79-4 (1966).*

2 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Para el uso de esta Norma se aplican las siguientes definiciones.

2.1 atmósferas de gas explosiva: Es una mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no consumida.

NOTA – Aunque una mezcla que tenga una concentración superior al límite superior de explosión (LSE) no sea una atmósfera de gas explosiva, puede serlo y en ciertos casos para la clasificación de áreas es recomendable considerarla como una atmósfera de gas explosiva.

2.2 emplazamiento peligroso: Es un espacio en el que una atmósfera de gas explosiva está o puede estar presumiblemente presente en una cuantía tal, como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización de aparatos (VEI 426-03-01 modificado).

2.3 emplazamiento no peligroso: Es un espacio en el que no se prevé la presencia de una atmósfera de gas explosiva en cantidad tal como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización de aparatos (VEI 426-03-02 modificado).

2.4 zonas: Los emplazamientos peligrosos son clasificados en zonas basándose en la frecuencia de aparición y en la duración de la presencia de una atmósfera de gas explosiva, de acuerdo a lo siguiente:

2.4.1 zona 0: Es un emplazamiento en el que una atmósfera de gas explosiva está presente en forma continua o por largos períodos (VEI 426-03-03 modificado).

2.4.2 zona 1: Es un emplazamiento en el que es probable que aparezca una atmósfera de gas explosiva en funcionamiento normal (VEI 426-03-04 modificado).

2.4.3 zona 2: Es un emplazamiento en el que no es probable que aparezca una atmósfera de gas explosiva en funcionamiento normal y si aparece es probable sólo de forma infrecuente y en períodos de corta duración (VEI-426-03-05 modificado).

NOTA – Se pueden tomar indicaciones de la frecuencia de la aparición y de la duración, de códigos específicos a las industrias o aplicaciones.

2.5 fuentes de escape: Es un punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables de tal forma que se pueda formar una atmósfera de gas explosiva (VEI-426-03-06 modificado).

2.6 grados de escape: Existen tres grados básicos de escape, que se clasifican a continuación en orden decreciente en cuanto a la probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presente:

- a) Grado continuo.
- b) Grado primario.
- c) Grado secundario.

Una fuente de escape puede dar lugar a uno de estos grados de escape o a una combinación de más de uno.

2.6.1 grado de escape continuo: Es un escape que se produce de forma continua o presumiblemente durante largos periodos.

2.6.2 grado de escape primario: Es un escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.

2.6.3 grado de escape secundario: Es un escape que no se prevé en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.

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

2.8 funcionamiento normal: Es la situación en la que los equipos operan dentro de sus parámetros de diseño.

NOTAS

- 1 Pequeños escapes de material inflamable pueden ser considerados dentro del funcionamiento normal. Por ejemplo, las fugas de los cierres de ejes que se sellan con el mismo fluido que se bombea son considerados como pequeños escapes.
- 2 Los fallos (como la rotura del sello de una bomba o de la junta de una brida o derrames causados por accidentes) que precisan una reparación urgente o una parada de la planta no se consideran como parte del funcionamiento normal.

2.9 ventilación: Es el movimiento del 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).

2.10 Límite de explosión

2.10.1 límite inferior de explosión (LIE): Es la concentración de gas o vapor inflamables en el aire por debajo de la cual la atmósfera de gas no es explosiva (VEI 426-02-09 modificado).

2.10.2 límite superior de explosión (LSE): Es la concentración de gas o vapor inflamable en el aire por encima de la cual la atmósfera de gas no es explosiva (VEI 426-02-10 modificado)

NOTA – Para los propósitos de esta norma las palabras explosivo e inflamable deben considerarse como sinónimas.

2.11 densidad relativa de un gas o un vapor: Es la relación entre la densidad de un gas o de un vapor y la densidad del aire en las mismas condiciones de presión y temperatura (la del aire es 1,0).

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

2.13 líquido inflamable: Es un líquido capaz de producir un vapor inflamable en todas las condiciones de operación previsibles.

2.14 gas o vapor inflamable: Es un gas o vapor, que mezclado con el aire en ciertas proporciones, formará una atmósfera de gas explosiva.

2.15 niebla inflamable: Son gotas pequeñas de líquido inflamable dispersas en el aire de forma que originen una atmósfera explosiva.

2.16 punto de inflamabilidad: Es la temperatura más baja del líquido a la que bajo ciertas condiciones normalizadas, el líquido desprende vapores en cantidad tal que puede originar la formación de una mezcla de vapor/aire inflamable (VEI 426-02-14).

2.17 punto de ebullición: Es la temperatura de un líquido hirviendo a una presión ambiente de 101,3 kPa (1 013 mbar).

NOTA – En mezclas de líquidos se utiliza el punto de ebullición inicial. El punto de ebullición inicial se usa en mezclas de líquidos para indicar el valor más bajo del punto de ebullición para el conjunto de líquidos presentes, tal como se determina en un laboratorio de destilación sin fraccionamiento normalizado.

2.18 tensión de vapor: Es la presión existente cuando un sólido o líquido está en equilibrio con su propio vapor. Es función de la sustancia y de la temperatura.

2.19 temperatura de ignición de una atmósfera de gas explosiva: Es la temperatura más baja de una superficie caliente a la cual, bajo las condiciones especificadas, se produce la ignición de una sustancia inflamable en forma de un gas o vapor mezclado con el aire.

NOTA – CEI 79-4 y CEI-79-4A normalizan un método para la determinación de esta temperatura (VEI 426-02-01 modificado).

3 SEGURIDAD Y CLASIFICACIÓN

3.1 Principios de seguridad

Las instalaciones donde se manipulan o almacenan sustancias inflamables deben diseñarse, operarse y mantenerse de manera que sean mínimos los escapes de material explosivo y en consecuencia la extensión de los emplazamientos peligrosos, sea en funcionamiento normal o no, en lo concerniente a la frecuencia, duración y cantidad.

Las actividades de mantenimiento u otras equivalentes en funcionamiento normal, pueden afectar a la extensión de la zona, pero se supone que estarán regladas con un sistema de permisos de trabajo.

En situaciones de emergencia conviene recurrir a la desconexión del equipo eléctrico inadecuado, al disparo del proceso, al aislamiento de los recipientes de proceso, a la contención de los derrames y si es posible a la adopción de una ventilación de emergencia adicional.

En las situaciones donde puede haber una atmósfera de gas explosiva deben adoptarse las siguientes medidas:

- eliminar la probabilidad de que aparezca una atmósfera de gas explosiva alrededor de la fuente de ignición, o
- eliminar la fuente de ignición.

Cuando esto no es posible deben adoptarse procedimientos preventivos, equipamiento del proceso, sistemas y procedimientos y prepararlos para que la probabilidad de coincidencia de a) y b) sea tan pequeña como para ser aceptable. Tales medidas pueden utilizarse aisladamente si se conoce que tienen una gran fiabilidad o conjuntamente para obtener un nivel de seguridad equivalente.

3.2 Objetivos de la clasificación de emplazamientos

La clasificación de áreas es un método de analizar y clasificar el entorno donde puede aparecer una atmósfera de gas explosiva y así facilitar la correcta selección e instalación de aparatos para ser usados con seguridad en el entorno, tomando en consideración los grupos de gases y las clases de temperatura.

En la mayoría de las situaciones donde se utilizan sustancias inflamables es prácticamente difícil garantizar que nunca va a aparecer una atmósfera de gas explosiva. También es difícil asegurar que los aparatos nunca pueden ser una fuente de ignición. Por lo tanto, en los casos donde hay una alta probabilidad de que aparezca una atmósfera de gas explosiva la confianza debe depositarse en el uso de aparatos que tengan una baja probabilidad de originar una fuente de ignición. Por el contrario, cuando la probabilidad de presencia de una atmósfera de gas explosiva sea baja, pueden utilizarse aparatos contruidos con normas menos rigurosas.

Raramente es posible determinar por un simple examen de la planta o de sus planos de diseño las partes a las que puedan aplicarse las definiciones de las tres zonas (zonas 0, 1 y 2). Es necesario un estudio más detallado que implique el análisis de la posibilidad elemental de la aparición de una atmósfera de gas explosiva.

El primer paso consiste en evaluar la probabilidad de esta aparición, conforme a las definiciones de zona 0, zona 1 y zona 2. Una vez conocida la probable frecuencia y duración del escape (y por consiguiente el grado de escape), la tasa de escape, la concentración, la velocidad, la ventilación y otros factores que afecten al tipo y/o extensión de la zona, hay una base firme para determinar la posible presencia de una atmósfera de gas explosiva en las zonas circundantes. Este planeamiento requiere por lo tanto que se examine detalladamente cada equipo de proceso que contenga una sustancia inflamable y que por eso pueda ser una fuente de escape.

Los procedimientos de producción deben diseñarse y adecuarse para que los emplazamientos zona 0 o zona 1 en particular, se reduzcan en número y extensión. En otras palabras, las plantas y las instalaciones deben ser principalmente zona 2 o no peligrosa. Cuando sea inevitable el escape de una sustancia inflamable, los escapes de los equipos de proceso deberían limitarse para dar un grado secundario, o si esto no es posible (donde sean inevitables los escapes de grado primario o continuo) los escapes deberían ser muy limitados en cantidad y cuantía. Cuando se efectúe la clasificación de emplazamientos, estos principios deben considerarse prioritariamente. Conviene que el diseño, operación e implantación de los equipos de proceso garanticen que, incluso en el caso de funcionamiento anormal, la cantidad de sustancia inflamable que se escape a la atmósfera sea reducida y por lo tanto la extensión de la zona peligrosa sea menor.

Una vez que una planta haya sido clasificada y realizada toda la documentación necesaria, es importante que no se modifiquen los equipos o los procedimientos de operación, sin discutirlo con los responsables de la clasificación de emplazamientos. Cualquier acción no autorizada puede invalidar la clasificación ya realizada. En todos los equipos que afecten a la clasificación de emplazamientos que hayan sido sometidos a una operación de mantenimiento, debe examinarse cuidadosamente que se conserva la integridad original del diseño durante y después del ensamblaje, en lo referente a la seguridad, antes de ser puesto en servicio.

4 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS

4.1 Generalidades

La clasificación de emplazamientos es conveniente que sea efectuada por personas que tengan conocimiento de las propiedades de las sustancias inflamables, el proceso y el equipamiento, mediante consulta cada vez que sea apropiado, con personal de seguridad, electricidad y de otras especialidades.

Los siguientes apartados dan una guía para el procedimiento de clasificación de emplazamientos en los cuales puede haber una atmósfera explosiva y para la extensión de las zonas 0, 1 y 2. La figura 1 del anexo C.1 es un ejemplo de un esquema del procedimiento de clasificación de emplazamientos peligrosos.

4.2 Fuentes de escape

Los elementos básicos para establecer los tipos de zonas peligrosas son la identificación de las fuentes de escape y la determinación de su grado.

Puesto que una atmósfera de gas explosiva sólo puede existir si un gas o vapor inflamables están mezclados con el aire, es necesario determinar si alguna de las sustancias inflamables puede aparecer en el área afectada. Por regla general, tales gases o vapores (y los líquidos y sólidos inflamables de los que pueden desprenderse) están contenidos en el interior de recipientes que pueden estar o no totalmente cerrados. Es necesario identificar los lugares del interior de una planta donde puede existir una atmósfera inflamable o donde un escape de sustancias inflamables pueden crear una atmósfera inflamable en el exterior de la planta de proceso.

