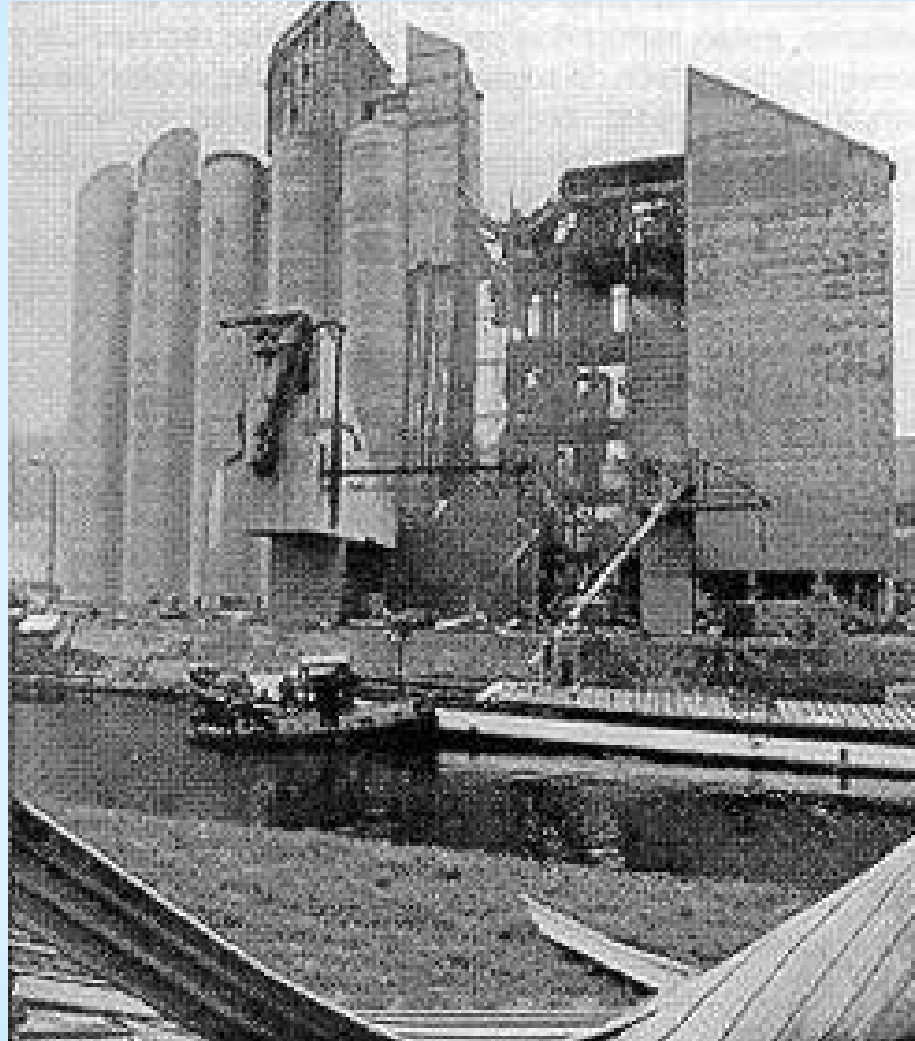
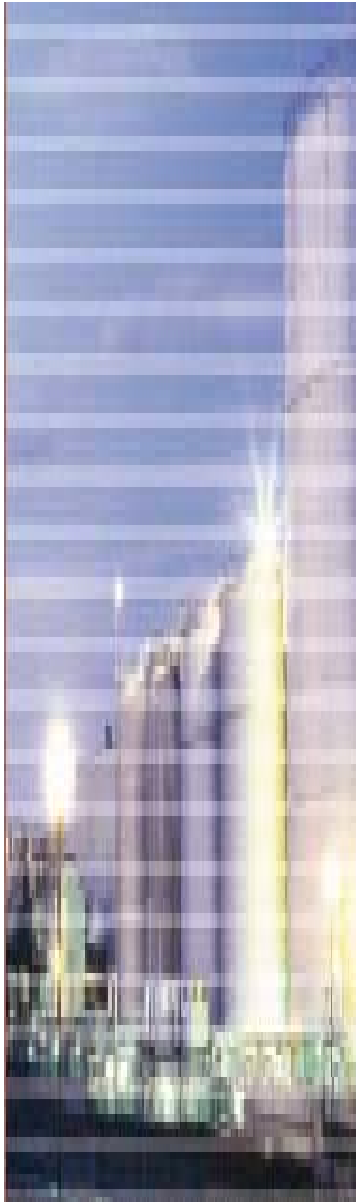


Seguridad en Atmósferas Potencialmente Explosivas

D. Pedro Soria García-Ramos
ITSEMAP Fundación MAPFRE, España





Seguridad en Atmósferas Potencialmente Explosivas

Contenidos

El riesgo de explosión

**Prevención del riesgo de atmósferas
potencialmente explosivas**

Marco reglamentario en esta materia



INTRODUCCIÓN

“EXPLOSIÓN ES UNA LIBERACIÓN SÚBITA DE ENERGÍA QUE PROVOCA UN AUMENTO DE LA PRESIÓN.”