Es conveniente que cada equipo de proceso (por ejemplo un tanque, una bomba, una tubería, un recipiente, etc.) sea considerado como una potencial fuente de escape de sustancia inflamable. Si el equipo no contiene sustancia inflamable es claro que no origina un emplazamiento peligroso a su alrededor. Lo mismo se puede aplicar si un equipo contiene material inflamable pero no se puede fugar a la atmósfera (por ejemplo las tuberías totalmente soldadas no se consideran como fuente de escape).

Si está constatado que el equipo puede liberar sustancia inflamable a la atmósfera, es necesario en primer lugar, determinar de acuerdo con las definiciones el grado de escape, estableciendo la probabilidad de frecuencia y duración del escape. Es conveniente resaltar que las partes de los sistemas cerrados de proceso que se abren (por ejemplo durante un cambio de filtros o una carga de producto) deben considerarse como fuentes de escape. Con este procedimiento cada escape será calificado como "continuo" "primario" o "secundario".

Después de haber establecido el grado de escape se debe determinar la cuantía del mismo y otros factores que puedan influir en el tipo y extensión de la zona.

4.3 Tipo de zona

La probabilidad de la presencia de una atmósfera de gas explosiva y por tanto el tipo de zona depende principalmente del grado del escape y de la ventilación.

NOTA – Una fuente de escape de grado continuo normalmente origina una zona 0, una de grado primario una zona 1 y una de grado secundario una zona 2 (véase anexo B).

4.4 Extensión de la zona

La extensión de la zona depende fundamentalmente de los siguientes parámetros físicos y químicos, alguno de los cuales son propiedades intrínsecas de la sustancia inflamable, otras son específicas del proceso. Por sencillez, el efecto de cada parámetro considerado más adelante considera que el resto de los parámetros permanecen invariables.

4.4.1 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:

- a) Geometría de la fuente de escape

Está ligada a las características físicas de la fuente, por ejemplo, una superficie abierta, una fuga de una brida, etc (véase anexo A).

b) Velocidad de escape

Para una fuente de escape dada, la tasa de escape aumenta con la velocidad de éste. En el caso de un producto contenido en el interior de un equipo de proceso, la velocidad de escape depende de la presión y de la geometría de la fuente de escape. La dimensión de una nube de gas o vapor inflamable está determinada por la tasa de escape y por su dispersión. El gas y vapor procedente de una fuga a alta velocidad penetrará en el aire en forma de chorro hasta que se autodiluya. La extensión de la atmósfera explosiva será casi independiente de la velocidad del viento. Si la fuga es a baja velocidad o si la velocidad cae por interferencia con algún obstáculo, será arrastrada por el viento y su dilución y extensión dependerá de la velocidad del viento.

c) Concentración

La tasa de escape aumenta con la concentración de vapor o gas inflamable en la mezcla de la fuga.

d) Volatilidad de un líquido inflamable

Esto depende fundamentalmente de la presión de vapor y del calor de vaporización. Si no se conoce la tensión de vapor se pueden utilizar como orientación el punto de ebullición y el punto de inflamabilidad.

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 debe ser la extensión de la zona. Si el escape de una sustancia inflamable es en forma de niebla (por ejemplo por pulverización) se puede formar una atmósfera explosiva si, por ejemplo, la temperatura queda por debajo del punto de inflamabilidad.

NOTAS

- 1 El punto de inflamabilidad de los líquidos inflamables no es una cantidad física exacta, especialmente cuando hay mezclas.
- 2 Algunos líquidos (por ejemplo ciertos hidrocarburos halogenados) no tienen un punto de inflamabilidad a pesar de que son capaces de producir una atmósfera explosiva. En estos casos es conveniente comparar la temperatura de equilibrio del líquido correspondiente a la concentración saturada para el límite inferior de explosión, con la temperatura máxima de manipulación del líquido.

e) Temperatura del líquido

La tensión de vapor aumenta con la temperatura, y se incrementa la tasa de escape debido a la evaporación.

NOTA – La temperatura del líquido después del escape puede aumentar, por ejemplo, a causa de una superficie caliente o una alta temperatura ambiente.

4.4.2 Límite inferior de explosión. (LIE). Para un volumen de escape dado, la extensión de la zona aumenta cuanto más bajo sea el LIE.

4.4.3 Ventilación. Con aumento de la ventilación, la extensión de la zona se reducirá. Los obstáculos que impiden la ventilación aumentan la extensión de la zona. Por otra parte, algunos obstáculos, por ejemplo diques, paredes o techos pueden limitar la extensión.

4.4.4 Densidad relativa del gas o vapor fugados. Si un gas o vapor es significativamente más ligero que el aire tenderá a elevarse. Si es sensiblemente más pesado tenderá a acumularse a nivel del suelo. La extensión de la zona a nivel del 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.

NOTAS

- 1 En la práctica un gas o vapor que tenga una densidad relativa inferior a 0,8 se considera como más ligero que el aire. Si la densidad es superior a 1,2 se considera más pesado. Entre ambos valores deben considerarse las dos posibilidades.
- 2 La experiencia ha demostrado que el amoníaco es muy difícil de inflamar y el gas fugado se disipa rápidamente en el aire, en este caso la extensión de la atmósfera de gas es despreciable.

4.4.5 Otros parámetros a considerar

- a) Condiciones climáticas.
- b) Topografía.

4.4.6 Ejemplos ilustrativos. Los ejemplos del anexo C demuestran cómo, los parámetros anteriormente citados afectan a la tasa de escape y por tanto a la extensión.

- a) Fuente de escape: Superficie de líquido al aire libre

En la mayoría de los casos la temperatura del líquido estará por debajo del punto de ebullición y la cuantía del escape de vapor dependerá principalmente de:

- La temperatura.
- Tensión de vapor y la temperatura del líquido en su superficie.
- Tamaño de la superficie de evaporación.

- b) Fuente de escape: Evaporación virtualmente instantánea de un líquido (por ejemplo de un chorro o pulverizador)

Dado que el líquido fugado se transformará instantáneamente en vapor, la cuantía del escape es igual al caudal del líquido y esto depende de:

- Presión del líquido.
- Geometría de la fuente de escape.

Cuando el líquido no se vaporiza instantáneamente la situación es complicada porque las gotas, chorros y charcos pueden crear otras fuentes de escape separadas.

- c) Fuente de escape: Escape de una mezcla de gases

La tasa de escape depende de:

- Presión interior en los equipos que contienen el gas.
- Geometría de la fuente de escape.
- Concentración de gas inflamable en la mezcla fugada.

Para ejemplos de fuentes de escape véase el capítulo A.2.

4.5 Extensión de la zona. Comentarios generales

4.5.1 Hay que considerar la posibilidad de que un gas más pesado que el aire puede fluir hacia emplazamientos por debajo del nivel del suelo, por ejemplo pozos o depresiones y que un gas más ligero puede ser retenido en niveles altos por ejemplo en falsos techos.

4.5.2 Cuando la fuente de escape está situada fuera del emplazamiento o en una región continua se puede evitar la penetración de una cantidad significativa de gas o vapor al interior del emplazamiento con las siguientes medidas:

- a) Barreras físicas.
- b) Manteniendo una sobrepresión estática en las zonas adyacentes a las regiones peligrosas que impida el paso de la atmósfera peligrosa.
- c) Purgando el emplazamiento con una cantidad de aire suficiente para garantizar que el aire escape por todas las aberturas por las que la atmósfera explosiva podría entrar.

5 VENTILACIÓN

5.1 Generalidades

El gas o vapor que se ha escapado a la atmósfera se puede diluir o dispersar en el aire hasta que su concentración sea más baja que el límite inferior de explosión. La ventilación, es decir, el movimiento de aire para reemplazar la atmósfera en un volumen (hipotético) alrededor de la fuente de escape por aire fresco, favorece la dispersión. Caudales apropiados de ventilación pueden también impedir la persistencia de una atmósfera de gas explosiva y por tanto influir en el tipo de zona.

5.2 Principales tipos de ventilación

La ventilación puede ser realizada por el movimiento del aire debido al viento y/o por los gradientes de temperatura o por medios mecánicos tales como ventiladores. Los dos tipos de ventilación principales reconocidos son:

- a) Ventilación natural.
- b) Ventilación artificial, general o local.

5.3 Grados de ventilación

El factor más importante es que el grado o cuantía de la ventilación está relacionado con la fuente de escape y sus correspondientes tasas. Esto es independiente del tipo de ventilación que se trate, pero sí de la velocidad del viento o del número de renovaciones por unidad del tiempo. De esta forma, se pueden lograr las condiciones óptimas de ventilación de un emplazamiento peligroso y cuanto mayor sea la cantidad, menor será la extensión de las zonas (emplazamientos peligrosos) y en algunos casos reduciéndolos a extensiones despreciables (emplazamientos no peligrosos).

Ejemplos prácticos del grado de ventilación se dan en el Anexo B.

5.4 Disponibilidad de ventilación

La disponibilidad de la ventilación influye en la presencia o formación de una atmósfera explosiva y por lo tanto en el tipo de zona. En el anexo B se da una orientación sobre la disponibilidad.

NOTA – La combinación del concepto de grado de ventilación y nivel de disponibilidad es un método cualitativo para la evaluación del tipo de zona (véase anexo B).

6 DOCUMENTACIÓN

6.1 Generalidades

Se recomienda que la clasificación de áreas se acometa en forma que las diferentes etapas que conducen a la clasificación final sean apropiadamente documentadas.

Es conveniente que se referencia toda la información pertinente que se use. Ejemplos de tal información o de un método usado podrían ser:

- a) Recomendaciones obtenidas de códigos y normas apropiadas.
- b) Características de dispersión de los gases y vapores y los cálculos.
- c) Un estudio de las características de la ventilación relacionadas con los parámetros de los escapes de sustancia inflamable, de forma que se pueda evaluar la eficacia de la ventilación.

Se registrarán los resultados del estudio de clasificación de áreas y de sus modificaciones posteriores.

Estas propiedades, que tienen que ver con la clasificación de áreas y todas las sustancias manipuladas en el proceso deben ser listadas incluyendo el punto de inflamabilidad, el punto de ebullición, la temperatura de ignición, la tensión de vapor, la densidad del vapor, los límites de explosión, el grupo de gases y la clase de temperatura. Un ejemplo se facilita en las tablas C1 y C2.

6.2 Planos, hojas de datos y tablas

La documentación de la clasificación de áreas debería incluir vistas en planta y elevaciones, según se necesite, que muestren el tipo y la extensión de las zonas, temperatura de ignición y por ello la clase de temperatura y el grupo de gases.

Si la topografía de un emplazamiento influye en la extensión de la zona debe documentarse.

También deben incluirse los documentos que contengan información pertinente, tales como:

- a) La localización e identificación de las fuentes de escape. En plantas grandes y complejas o en áreas de proceso puede ser útil detallar y numerar las fuentes de escape de forma que facilite las referencias cruzadas entre la hojas de datos de la clasificación de áreas y los planos.
- b) La posición de las aberturas de los edificios (por ejemplo puertas, ventanas y orificios de entrada y salida del aire de ventilación).

Es preferible utilizar los símbolos indicados en la figura C.2, pero alternativamente se pueden utilizar otros si se definen claramente en los documentos.