De entre los factores que pueden provocar explosión (gas a presión, sustancias explosivas o químicamente inestables, sustancias inflamables, ...) la legislación concretamente abarca las atmósferas explosivas (ATEX) las cuales se entienden como:

“UNA ATMÓSFERA EXPLOSIVA ES LA MEZCLA CON EL AIRE, EN CONDICIONES ATMOSFÉRICAS, DE SUSTANCIAS INFLAMABLES EN FORMA DE GASES, VAPORES, NIEBLAS O POLVOS, EN LA QUE, TRAS UNA IGNICIÓN, LA COMBUSTIÓN SE PROPAGA A LA TOTALIDAD DE LA MEZCLA NO QUEMADA”



COMPONENTES DE LA EXPLOSIÓN

Para que se produzca una explosión de una ATEX debe darse los siguientes elementos:

- 📖 **Comburente**
- 📖 **Sustancia combustible**
- 📖 **Concentración de la mezcla**
- 📖 **Fuente de Ignición suficiente**
- 📖 **Transmisión o velocidad de reacción**





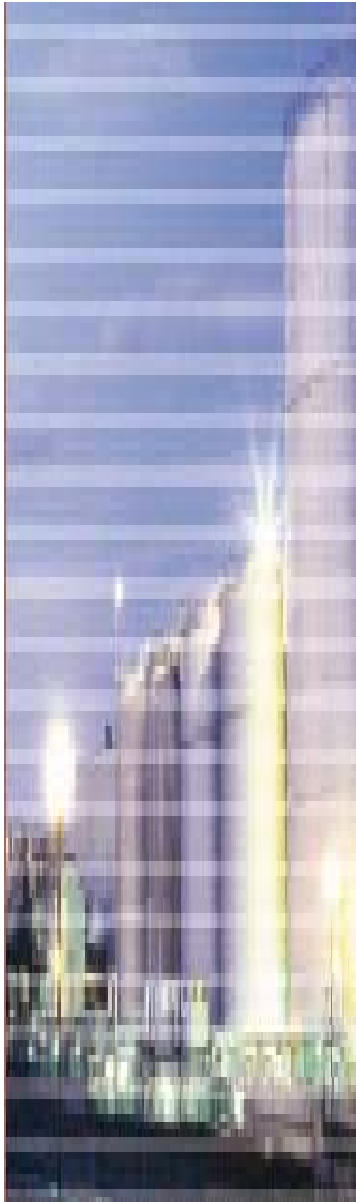
Sustancia combustible

Son sustancias sólidas, líquidas o gaseosa, susceptible de ser oxidada de forma rápida al estar en íntimo contacto con el comburente en proporciones adecuadas

 **Gases y vapores**

 **Nieblas**

 **Sólidos combustibles en estado pulverulento**



Fuentes de ignición

➔ Es la fuente que facilita la energía de activación suficiente para iniciar la reacción. Las más significativas son:

Superficies calientes



Fuego, llamas, material incandescente



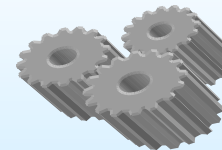
Arcos o Chispas de origen eléctrico



Descargas de electricidad estática



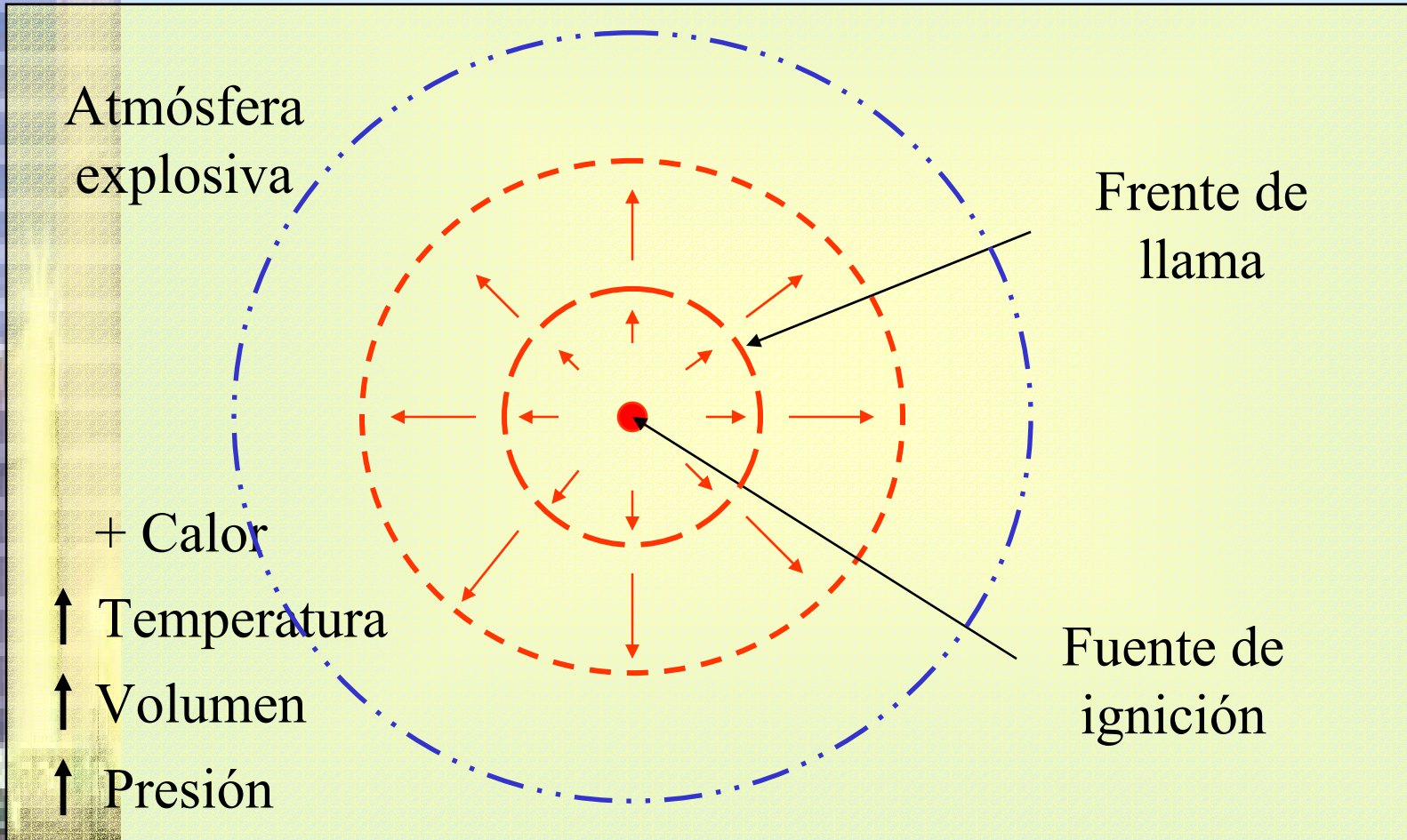
Chispas o fricción de origen mecánico

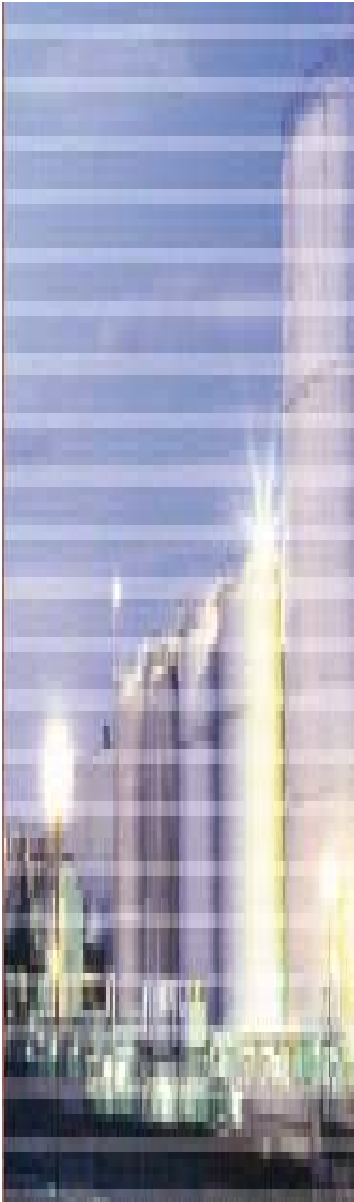


Reacciones químicas



Transmisión o velocidad de reacción





Transmisión o velocidad de reacción

TIPOS DE EXPLOSIONES

- **NO CONFINADAS** Ej. Espacios abiertos

- **SEMI-CONFINADAS** Zonas de proceso

- **CONFINADAS** Edificios y recipientes



EFECTOS DE LAS EXPLOSIONES

• EFECTOS TÉRMICOS

- Superficiales
- Pulmonares

• EFECTOS TÓXICOS-ASFIXIANTES

• EFECTOS MECÁNICOS

- Primarios (tímpano, lesiones pulmonares, ...)
- Secundarios (desplamiento del cuerpo)
- Terciarios (destrucción de estructuras y proyectiles)



GESTIÓN DEL RIESGO DE EXPLOSIÓN

- **ELIMINAR LA POSIBILIDAD O REDUCIR LA FRECUENCIA Y EXTENSIÓN DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS**
- **IMPEDIR O REDUCIR LA PROBABILIDAD DE APARICIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN**
- **EVITAR LOS EFECTOS DAÑINOS DE LAS EXPLOSIONES**



MEDIDAS TÉCNICAS DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

P
R
I
O
R
I
D
A
D

Prevención de la formación de atmósferas explosivas peligrosas

Prevención de las fuentes de ignición

Protección contra los efectos de las explosiones



Prevención de la formación de atmósferas explosivas peligrosas

- **Sustitución de las sustancias inflamables**
- **Limitación de la concentración**
- **Inertización**
- **Prevención o reducción de la formación de atmósfera explosiva en las inmediaciones de instalaciones**



Limitación de la concentración

Medidas de tipo continuo o tipo puntual (enclavamientos)

- **Detección (equipos electrónicos)**
- **Ventilación**
- **Extracción**
- **Creación de presión positiva (ej. salas de control, etc.)**
- **Trabajo a bajas temperaturas (salas de almacenamiento de líquidos inflamables muy volátiles)**
- **Inertización**



PREVENCIÓN O REDUCCIÓN DE LA FORMACIÓN DE ATMÓSFERA EXPLOSIVA POR CAPAS DE POLVO

PRINCIPIOS

- ❖ **Evitar la fuga del producto**
 - ❖ Trabajo en depresión
 - ❖ Captación en fuentes
 - ❖ Estanqueidad

- ❖ **Limitar el crecimiento de capas de polvo**
 - ❖ Medidas estructurales
 - ❖ Limpieza