ANEXO A (Informativo)
EJEMPLOS DE FUENTES DE ESCAPE

A.1 Plantas de proceso

Los siguientes ejemplos no pretenden ser aplicados rígidamente y puede ser necesario variarlos en función de los equipos de proceso y situaciones particulares.

A.1.1 Fuentes que dan un escape de grado continuo

- a) La superficie de un líquido inflamable en un tanque de techo fijo con un venteo permanente a la atmósfera.
- b) La superficie de un líquido inflamable que está abierto a la atmósfera continuamente o por largos períodos (por ejemplo un separador de aceite-agua).

A.1.2 Fuentes que dan un escape de grado primario

- a) Sellos de bombas, compresores y válvulas si se espera que en funcionamiento normal fuguen sustancias inflamables.
- b) Puntos de drenaje de agua de recipientes que contengan líquidos inflamables, que puedan desprender sustancias inflamables a la atmósfera cuando drenen en funcionamiento normal.
- c) Tomas de muestras que presumiblemente puedan desprender sustancias inflamables a la atmósfera en funcionamiento normal.
- d) Válvulas de seguridad, venteos y otras aberturas de donde se espere que pueda escapar sustancias inflamables durante el funcionamiento normal.

A.1.3 Fuentes que dan escapes de grado secundario

- a) Sellos de bombas, compresores y válvulas en las que no se espera que se desprenda sustancias inflamables en funcionamiento normal.
- b) Bridas, uniones y accesorios de tuberías donde no se esperan escapes de sustancias inflamables en funcionamiento normal.
- c) Tomas de muestra en las que no se espera se produzcan escapes de sustancias inflamables en funcionamiento normal.
- d) Válvulas de seguridad, venteos y otras aberturas donde no se espera que se fuguen sustancias inflamables durante el funcionamiento normal.

A.2 Aberturas

Los siguientes ejemplos no pretenden ser aplicados rígidamente y puede ser necesario variarlos en función de las situaciones particulares.

A.2.1 Aberturas consideradas como posibles fuentes de escape. Las aberturas entre emplazamientos es conveniente considerarlas como posibles fuentes de escape. El grado de escape dependerá de:

- El tipo de zona del emplazamiento adyacente.
- La frecuencia y duración de los períodos que están abiertos.
- La eficacia de los sellados y juntas.
- La diferencia de presión entre los emplazamientos de ambos lados.

A.2.2 Clasificación de las aberturas

Las aberturas se clasifican como A, B, C y D con arreglo a las siguientes características:

A.2.2.1 Tipo A: Aberturas que no satisfacen las características especificadas para los tipos B, C y D.

Ejemplos:

- Pasadizos abiertos para acceso de servicios, por ejemplo, conductos, tuberías a través de paredes, techos y suelos.
- Orificios fijos de ventilación en habitaciones, edificios o aberturas similares a los tipos B, C y D que están abiertas frecuentemente o por largos períodos.

A.2.2.2 Tipo B: Aberturas que están normalmente cerradas (por ejemplo con cierre automático) y raramente abiertas y son con cierre forzado.

A.2.2.3 Tipo C: Aberturas normalmente cerradas y raramente abiertas, que cumplan la definición del tipo B, que además tienen un sistema de sellado (por ejemplo una junta) por todo el perímetro; o dos aberturas del tipo B en serie con dispositivos de cierre automático independientes.

A.2.2.4 Tipo D: Aberturas normalmente cerradas conformes con la definición del tipo C que solamente se abren con medios especiales o en caso de emergencia.

Las aberturas de tipo D son herméticas, tal como los pasos de servicios (por ejemplo conductos y tuberías) o puede ser una combinación del tipo C en el lado del emplazamiento peligroso y otra abertura del tipo B en serie.

Tabla A.1
Efecto de las aberturas en el grado de escape

Zona al otro lado de la abertura	Tipo de abertura	Grado de escape de la abertura considerada como fuente de escape
Zona 0	A	Continuo
	B	(Continuo)/Primario
	C	Secundario
	D	Sin escape
Zona 1	A	Primario
	B	(Primario)/Secundario
	C	(Secundario)/Sin escape
	D	Sin escape
Zona 2	A	Secundario
	B	(Secundario)/Sin escape
	C	Sin escape
	D	Sin escape

NOTA - Para los grados de escape indicados entre paréntesis, es conveniente tomar en consideración la frecuencia de funcionamiento de la abertura.

ANEXO B (Informativo)

VENTILACIÓN

Introducción

El fin de este anexo es evaluar el grado de ventilación y desarrollar el capítulo 5, definiendo las condiciones de ventilación y mediante explicaciones, ejemplos y cálculos, dar una guía para el diseño de sistemas de ventilación artificial, dada su capital importancia en el control de la dispersión de las fugas de gases y vapores inflamables.

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 del escape.

Aunque elementalmente el uso directo es para emplazamientos de interior, los conceptos explicados pueden ser útiles en locales exteriores, por ejemplo, la aplicación de la tabla B.1.

B.1 Ventilación natural

Se trata de un tipo de ventilación que es realizada por el movimiento del aire causado por el viento y/o los gradientes de temperatura. Al aire libre, la ventilación natural será a menudo suficiente para asegurar la dispersión de la atmósfera explosiva que aparezca en el emplazamiento. La ventilación natural puede ser también eficaz en ciertos interiores (por ejemplo donde el edificio tiene aberturas en las paredes y/o en el tejado).

NOTA – Para instalaciones al aire libre la evaluación de la ventilación debe basarse asumiendo una velocidad mínima del viento de 0,5 m/s de forma prácticamente continua. La velocidad del viento frecuentemente está por encima de 2 m/s.

Ejemplos de ventilación natural:

- Instalaciones al aire libre típicas de las industrias del petróleo y química por ejemplo estructuras abiertas, haces de tuberías, zonas de bombas y similares.
- Un edificio abierto en el que considerando la densidad relativa de los gases y/o vapores involucrados, tiene aberturas en las paredes y/o la cubierta dimensionadas y situadas de tal manera que la ventilación en el interior del edificio a efectos de la clasificación de emplazamientos, puede considerarse como equivalente al aire libre.
- Un edificio que sin ser abierto, tenga sin embargo, ventilación natural (generalmente algo menor que la del edificio abierto) asegurada por medio de aberturas permanentes previstas a efectos de ventilación.

B.2 Ventilación artificial

El movimiento del aire requerido para la ventilación está proporcionado por medios artificiales, por ejemplo ventiladores o extractores. Aunque la ventilación artificial es principalmente aplicada a interiores o espacios cerrados, también puede utilizarse en instalaciones al aire libre para compensar las restricciones o impedimentos en la ventilación natural debidos a obstáculos.

La ventilación artificial de un emplazamiento puede ser general o local y para ambas, pueden ser apropiados diferentes grados de movimiento y reemplazamiento del aire.

Con el uso de la ventilación artificial es posible realizar:

- Una reducción de la extensión de las zonas.
- Una reducción del tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva.
- La prevención de la formación de una atmósfera explosiva.

La ventilación artificial permite tener un sistema de ventilación eficaz y fiable en el interior de un edificio. Un sistema de ventilación artificial diseñado para prevenir explosiones debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Debe controlarse y vigilarse su funcionamiento.
- En sistemas de extracción al exterior debe considerarse la clasificación de los alrededores del punto de descarga.
- En la ventilación de emplazamientos peligrosos el aire debe tomarse de una zona no peligrosa.
- Conviene definir la localización, el grado de escape y su cuantía, antes de determinar el tamaño y diseño del sistema de ventilación.

En la calidad de un sistema de ventilación influirán adicionalmente los siguientes factores:

- Los gases y vapores inflamables normalmente tienen densidades diferentes a la del aire, en consecuencia tenderán a acumularse en el suelo o en el techo de un emplazamiento cerrado, donde es probable que el movimiento de aire sea reducido.
- Las variaciones de la densidad de los gases con la temperatura.
- Los impedimentos y obstáculos pueden reducir e incluso suprimir el movimiento del aire, es decir, dejar sin ventilación ciertas partes del emplazamiento.

Ejemplos de ventilación artificial general:

- Un edificio equipado con ventiladores en las paredes y/o en la cubierta, para mejorar la ventilación general del edificio.
- Instalaciones al aire libre equipadas con ventiladores situados adecuadamente para mejorar la ventilación general del área.

Ejemplos de ventilación artificial local:

- Un sistema de extracción de aire/vapor aplicado a un equipo de proceso del cual se desprende vapor inflamable de forma continua o periódica.
- Un sistema de ventilación forzada o de extracción aplicado a un pequeño emplazamiento ventilado, donde se espera que de otro modo aparezca una atmósfera explosiva.

B.3 Grado de ventilación

La eficacia de la ventilación en el control de la dispersión y en la persistencia de la atmósfera explosiva dependerá del grado y de la disponibilidad de la ventilación y del diseño del sistema. Por ejemplo, la ventilación puede no ser suficiente para prevenir la formación de una atmósfera explosiva, pero puede serlo para impedir su permanencia.

Se reconocen los tres grados de ventilación siguiente:

B.3.1 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).

B.3.2 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.

B.3.3 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.

B.4 Evaluación del grado de ventilación y su influencia en el emplazamiento peligroso

El tamaño de una nube de gas o vapor inflamables y su permanencia después de que el escape ha terminado puede controlarse por medio de la ventilación. A continuación se describe un método para la evaluación del grado de la ventilación necesaria para controlar la extensión y permanencia de una atmósfera explosiva.

Es necesario resaltar que este método está sujeto a las limitaciones descritas y por consecuencia los resultados que da son aproximados. Conviene usar coeficientes de seguridad que garanticen que los resultados obtenidos se inclinan por el lado de la seguridad, la aplicación del método está ilustrada por varios ejemplos hipotéticos.

La evaluación del grado de ventilación requiere en primer lugar que se conozca la cuantía máxima de la fuga de gas o vapor de la fuente de escape por ensayos confirmados, cálculos razonados o por hipótesis serias.

Estimación del volumen teórico V_e

El caudal mínimo teórico de ventilación necesario para diluir un escape dado de sustancia inflamable hasta una concentración por debajo del límite inferior de explosión se puede calcular por la fórmula:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} \quad (B.1)$$

donde

$(dV/dt)_{\min.}$ es el caudal mínimo en volumen de aire fresco. (Volumen por unidad de tiempo m^3/s);

$(dG/dt)_{\max.}$ es la tasa máxima de escape de la fuente (Masa por unidad de tiempo, kg/s);

LIE es el límite inferior de explosión (masa por unidad de volumen, kg/s);

k es un factor de seguridad aplicado al LIE, normalmente:

k = 0,25 (grados de escape continuo y primario) y

k = 0,5 (grado de escape secundario);

T es la temperatura ambiente (en grados Kelvin).

NOTA – Para convertir el LIE en % de volumen a LIE en masa por unidad de volumen se puede utilizar la siguiente fórmula para las condiciones atmosféricas normales dadas en 1.1.

$$\text{LIE (kg/m}^3\text{)} = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times \text{LIE (vol \%)}$$

Donde M es la masa molecular (kg/Kmol).

Para un número dado de cambios del aire por unidad de tiempo, C, función de la ventilación general del emplazamiento, el volumen teórico, V_z , de atmósfera potencialmente explosiva alrededor de la fuente de escape puede calcularse usando la siguiente fórmula.