MEDIDAS TÉCNICAS DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

P
R
I
O
R
I
D
A
D

**Prevención de la formación de atmósferas
explosivas peligrosas**

**Prevención de las fuentes de
ignición**

**Protección contra los efectos de las
explosiones**



Prevención de la ignición de atmósferas explosivas Tipos de fuentes de ignición

En la norma europea EN 1127-1 se distinguen trece fuentes de ignición:

- ✓ **Material eléctrico**
- ✓ **Superficies calientes**
- ✓ **Llamas y gases calientes**
- ✓ **Chispas de origen mecánico**
- ✓ **Reacciones químicas**
- ✓ **Electricidad estática**
- ✓ **Rayo**
- ✓ **Campos electromagnéticos
gama de 9 kHz a 300 GHz**

- ✓ **Radiación electromagnética
comprendida en una gama de
300 GHz a 3×10^{16} Hz o
longitudes de onda de 1000 μm
a 0,1 μm**
- ✓ **Radiación ionizante**
- ✓ **Ultrasonidos**
- ✓ **Compresión adiabática, ondas
de choque, gases circulantes**
- ✓ **Corrientes eléctricas parásitas,
protección contra la corrosión
catódica**



MODOS DE PROTECCIÓN EQUIPO ELÉCTRICO Y MECÁNICO UNE 60079-14

- SEPARAR MEDIANTE BARRERA FÍSICA, LAS PARTES SUSCEPTIBLES DE INFLAMAR EL GAS DEL AMBIENTE, O
- LIMITAR LA ENERGÍA DESCARGADA A MEZCLA INFLAMABLE, O
- CONFINAMIENTO DE EXPLOSIÓN.

Y

- LIMITAR LA TEMPERATURA SUPERFICIAL



MODOS DE PROTECCIÓN EQUIPO ELÉCTRICO Y MECÁNICO UNE 60079-14

ASPECTOS GENERALES COMUNES A TODOS LOS MODOS DE PROTECCIÓN

TEMPERATURA SUPERFICIAL MÁXIMA

**TEMPERATURA MÁXIMA ALCANZADA EN SERVICIO Y
CONDICIONES MÁS DESFAVORABLES
(SOBRECARGAS Y DEFECTOS S/NORMA) POR
CUALQUIER PIEZA O SUPERFICIE DEL MATERIAL
QUE PUEDA PRODUCIR LA IGNICIÓN DE LA
ATMÓSFERA CIRCUNDANTE.**



MODOS DE PROTECCIÓN EQUIPO ELÉCTRICO Y MECÁNICO UNE 60079-14

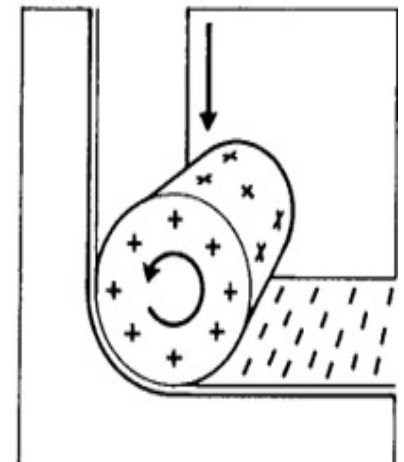
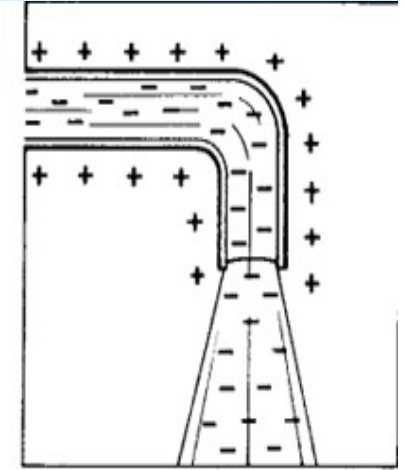
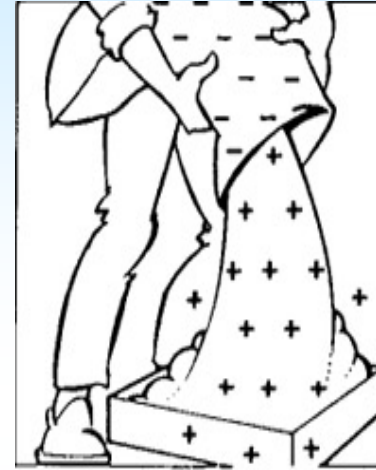
RESPALDADOS POR CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD

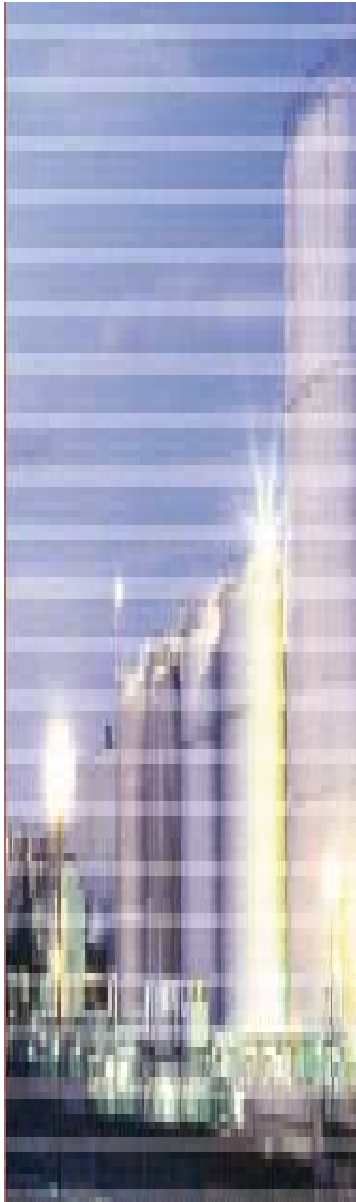
- ✓ **ENVOLVENTE ANTIDEFLAGRANTES “d”.**
- ✓ **SEGURIDAD AUMENTADA “e”.**
- ✓ **SEGURIDAD INTRÍNSECA “i”.**
- ✓ **INMERSIÓN EN ACEITE “o”.**
- ✓ **SOBREPRESIÓN INTERNA “p”.**
- ✓ **AISLANTE PULVERULENTO “q”.**
- ✓ **ENCAPSULADO “m”.**



TIPOS DE FUENTES DE IGNICIÓN. ELECTRICIDAD ESTÁTICA

- ❑ Movimiento de líquidos no conductores (gasolina) por tubería
- ❑ Rozamiento de suelo con material no antiestático
- ❑ Pulverización de materiales (pintado)
- ❑ Maquinas, cintas o elementos transportadores en movimiento
- ❑ Vehículos en movimiento
- ❑ Fricción de ropa de trabajo no antiestática (p.e. Lana)





TIPOS DE FUENTES DE IGNICIÓN. ELECTRICIDAD ESTÁTICA

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

- ✓ Puesta a tierra y conexión equipotencial de todas las superficies conductoras
- ✓ Aumento de la conductividad de los materiales
- ✓ Control de tiempos de relajación: (3 minutos en no conductores).
- ✓ Utilización de materiales antiestáticos
- ✓ Variación de condiciones de proceso
- ✓ ...



PREVENCIÓN DE LA IGNICIÓN DE ATEX. POLVO.

- Medios de separación materiales duros
- Ubicación de equipos mecánicos en zonas 'limpias'
 - Soplantes
 - Cojinetes de tornillos sin fin
- Utilización de equipos Ex CE
- Mantenimiento preventivo y predictivo
- Sistemas de apagado de chipas en conductos