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\min.}}{C} \quad (\text{B.2})$$

donde

C es el número de renovaciones de aire fresco por unidad de tiempo (s^{-1}).

La fórmula (B.2) sirve para el caso donde hay una mezcla instantánea y homogénea debido a unas condiciones ideales de movimiento de aire fresco. En la práctica no se dan las citadas condiciones ideales, por ejemplo, ciertas partes del emplazamiento pueden estar mal ventiladas porque puede haber obstáculos en la circulación del aire. Por este hecho la renovación efectiva de aire en la fuente de escape será menor que el dado por C en la fórmula (B.4) lo que originará un aumento del volumen V_z . Introduciendo un factor de corrección adicional, f, la fórmula (B.2) quedará:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} \quad (\text{B.3})$$

donde f expresa la eficacia de la ventilación en la dilución de la atmósfera explosiva con un valor que va de $f = 1$ (Situación ideal) a $f = 5$ (circulación de aire con dificultades debido a los obstáculos).

El volumen V_z representa el límite donde más allá del cual, la concentración de gas o vapor inflamables será 0,25 ó 0,5 veces el LIE, dependiendo del factor de seguridad, k, usado en la fórmula (B.2). Esto significa que en los límites del volumen teórico calculado, la concentración de gas o vapor será significativamente inferior al LIE, es decir, el hipotético volumen donde la concentración es mayor que el LIE será menor que V_z .

Recintos cerrados

Para un recinto cerrado, C, viene dado por:

$$C = \frac{dV_{\text{tot}}/dt}{V_o} \quad (\text{B.4})$$

donde

dV_{tot}/dt es el caudal total de aire fresco;

V_o es el volumen total ventilado.

Al aire libre

En instalaciones al aire libre incluso vientos de baja velocidad originan un alto número de cambios, por ejemplo, un viento de una velocidad de 0,5 m/s origina en un hipotético cubo de pocos metros de lado situado al aire libre, más de 100 cambios a la hora 100/h (0,03/s).

Con una aproximación prudente, usando $C = 0,03/s$ para instalaciones al aire libre, un teórico volumen de atmósfera potencialmente explosiva V_z se puede calcular usando la fórmula (B.5):

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\min.}}{0,03} \quad (B.5)$$

donde

dV/dt son las unidades de volumen por segundo;

0,03 es el número de cambios de aire por segundo.

Sin embargo, a causa de los diferentes mecanismos de dispersión, este método dará generalmente un volumen sobredimensionado. La dispersión al aire libre es normalmente más rápida.

Estimación del tiempo de permanencia t

El tiempo requerido para que la concentración media descienda desde un valor inicial X_0 a k veces el LIE después de que el escape ha terminado puede calcularse por:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} \quad (B.6)$$

donde

X_0 es la concentración inicial de sustancia inflamable expresada en las mismas unidades que el LIE, es decir en % volumen o en kg/m^3 . En alguna parte de la atmósfera explosiva la concentración de sustancia inflamable puede ser del 100% en volumen (en general solamente muy cerca de la fuente de escape). Sin embargo cuando se calcula t los valores apropiados para X_0 deben ser tomados dependiendo del caso particular, considerando entre otros el volumen afectado tanto como la frecuencia y la duración del escape. En la práctica, parece razonable tomar para X_0 valores mayores del LIE;

C es el número de cambios de aire fresco por unidad de tiempo;

t es la misma unidad de tiempo que se haya tomado para C , por ejemplo, si C es el número de cambios por segundo, el valor de t será en segundos;

f es el factor que toma en cuenta el hecho de que la mezcla no es perfecta. (Véase la fórmula (B.3)). Varía desde 5 para una ventilación con entrada de aire a través de una rendija y una simple abertura de descarga hasta el valor 1 para ventilaciones con entrada de aire a través de un techo perforado y con múltiples escapes;

\ln logaritmo neperiano, es decir, $2,303 \log_{10}$;

k es un factor de seguridad aplicado al LIE (B.2), véase fórmula (B.2).

El valor numérico obtenido en la fórmula (B.6) para t no constituye por sí mismo un medio cuantitativo para la determinación del tipo de zona. Proporciona una información adicional que es necesario comparar con la escala de tiempo del proceso y la instalación.

Estimación del grado de ventilación

Un grado de escape continuo origina normalmente una zona 0, uno de grado primario una zona 1 y uno de grado secundario una zona 2. Esto no siempre es exacto porque depende de la eficacia de la ventilación.

En algunos casos el grado y nivel de disponibilidad de la ventilación pueden ser tan altos que en la práctica no hay emplazamiento peligroso. De otro modo, el grado de ventilación puede ser bajo y entonces la zona resultante es de un número menor (por ejemplo una zona 1 originada por un escape de grado secundario). Esto ocurre cuando el nivel de ventilación es tan bajo que la atmósfera explosiva persiste y sólo se dispersa después de que el escape de gas o vapor ha terminado. De esta forma la atmósfera explosiva persiste más tiempo que el que se espera para el grado de escape.

El volumen V_z puede usarse para determinar si el grado de la ventilación debe ser alto (fuerte) medio o bajo (débil). El tiempo de permanencia, t , puede utilizarse para decidir que grado de ventilación se requiere para satisfacer las definiciones de zona 0, 1 ó 2.

La ventilación puede considerarse alta (fuerte) cuando el volumen V_z es muy pequeño o despreciable. Con la ventilación en servicio puede considerarse que la fuente de escape no produce una atmósfera explosiva, es decir, que el emplazamiento no es peligroso. Sin embargo habrá una atmósfera explosiva, aunque de una extensión despreciable, cerca de la fuente de escape.

En la práctica la ventilación alta (fuerte) sólo se puede realizar generalmente con sistemas de ventilación artificial local alrededor de la fuga, en pequeños emplazamientos cerrados o en escapes de poca cuantía. En primer lugar, la mayoría de los emplazamientos cerrados contienen múltiples fuentes de escape. No es buena práctica tener muchos pequeños emplazamientos peligrosos en un área generalmente clasificada como no peligrosa. En segundo lugar, para las cuantías de escape típicas consideradas en la clasificación de áreas, la ventilación natural es insuficiente, igual que al aire libre. Por otra parte normalmente no se puede aplicar una ventilación artificial a un gran emplazamiento cerrado con el caudal requerido.

El volumen V_z no facilita ninguna indicación del tiempo de duración de la atmósfera explosiva después de que el escape haya cesado. Esto no tiene importancia en el caso de ventilación alta (fuerte) pero es un factor a evaluar si la ventilación es media o baja (VL) (débil).

La ventilación considerada como media debería controlar la dispersión del escape de gas o vapor inflamables. Es conveniente que el tiempo que se necesite para dispersar una atmósfera tras cesar el escape sea tal que se cumpla la condición de zona 1 ó 2 dependiendo de que el grado de escape sea primario o secundario. El tiempo de dispersión aceptable depende de la frecuencia de escape esperada y de la duración de cada uno. El volumen V_z será a menudo menor que el volumen del emplazamiento cerrado. En este caso, puede ser aceptable clasificar como peligrosa sólo una parte del recinto cerrado. En algunos casos el volumen V_z puede ser similar al del local cerrado, dependiendo de sus dimensiones. En este caso, conviene clasificar como emplazamiento peligroso todo el recinto cerrado.

Si no cumple el concepto de zona la ventilación conviene considerarla como baja (débil). Con baja ventilación el volumen V_z será a menudo similar o mayor que el volumen de cualquier local cerrado. Al aire libre generalmente no debe haber ventilación baja (débil) excepto cuando haya obstáculos a la circulación del aire, por ejemplo, en fosos.

B.5 Disponibilidad de la ventilación

La disponibilidad de la ventilación influye en la presencia o formación de una atmósfera explosiva. Así es necesario considerar la disponibilidad (así como el grado) de la ventilación para determinar el tipo de zona.

Deben considerarse los tres niveles de disponibilidad de la ventilación (Véase ejemplos en el anexo C):

- Muy buena: La ventilación existe de forma prácticamente permanente.
- Buena: La ventilación se espera que exista durante el funcionamiento normal. Las interrupciones se permiten siempre que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos períodos.
- Mediocre: La ventilación no cumple los criterios de la ventilación muy buena o buena, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

La ventilación que no satisfaga los requerimientos de una disponibilidad mediocre no contribuye a la renovación del aire.

Ventilación natural

En emplazamientos en el exterior la evaluación de la ventilación se realiza asumiendo una velocidad del viento de 0,5 m/s el cual se espera de forma permanente. En este caso la disponibilidad de la ventilación puede considerarse como "buena".

Ventilación artificial

Al valorar la disponibilidad de la ventilación artificial debe considerarse la fiabilidad del equipo y la disponibilidad de, por ejemplo, soplantes de reserva. Una disponibilidad muy buena requeriría normalmente, en caso de avería, el arranque automático de los soplantes de reserva. No obstante, si cuando la ventilación ha fallado se adoptan medidas para evitar el escape de sustancia inflamable (por ejemplo, por parada automática del proceso) la clasificación determinada con la ventilación en servicio no necesita ser modificada, es decir, se asume que la disponibilidad es muy buena.

B.6 Guía práctica

En la tabla B.1. se resume el efecto de la ventilación en el tipo de zona. Algunos cálculos se incluyen en B.7.

Tabla B.1
Influencia de la ventilación en el tipo de zona

Grado de Escape	Ventilación						
	Grado						
	Alto			Medio		Bajo	
	Disponibilidad						
	muy buena	buena	mediocre	muy buena	buena	medio-cre	muy buena, buena o mediocre
Continuo	(Zona 0 ED) No peligrosa ¹⁾	(Zona 0 ED) Zona 2 ¹⁾	(Zona 0 ED) Zona 1 ¹⁾	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primario	(Zona 1 ED) No peligrosa ¹⁾	(Zona 1 ED) Zona 2 ¹⁾	(Zona 1 ED) Zona 2 ¹⁾	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 ó Zona 0 ³⁾
Secundario ²⁾	(Zona 2 ED) No peligrosa ¹⁾	(Zona 2 ED) No peligrosa ¹⁾	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e igual Zona 0 ³⁾

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

2) La Zona 2 creada por un escape de grado secundario puede ser excedida por las zonas correspondientes a los escapes de grado continuo o primario; en este caso debe tomarse la extensión mayor.

3) Será Zona 0 si la ventilación es tan débil y el escape es tal que prácticamente la atmósfera explosiva esté presente de manera permanente, es decir, es una situación próxima a la de ausencia de ventilación.

NOTA – "+" significa "rodeada por".

B.7 Cálculos para determinar el grado de ventilación*Cálculo nº 1*

Características del escape

Sustancia inflamable	vapor de tolueno
Fuente de escape	brida
Límite inferior de explosión (LIE)	0,046 kg/m ³ (1,2% vol)
Grado de escape	continuo
Factor de seguridad, k	0,25
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	2,8 × 10 ⁻¹⁰ kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	1/h, (2,8 × 10 ⁻⁴ /s)
Factor de calidad, f	5
Temperatura ambiente, T	20° C (293 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times \text{LIE}} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-10}}{0,25 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{5 \times 2,4 \times 10^{-8}}{2,8 \times 10^{-4}} = 4,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

Esto no es aplicable a un escape continuo.

Conclusión:

El volumen teórico V_z puede considerarse despreciable.