Sistemas de apagado de chipas



**Detección
chispas y
puntos
calientes**



Detección gases

Control



Extinción



Control de proceso



MEDIDAS TÉCNICAS DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

P
R
I
O
R
I
D
A
D

Prevenición de la formación de atmósferas explosivas peligrosas

Prevenición de las fuentes de ignición

Protección contra los efectos de las explosiones



PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN

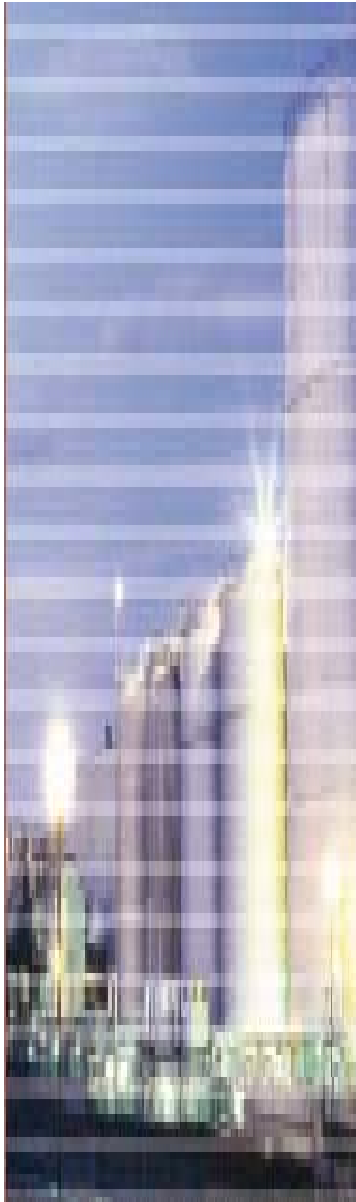
Construcción resistente a la explosión

Descarga de la explosión

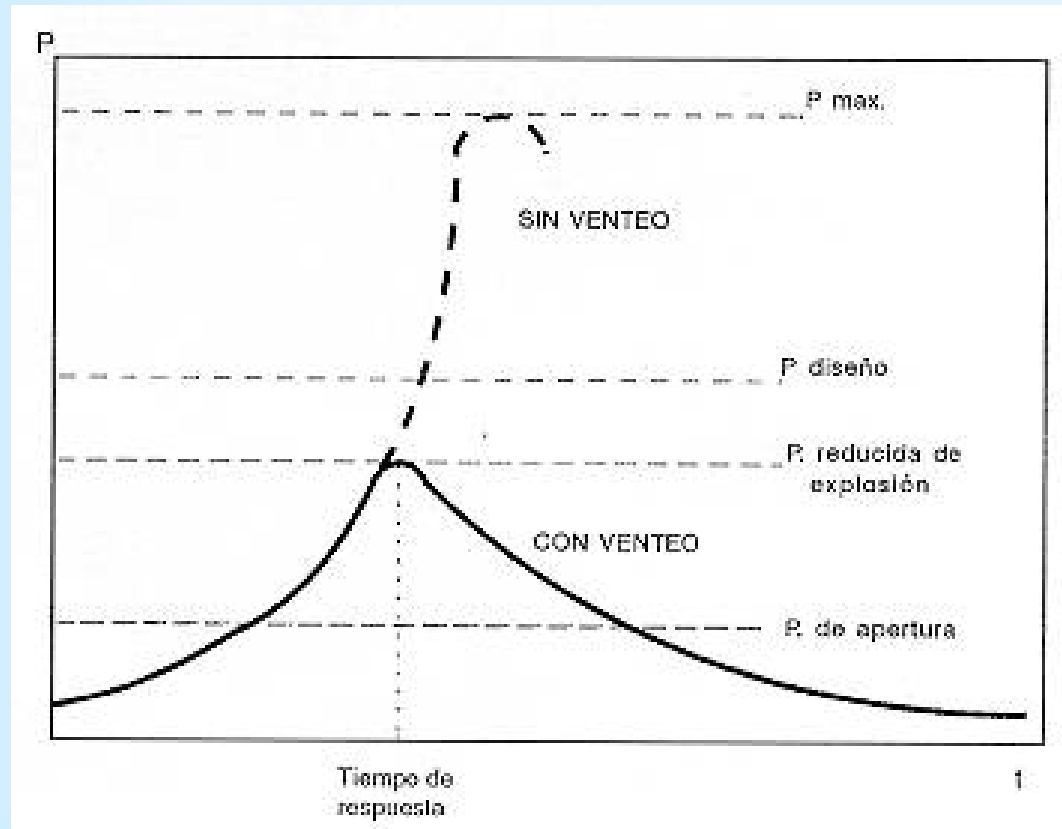
Supresión de explosiones

Prevención de la propagación de la explosión

**Dispositivos apagallamas para gases vapores y
nieblas**

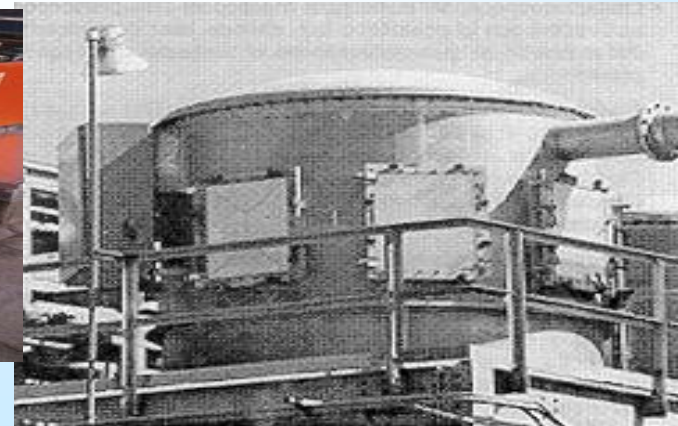
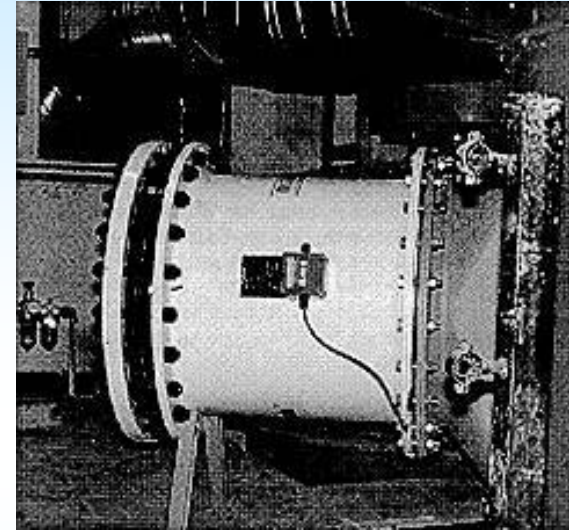
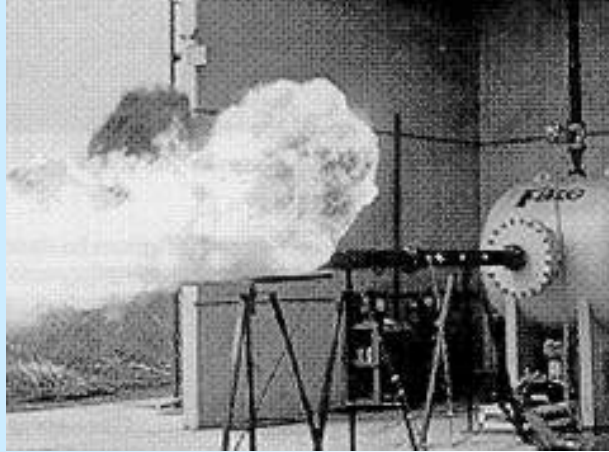