El grado de ventilación es considerado como alto con respecto al escape.

Cálculo nº 2

Características del escape:

Sustancia inflamable	vapor de tolueno
Fuente de escape	fallo de una brida
Límite inferior de explosión (LIE)	0,046 kg/m ³ (1,2% vol.)
Grado del escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	2,8 × 10 ⁻⁶ kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	1/h (2,8 × 10 ⁻⁴ /s)
Factor de calidad, f	5
Temperatura ambiente, T	20 °C (293 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo de volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{5 \times 1,2 \times 10^{-4}}{2,8 \times 10^{-4}} = 2,2 \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_o} = \frac{-5}{1} \ln \frac{1,2 \times 0,5}{100} = 25,6 \text{ h}$$

Conclusión:

El volumen teórico V_z es importante pero puede ser controlado.

De acuerdo con esto, el grado de ventilación se considera como medio respecto al escape. Sin embargo, cualquier escape podría persistir y el concepto de zona 2 puede no ser cumplido.

Cálculo nº 3

Características del escape

Sustancia inflamable	gas propano
Fuente de escape	boca de llenado de recipientes
Límite inferior de explosión (LIE)	0,039 kg/m ³ (2,1% vol)
Grado de escape	primario
Factor de seguridad, k	0,25
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	0,005 kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	20/h ($5,6 \times 10^{-3}$ /s)
Factor de calidad, f	1
Temperatura ambiente, T	35° C (308 K)
Coefficiente de temperatura(T/293 K)	1,05

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{0,005}{0,25 \times 0,039} \times \frac{308}{293} = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{1 \times 0,6}{5,6 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^2 \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_o} = \frac{-1}{20} \ln \frac{2,1 \times 0,25}{100} = 0,26 \text{ h}$$

Conclusión:

El volumen teórico V_z es importante pero puede ser controlado.

De acuerdo con este criterio el grado de ventilación se considera como medio respecto al escape. Con un tiempo de permanencia de 0,26 h puede no cumplirse el concepto de zona 1 si la operación de llenado se repite frecuentemente.

Cálculo nº 4

Características del escape

Sustancia inflamable	gas amoníaco
Fuente de escape	válvula evaporadora
Límite inferior de explosión (LIE)	0,105 kg/m ³ (14,8% vol)
Grado de escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	5 × 10 ⁻⁶ kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	15/h (4,2 × 10 ⁻³ /s)
Factor de calidad, f	1
Temperatura ambiente, T	20° C (293 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times \text{LIE}} \times \frac{T}{293} = \frac{5 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,105} \times \frac{293}{293} = 9,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{1 \times 9,5 \times 10^{-5}}{4,2 \times 10^{-3}} = 0,02 \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{\text{LIE} \times k}{X_o} = \frac{-1}{15} \ln \frac{14,8 \times 0,5}{100} = 0,17 \text{ h (10 min)}$$

Conclusión:

El volumen teórico V_z es tan pequeño que es despreciable.

El grado de ventilación es considerado como alto respecto al escape. No obstante cualquier equipo ubicado cerca de la válvula debería ser para zona 2 (véase tabla B.1.).

Cálculo nº 5

Características del escape

Sustancia inflamable	gas propano
Fuente de escape	sello del compresor
Límite inferior de explosión (LIE)	0,039 kg/m ³ (2,1% vol)
Grado de escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	0,02 kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	2/h (5,6 × 10 ⁻⁴ /s)
Factor de calidad, f	5
Temperatura ambiente, T	20° C (293 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times \text{LIE}} \times \frac{T}{293} = \frac{0,02}{0,5 \times 0,039} \times \frac{293}{293} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{5 \times 1,02}{5,6 \times 10^{-4}} = 9\,200 \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{\text{LIE} \times k}{X_0} = \frac{-5}{2} \ln \frac{2,1 \times 0,5}{100} = 11,4 \text{ h}$$

Conclusión:

En una sala de 10 m × 15 m × 6 m por ejemplo, el volumen teórico V_z podría extenderse más allá de los límites físicos y podría permanecer.

El grado de ventilación se considera bajo con respecto a la fuente.

Cálculo nº 6

Características del escape

Sustancia inflamable	gas metano
Fuente de escape	accesorios de tubería
Límite inferior de explosión (LIE)	0,033 kg/m³(5% vol)
Grado de escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	1 kg/s

Características de la ventilación

Instalación exterior

Mínima velocidad del viento	0,5 m/s
Resultante en renovaciones del aire, C	$> 3 \times 10^{-2}/s$
Factor de calidad, f	3
Temperatura ambiente, T	15° C (288 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	0,98

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} \times = \frac{1}{0,5 \times 0,033} = 59,3 \text{ m}^3/s$$

Cálculo del volumen teórico V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{3 \times 59,3}{3 \times 10^{-2}} = 5 \text{ 900 m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_o} = \frac{-3}{0,03} \ln \frac{5 \times 0,5}{100} = 370 \text{ s (máximo)}$$

Conclusión:

El volumen teórico V_z es importante pero puede ser controlado y no permanecería.

El grado de ventilación se considera como medio con respecto a la fuente.

Cálculo nº 7

Características del escape

Sustancia inflamable	vapor de tolueno
Fuente de escape	fallo de una brida
Límite inferior de explosión (LIE)	0,046 kg/m ³ (1,2% vol)
Grado de escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt) _{máx.}	6 × 10 ⁻⁴ kg/s

Características de la ventilación

Instalación interior

Número de renovaciones del aire, C	12/h (3,33 × 10 ⁻³ /s)
Factor de calidad, f	2
Temperatura ambiente, T	20° C (293 K)
Coficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$(dV/dt)_{\min.} = \frac{(dG/dt)_{\max.}}{k \times \text{LIE}} \times \frac{T}{293} = \frac{6 \times 10^{-4}}{0,5 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico V_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min.}}{C} = \frac{2 \times 26 \times 10^{-3}}{3,33 \times 10^{-3}} = 15,7 \text{ m}^3$$

Tiempo de permanencia:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{\text{LIE} \times k}{X_0} = \frac{-2}{12} \ln \frac{1,2 \times 0,5}{100} = 0,85 \text{ h (51 min)}$$

Conclusión:

El volumen teórico V_z es importante pero puede ser controlado.

El grado de ventilación se considera como medio con respecto al escape. El concepto de zona 2 podría no cumplirse si nos basamos en el tiempo de permanencia.

ANEXO C (Informativo)

EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS

C.1 La práctica de la realización de la clasificación de emplazamientos peligrosos exige un conocimiento del comportamiento de los gases y líquidos inflamables cuando se escapan de los contenedores y un enjuiciamiento técnico seguro basado en la experiencia del comportamiento de cada equipo de proceso en las condiciones especificadas. Por esta razón, no es factible mencionar todas las variantes imaginables de la planta y sus condiciones. Por consiguiente, los ejemplos elegidos son aquellos que mejor describen la filosofía general de la clasificación de áreas y así permitir el uso de aparatos eléctricos en emplazamientos peligrosos, donde la sustancia peligrosa es un líquido inflamable, gas licuado o vapor o sustancia normalmente gaseosa e inflamables cuando se mezclan con el aire en concentraciones apropiadas.

C.2 Las distancias indicadas en los dibujos se dan para las condiciones específicas del equipo de planta. Las condiciones de escape se han considerado en función del comportamiento mecánico del equipo y otros criterios de diseño representativos. Generalmente no se han aplicado factores tales como las diferentes sustancias manipuladas, el tiempo de disparo de la planta, el tiempo de dispersión, la presión, la temperatura y otros criterios relativos a los componentes de la planta y al material manipulado, que, afectan todos ellos a la clasificación de emplazamientos y deberán tenerse en cuenta en cada caso particular examinado. De hecho, estos ejemplos son una guía y deben ser adaptados tomando en cuenta las circunstancias particulares.

C.3 La forma y extensión de los emplazamientos puede variar de acuerdo con ciertos reglamentos nacionales o industriales.

C.4 La finalidad primaria de los ejemplos que vienen a continuación no debería ser su uso para realizar la clasificación de áreas. Su principal objetivo es exponer los resultados típicos que se podrían obtener en la práctica en numerosas situaciones diferentes siguiendo la orientación y procedimientos de esta norma. Pueden ser útiles para la elaboración de normas suplementarias.

C.5 Los dibujos mostrados han sido tomados, o son muy aproximados, de varios reglamentos nacionales o industriales. Intentan sólo orientar en la magnitud de las zonas. En cada caso particular la extensión y forma de las zonas deben tomarse de códigos aplicables.

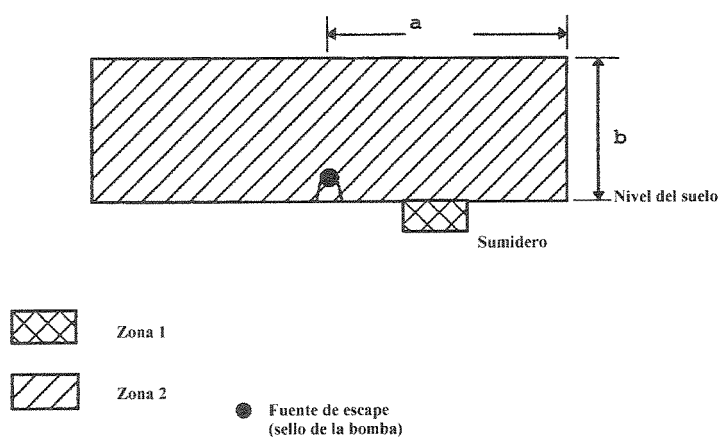
C.6 Si se quisiera utilizar los ejemplos dados en esta norma para la clasificación de áreas sería necesario tener en cuenta las particularidades de cada caso.

C.7 En cada caso, se dan alguno pero no todos los parámetros que influyen en el tipo y en la extensión de las zonas. Normalmente, tomando en cuenta aquellos factores que han sido especificados y otros, que, ha sido posible identificar pero no cuantificar, los resultados de la clasificación dan unos valores conservadores. Esto significa que cuanto más se precisen los parámetros específicos de operación más exacta será la clasificación obtenida.

Ejemplo nº 1

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

El dibujo no está a escala



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

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 de inflamabilidad	Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
-----------------------------------	---

Densidad del vapor	Mayor que el aire
------------------------------	-------------------

* Caudal de aire procedente del motor de la bomba.

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para una bomba de un caudal de 50 m³/h operando a baja presión son:

a = 3 metros horizontalmente desde la fuente de escape.

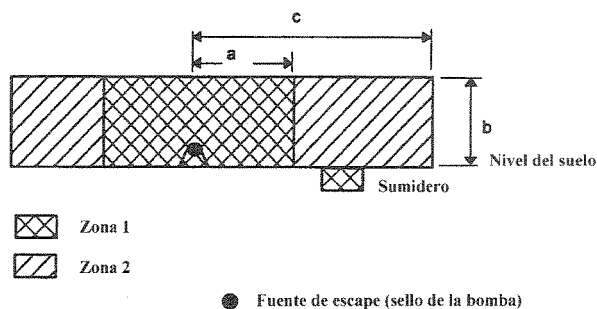
b = 1 metro desde el nivel del suelo y 1 metro por encima de la fuente de escape.

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

Ejemplo nº 2

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

El dibujo no está a escala



Factores principales que influyen en el tipo y extensión de las zonas	
<u>Planta y proceso</u>	
Ventilación	
Tipo	Natural
Grado	Medio
Disponibilidad	Buena
Fuente de escape	Grado de escape
Sello de bomba (prensaestopas) y charcho en el suelo	Primario y secundario
<u>Producto</u>	
Punto de inflamabilidad	Inferior a la temperatura ambiente y de proceso
Densidad del Gas	Mayor que el aire

Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para una bomba de un caudal de 50 m³/h operando a baja presión son:

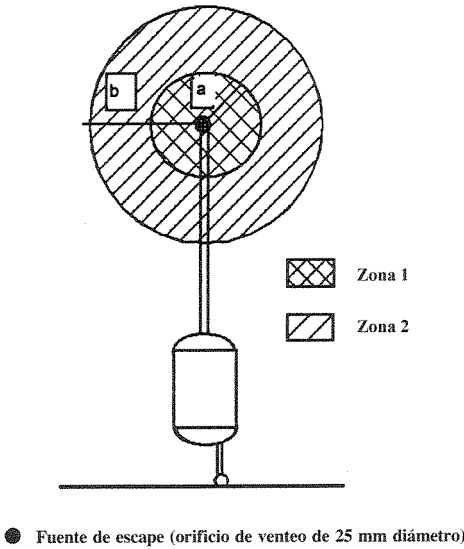
a = 1,5 metros horizontalmente desde la fuente de escape.

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.

Ejemplo nº 3

Válvula de alivio de presión de un recipiente, al aire libre.



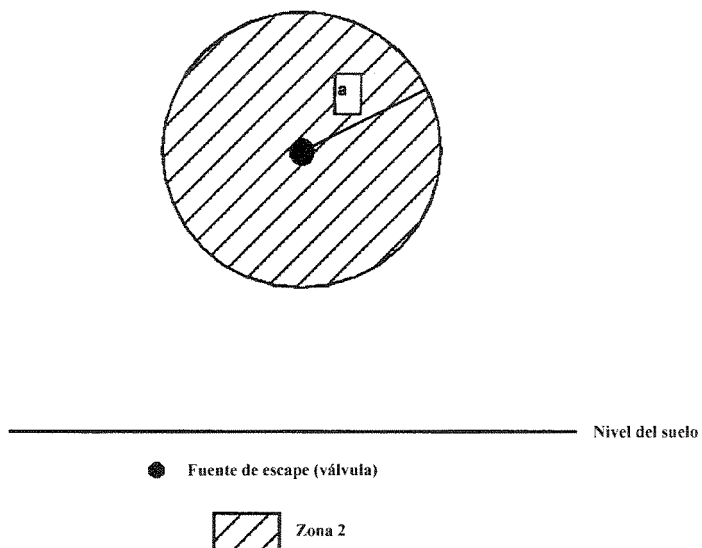
Factores principales que influyen en el tipo y extensión de las zonas	
<u>Planta y proceso</u>	
Ventilación	
Tipo	Natural
Grado	Medio
Disponibilidad	Buena
Fuente de escape	Grado de escape
Descarga de la válvula	Primario
<u>Producto</u>	
Gasolina	
Densidad del gas	Mayor que el aire

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.

Ejemplo nº 4

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



Factores principales que influyen en el tipo y extensión de las zonas	
<u>Planta y proceso</u>	
Ventilación	
Tipo	Natural
Grado	Medio
Disponibilidad	Buena
Fuente de escape	Grado de escape
Sello del vástago de la válvula . . .	Secundario
<u>Producto</u>	
Gas	Propano
Densidad del gas	Mayor que el aire

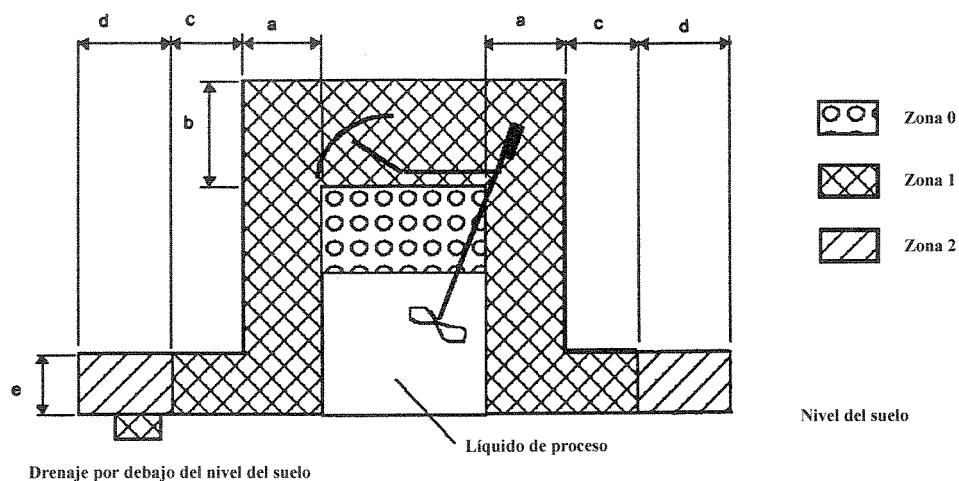
Tomando en consideración los parámetros pertinentes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

a = 1 metros en todas las direcciones desde la fuente de escape.

Ejemplo nº 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.

El dibujo no está a escala



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

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

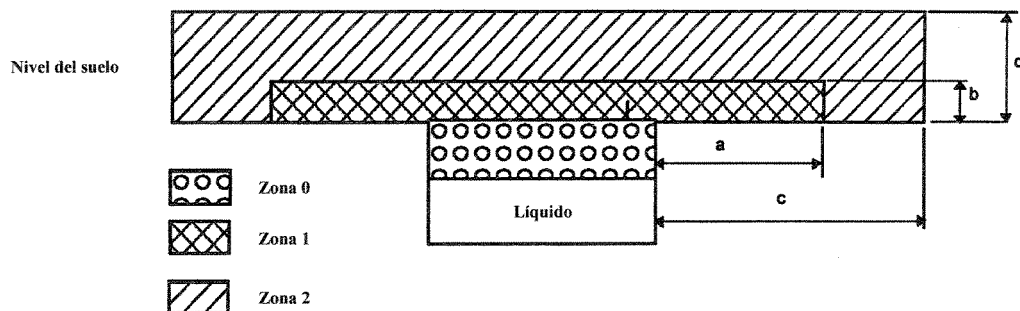
Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

- 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.

Ejemplo nº 6

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

El dibujo no está a escala



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

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

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

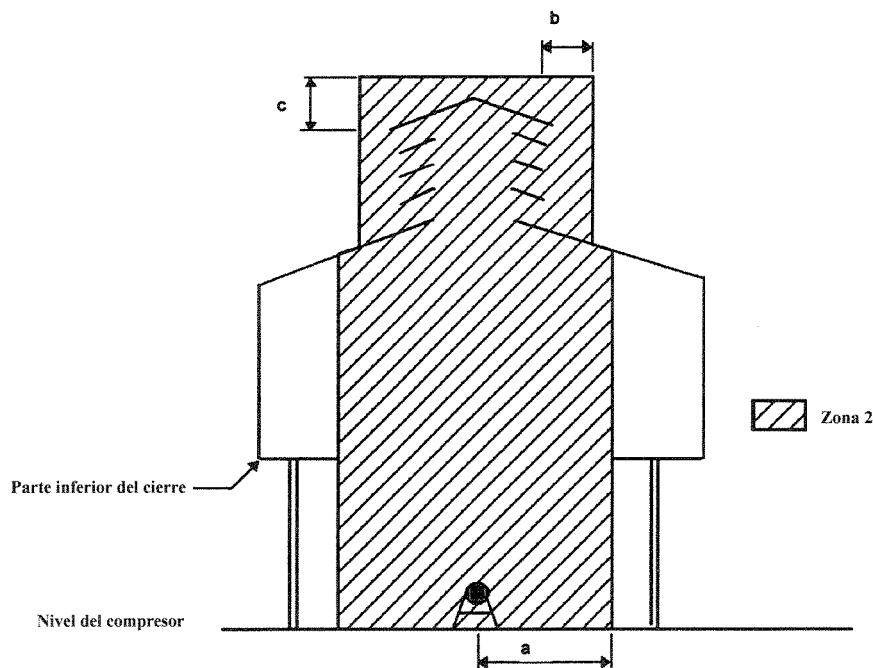
c = 7,5 metros horizontalmente.

d = 3 metros sobre el nivel del suelo.

Ejemplo nº 7

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

El dibujo no está a escala



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

Planta y proceso

Ventilación

Tipo	Natural
Grado	Medio
Disponibilidad	Muy buena

Fuente de escape Grado de escape

Sellos del compresor,
válvulas y bridas cercanos al compresor Secundario

Producto

Gas	Hidrógeno
Densidad del gas	Más ligero que el aire

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

a = 3 metros horizontalmente desde la fuente de escape.

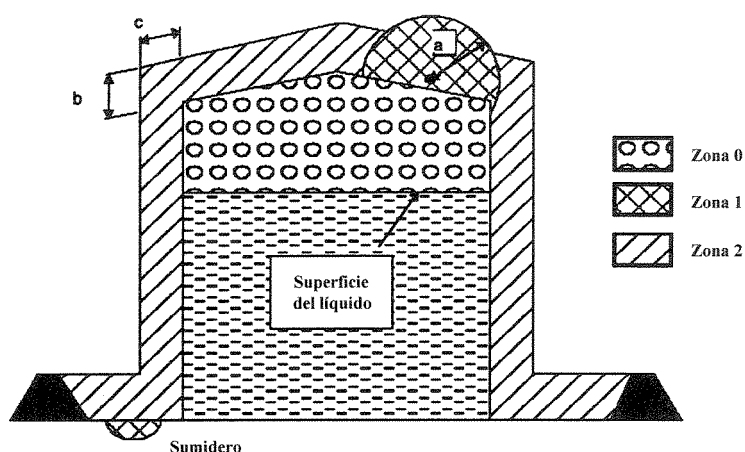
b = 1 metro desde las aberturas de ventilación.

c = 1 metro por encima de las aberturas de ventilación.

Ejemplo nº 8

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

El dibujo no está a escala



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

Planta y proceso

Ventilación

Tipo	Natural
Grado	Medio*
Disponibilidad	Buena

Fuente de escape

Grado de escape

Superficie del líquido	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.

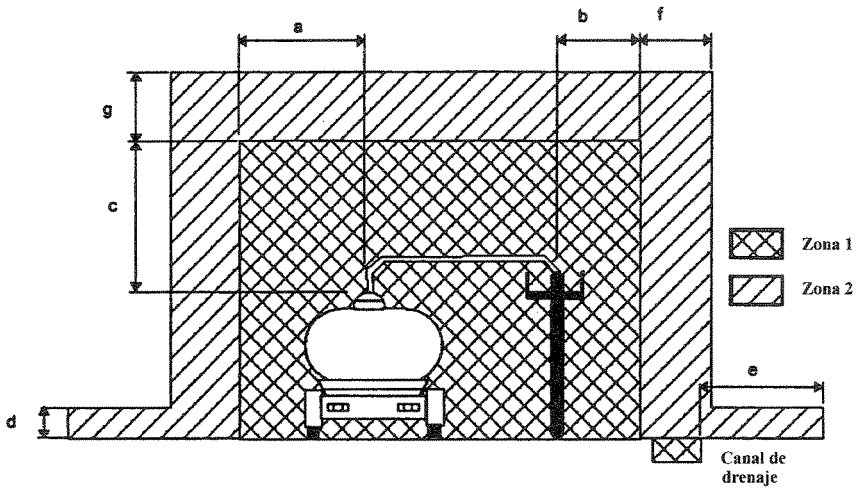
Tomando en consideración los parámetros relevantes, los valores típicos obtenidos para este ejemplo son:

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

Ejemplo nº 9

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

El dibujo no está a escala



Factores principales que influyen en el tipo y extensión de las zonas	
<u>Planta y proceso</u>	
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
<u>Producto</u>	
Punto de inflamabilidad	Inferior a la temperatura de proceso y ambiente
Densidad del vapor	Mayor que el aire

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

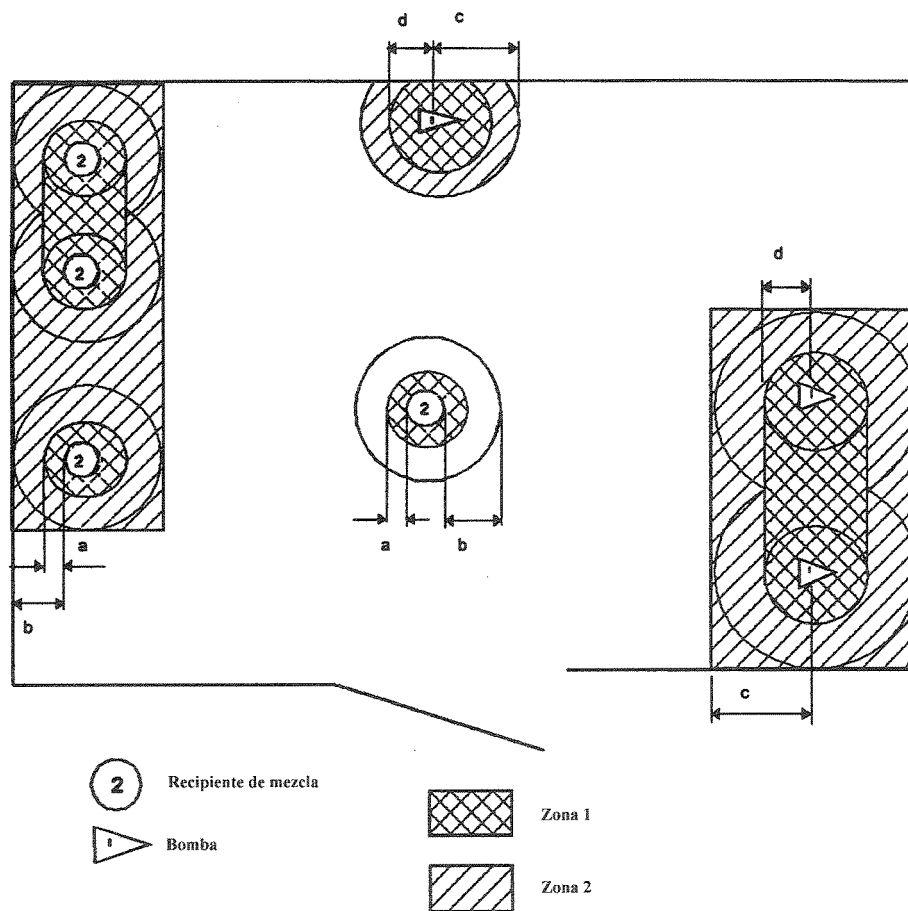
- a = 1,5 metros horizontalmente desde la fuente de escape.
- b = Horizontalmente el límite del alcance del brazo de carga
- c = 1,5 metros por encima de la fuente de escape.
- d = 1 metro sobre el nivel del suelo.
- e = 4,5 metros horizontalmente desde el canal de drenaje.
- f = 1,5 metros horizontalmente desde la zona 1.
- g = 1,0 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.

Ejemplo nº 10

Sala de mezcla en una fábrica de pintura.

El dibujo no está a escala



Este ejemplo muestra la forma de usar los ejemplos individuales nº 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 (véanse hojas de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos) los valores típicos obtenidos por este ejemplo son los siguientes:

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

El plano nº 10 es una vista en planta, la extensión vertical de las zonas se representa en los ejemplos número 2 y 5.

NOTA – Las zonas tienen una forma cilíndrica alrededor de las fuentes de escape, tal como se indica en los ejemplos 2 y 5. En la práctica, no obstante, si los recipientes están situados unos cerca de otros, las zonas se agrandan para conseguir una forma paralelepípeda. De esta forma, no hay pequeñas cavidades no clasificadas.

Se supone que las bombas y recipientes están unidos por tuberías soldadas junto a los equipos.

En la práctica, puede haber otras fuentes de escape en la sala, por ejemplo, recipientes abiertos, pero, no se han tenido en cuenta en este ejemplo.

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

- 1) Normalmente se facilita el valor de la tensión de vapor, pero, en caso de desconocerlo, se puede usar el punto de ebullición (ref. 4.4.1 d).
- 2) Véase 4.4.4.
- 3) Por ejemplo IBT3.

Hoja de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos – Parte 2: Lista de las fuentes de escape

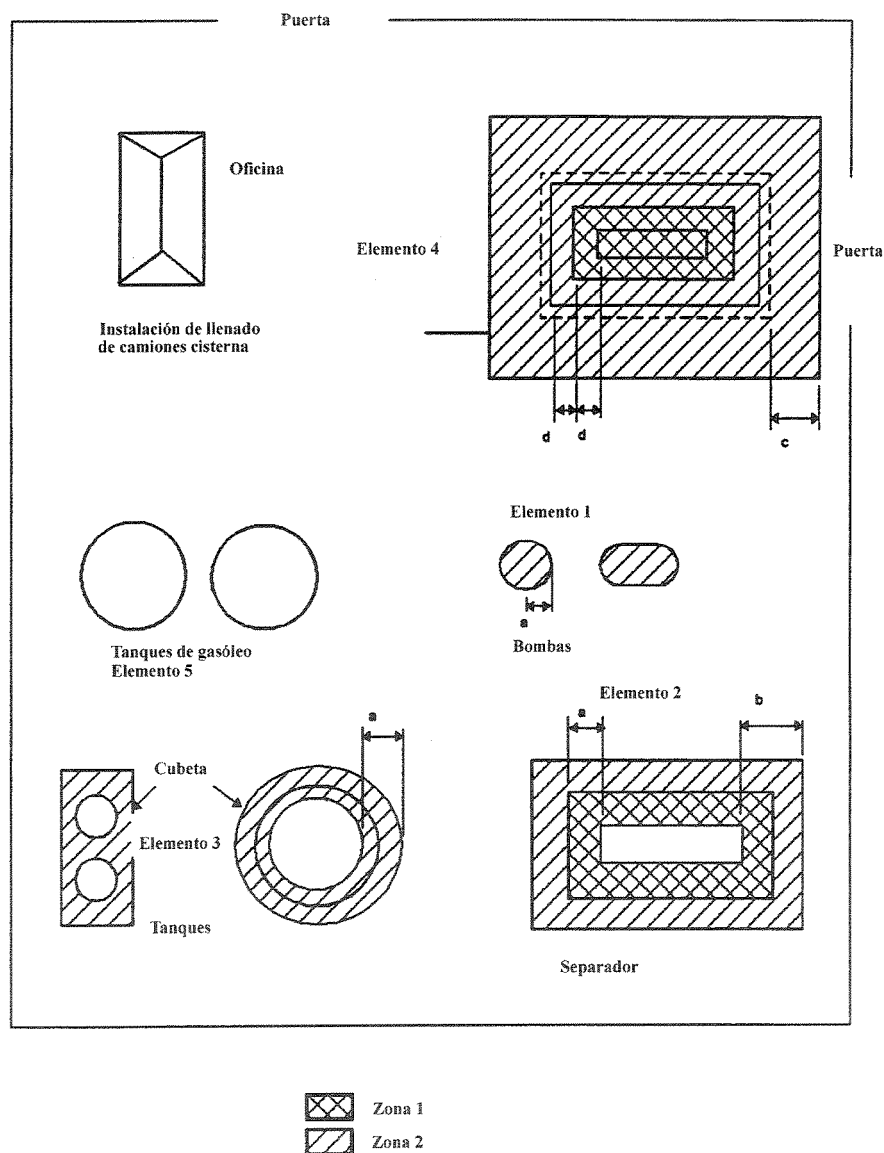
Planta: factoría de pintura (ejemplo 10)										Área:				Pianos de referencia: disposición	
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	
Nº	Fuentes de escape		Grado de escape ¹⁾	Referencia ²⁾	Sustancia inflamable		Estado ³⁾	Ventilación		Tipo de zona 0-1-2	Emplazamiento peligroso			Cualquier información y observaciones importantes	
	Descripción	Localización			Temperatura y presión de operación °C	kPa		Tipo ⁴⁾	Grado ⁵⁾		Disponibilidad ⁵⁾	Extensión de la zona m	Referencia		
1	Sello de la bomba de disolvente	Zona de la bomba	P, S	1	Am-biente	Am-biente	L	A	Medio	1	Buena	1,0*	1,5**	Ejemplo nº 2	* Por encima de la fuente de escape ** Desde la fuente de escape
2	Charco en el suelo debajo de la bomba de disolvente	Zona de la bomba	S	1	Am-biente	Am-biente	L	A	Medio	2	Buena	1,0*	3,0**	Ejemplo nº 2	* Por encima del suelo ** Desde la fuente de escape
3	Superficie del líquido en el recipiente de mezcla	Zona de mezcla	C	1	Am-biente	Am-biente	L	A	Bajo	0	Medio-cre	*	*	Ejemplo nº 5	* Interior del recipiente
4	Apertura del recipiente de mezcla	Zona de mezcla	P	1	Am-biente	Am-biente	L	A	Medio	1	Buena	1,0*	2,0**	Ejemplo nº 5	* Por encima de la apertura ** Desde la apertura
5	Derrame del recipiente de mezcla	Zona de mezcla	S	1	Am-biente	Am-biente	L	A	Medio	2	Buena	1,0*	2,0**	Ejemplo nº 5	* Por encima del suelo ** Desde el recipiente

- 1) C-Continuo; S-Secundario, P-Primario.
2) Indica el número en la lista de la Parte 1.
3) G-Gas; L-Líquido, GL-Gas licuado, S-Sólido.
4) N-Natural, A-Artificial.
5) Véase anexo B.

Ejemplo nº 11

Cargadero de gasolina y gasóleo.

El dibujo no está a escala



Este ejemplo muestra la forma de usar los ejemplos individuales número 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 nº 1, 6, 8 y 9.

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

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

El plano nº 11 es una vista en planta; la extensión vertical de las zonas se representa en los ejemplos nº 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.) véanse los ejemplos nº 1, 6, 8 y 9.

NOTA — Es necesario utilizar los ejemplos nº 1, 6, 8 y 9 para obtener correctamente las zonas en el interior de los depósitos y del separador (zona 0) así como en los venteos de los depósitos (zona 1).

En la práctica puede haber otras fuentes de escape; no obstante no han sido tenidos en cuenta por simplicidad.

[illegible]

- 1) Normalmente se facilita el valor de la tensión de vapor, pero, en caso de desconocerlo, se puede usar el punto de ebullición (ref. 4.4.1 d).

2) Véase 4.4.4.

3) Por ejemplo IIBT3.

Planta: factoría de pintura (ejemplo 11)												
Área:												
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12
Fuentes de escape		Sustancia inflamable		Ventilación		Emplazamiento peligroso		Refe-		Planos de		
Nº	Descripción	Localiza- ción	Grado de escape ¹⁾	Referen- cia ²⁾	Temperatura y presión de operación °C kPa	Estado ³⁾	Tipo ⁴⁾	Grado ⁵⁾	Disponi- bilidad ⁶⁾	Tipo de zona 0-1-2	Extensión de la zona m Vertical Horizontal	Refe- rencia
1	Sello de la bomba de gasolina	Zona de la bomba	D	1	Am- biente	L	A	Medio	Buena	2	1,0*	Ejemplo nº 1
2	Superficie del líquido en el se- parador	Tratamien- to de agua residual	C	3	Am- biente	L	N	Bajo	Medio- cre	0	*	Ejemplo nº 6
							N	Alta	Medio- cre	1	1,0*	Ejemplo nº 6
							N	Alta	Medio- cre	2	3,0*	Ejemplo nº 6
3	Superficie del líquido en el tan- que de gasolina	Zona del tanque	C	1	Am- biente	L	N	Medio	Medio- cre	0	*	Ejemplo nº 8
4	Ventecos en el tan- que de gasolina	Zona del tanque	P	1	Am- biente	L	N	Medio	Muy buena	1	3,0*	Ejemplo nº 8
5	Bridas, etc. den- tro de la cubeta del tanque de ga- solina	Zona del tanque	S	1	Am- biente	L	N	Medio	Buena	2	*	Ejemplo nº 8
6	Sobrellenado del tanque de gasoli- na	Zona del tanque	S	1	Am- biente	L	N	Medio	Muy buena	2	3,0*	Ejemplo nº 8

(Continúa)

Véanse notas en página siguiente.

Hoja de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos – Parte 2: Lista de fuentes de escape (Fin) Hoja 3 de 3

Planta: factoría de pintura (ejemplo 11)													Área:				Planos de referencia: disposición	
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13				
Nº	Descripción	Localización	Grado de escape ¹⁾	Referencia ²⁾	Sustancia inflamable		Estado ³⁾	Tipo ⁴⁾	Grado ⁵⁾	Disponibilidad ⁶⁾	Tipo de zona 0-1-2	Emplazamiento peligroso		Cualquier información y observaciones importantes				
					Temperatura y presión de operación °C	kPa						Extensión de la zona m	Referencia					
															Vertical	Horizontal		
7	Boca de llenado en la parte superior de la cisterna del camión en la instalación de llenado	Zona de carga	P	1	Am-biente	Am-biente	L	N	Medio	Medio-cre	1	1,5*	1,5**	Ejemplo nº 9	* Por encima del nivel del suelo ** Desde el escape			
											2	1,0*	1,5**	Ejemplo nº 9	* Por encima del escape ** Desde el escape			
8	Derrame por el suelo dentro del canal de desagüe en la instalación de llenado de camiones cisterna	Zona de carga	S	1	Am-biente	Am-biente	L	N	Medio	Medio-cre	2	1,0*	4,5**	Ejemplo nº 9	* Por encima del nivel del suelo ** Desde el canal de desagüe			
9	Tanque de aceite	Área de tanque	*	2	*	*	L	*	*	*			Emplazamiento no peligroso debido al alto punto de inflamabilidad del gasóleo			

- 1) C-Continuo; S-Secundario; P-Primario.
- 2) Indica el número en la lista de la Parte 1.
- 3) G-Gas; L-Líquido; GL-Gas Licuado; S-Sólido.
- 4) N-Natural; A-Artificial.
- 5) Véase anexo B.

Hoja 1 de 1

[illegible]

- 1) Normalmente se facilita el valor de la tensión de vapor, pero, en caso de desconocerlo, se puede usar el punto de ebullición (referencia 4.4.1 d).

2) Por ejemplo IIBT3.

Hoja 1 de 1

- 1) C-Continuo; S-Secundario; P-Primario.
- 2) Indica el número en la lista de la Parte 1.
- 3) G-Gas; L-Líquido; GL-Gas licuado; S-Sólido.
- 4) N-Natural; A-Artificial.
- 5) Véase anexo B.

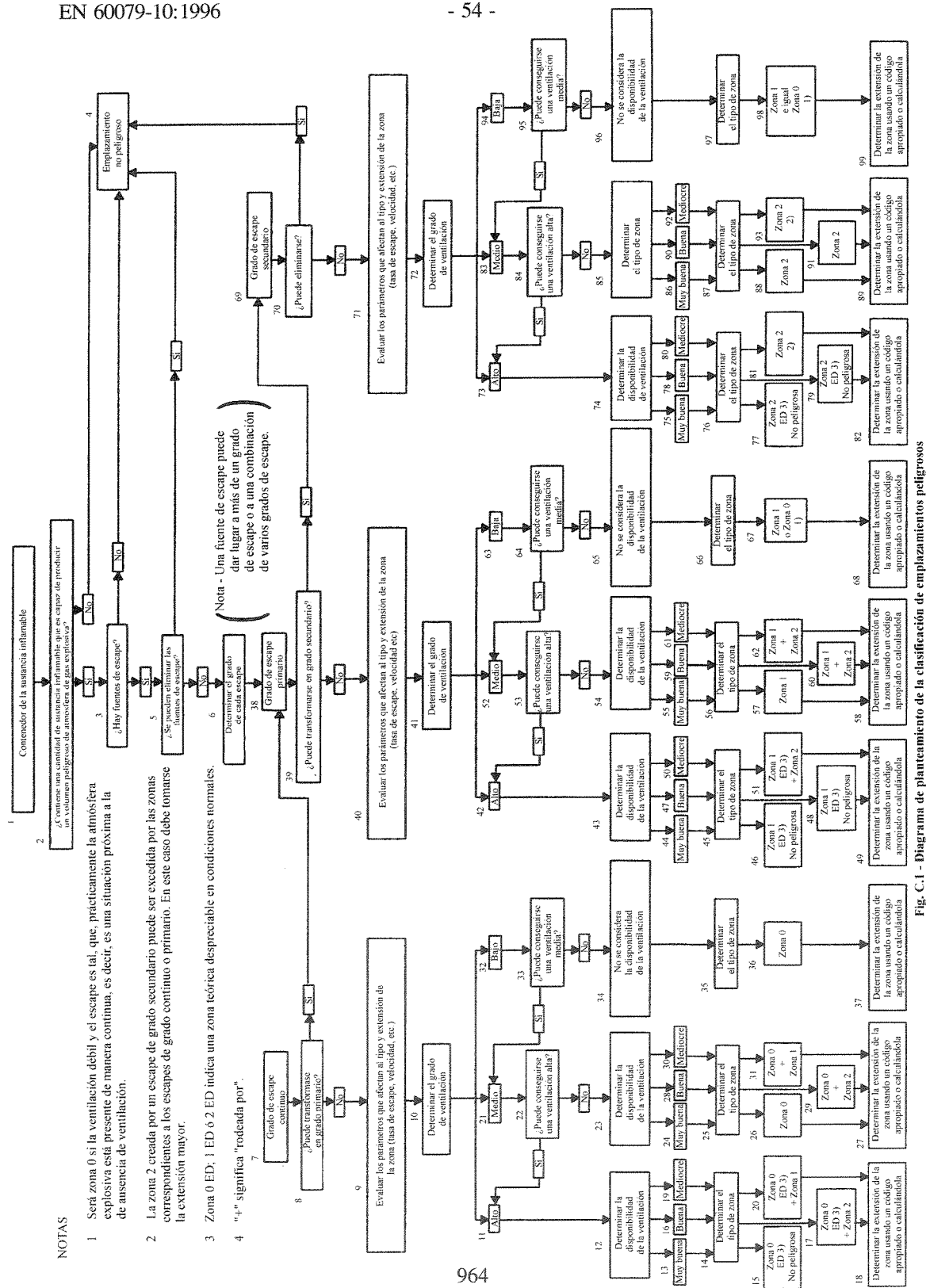
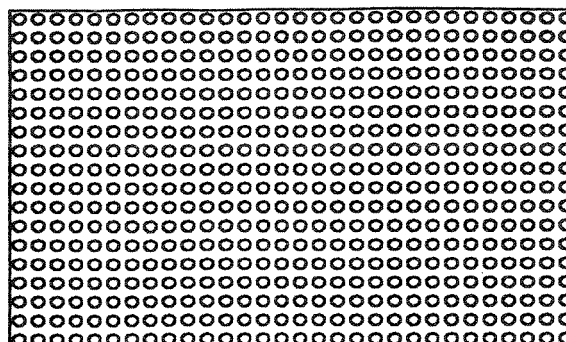
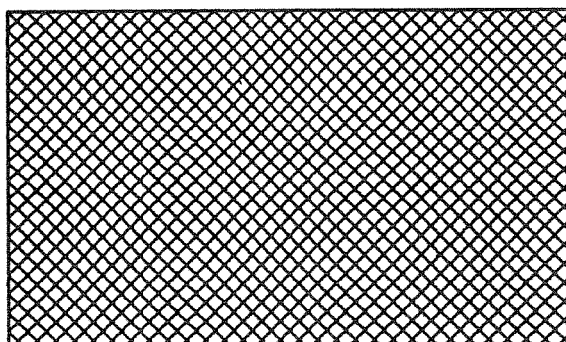


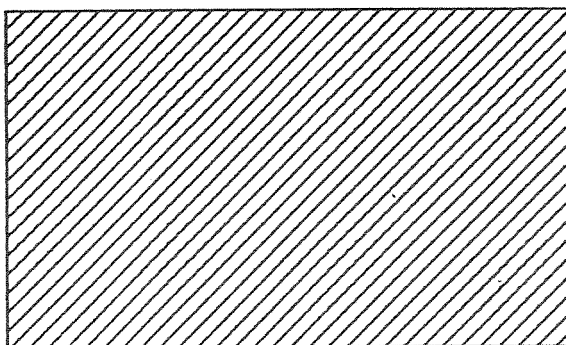
Fig. C.1 - Diagrama de planteamiento de la clasificación de emplazamientos peligrosos



Zona 0



Zona 1



Zona 2

Fig. C.2 – Símbolos preferidos para las zonas de los emplazamientos peligrosos

ANEXO ZA (Normativo)

**RELACIÓN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES
CON LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES**

Esta Norma Europea incorpora disposiciones de otras normas por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las normas citadas con fecha, sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa norma (incluyendo sus modificaciones).

NOTA – Cuando una Norma Internacional haya sido modificada con modificaciones comunes, indicándose esto por (mod), es de aplicación la EN/HD correspondiente.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
50(426)	1990	Vocabulario electrotécnico. Material eléctrico para atmósferas explosivas	—	—	UNE 21302-426:1992
79-4	1975	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Método de ensayo para la determinación de la temperatura de inflamación	—	—	UNE 20325-4:1977
79-4A	1970	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Método de ensayo para la determinación de la temperatura de inflamación	—	—	UNE 20325/1C:1981

1) Esta columna se ha introducido en el anexo original de la Norma Europea, únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