Contención/descarga da explosão





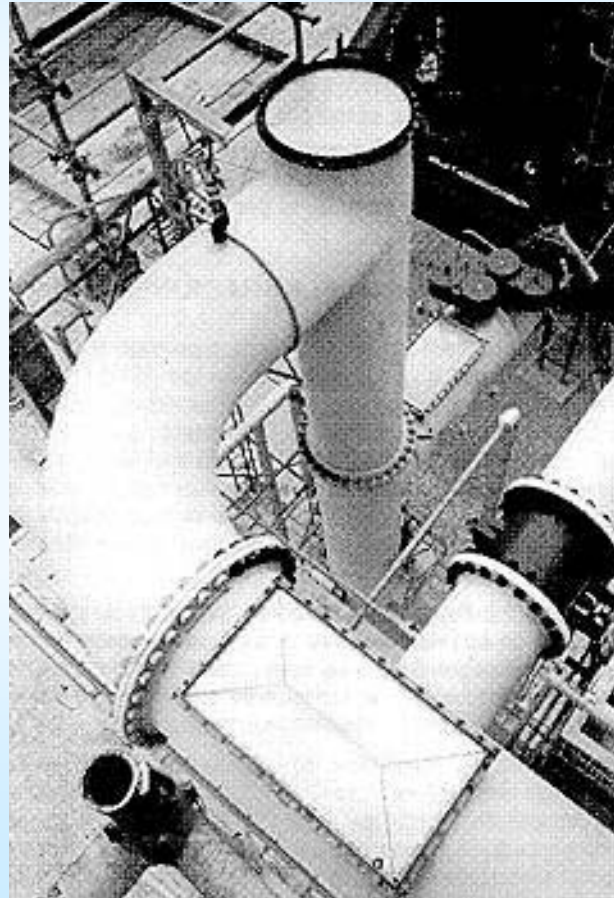
Descarga de la explosión

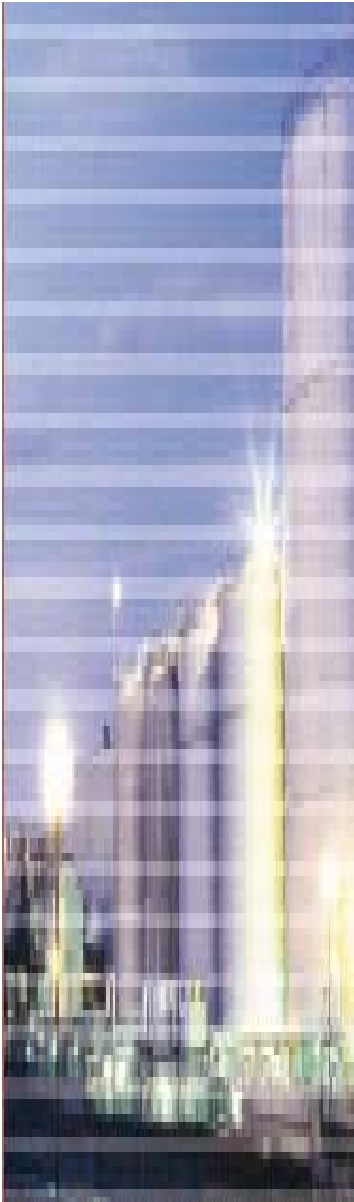




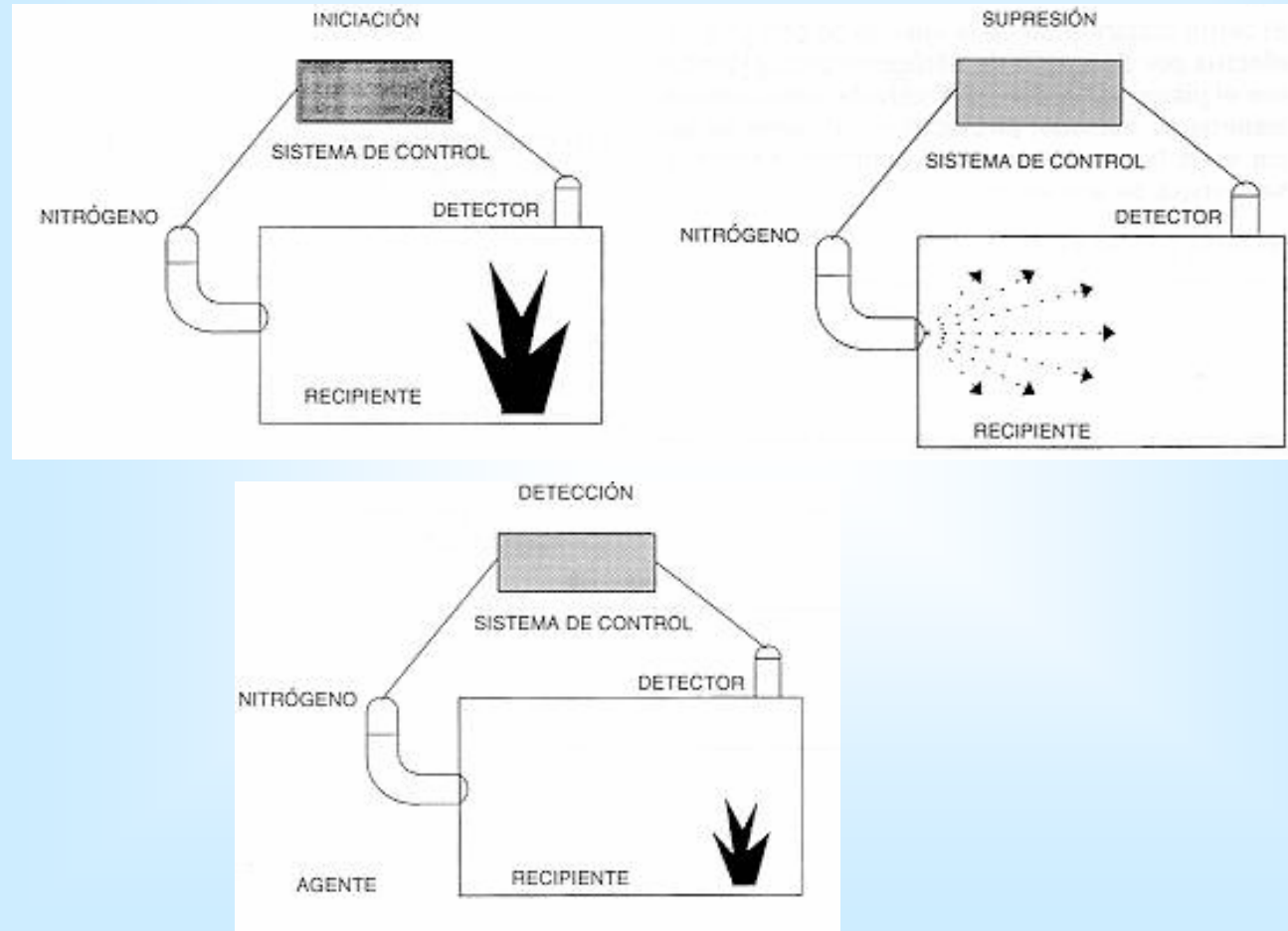
Descarga de la explosión

Alivio de presión
en conductos



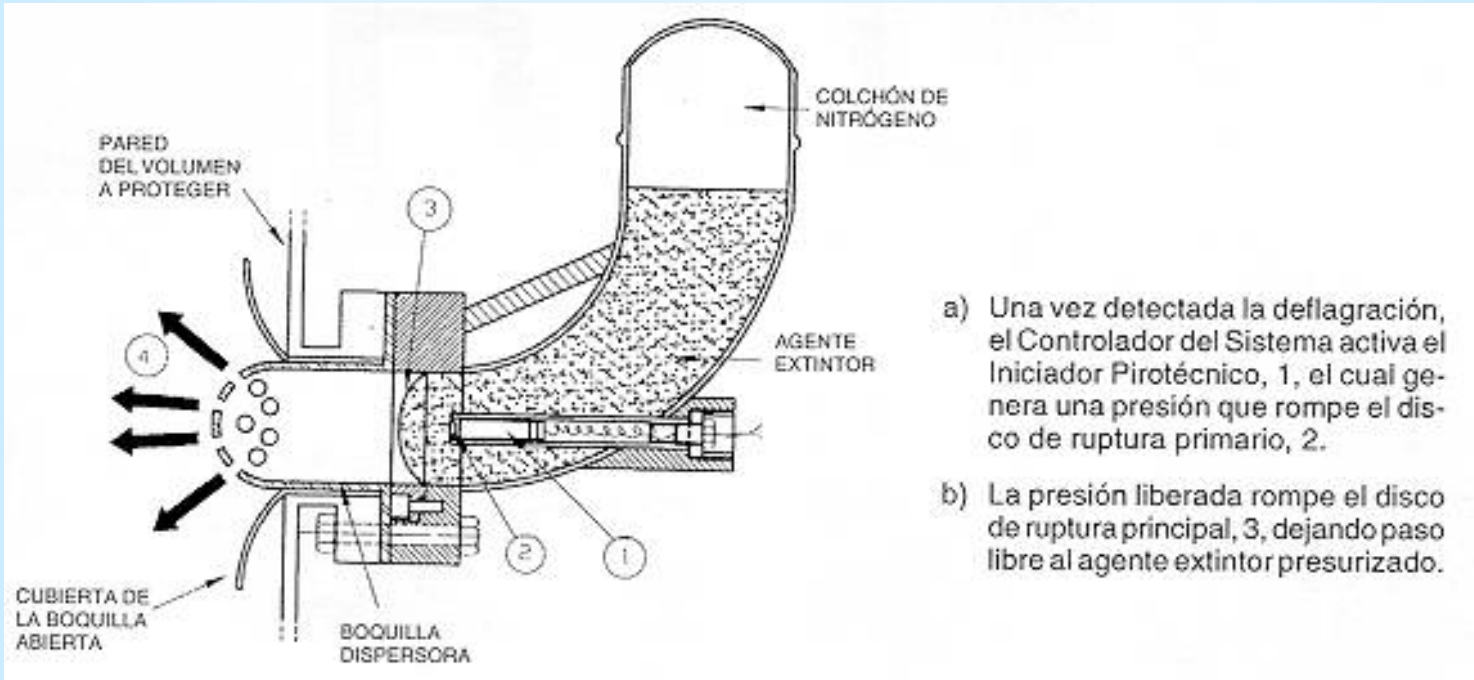


Supresión de explosiones





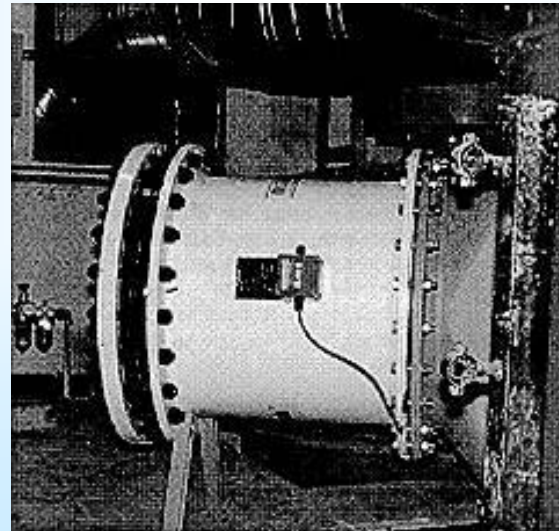
Supresión de explosiones



PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

Dispositivos de aislamiento para gases

Dispositivos apagallamas en conducto para gases y vapores



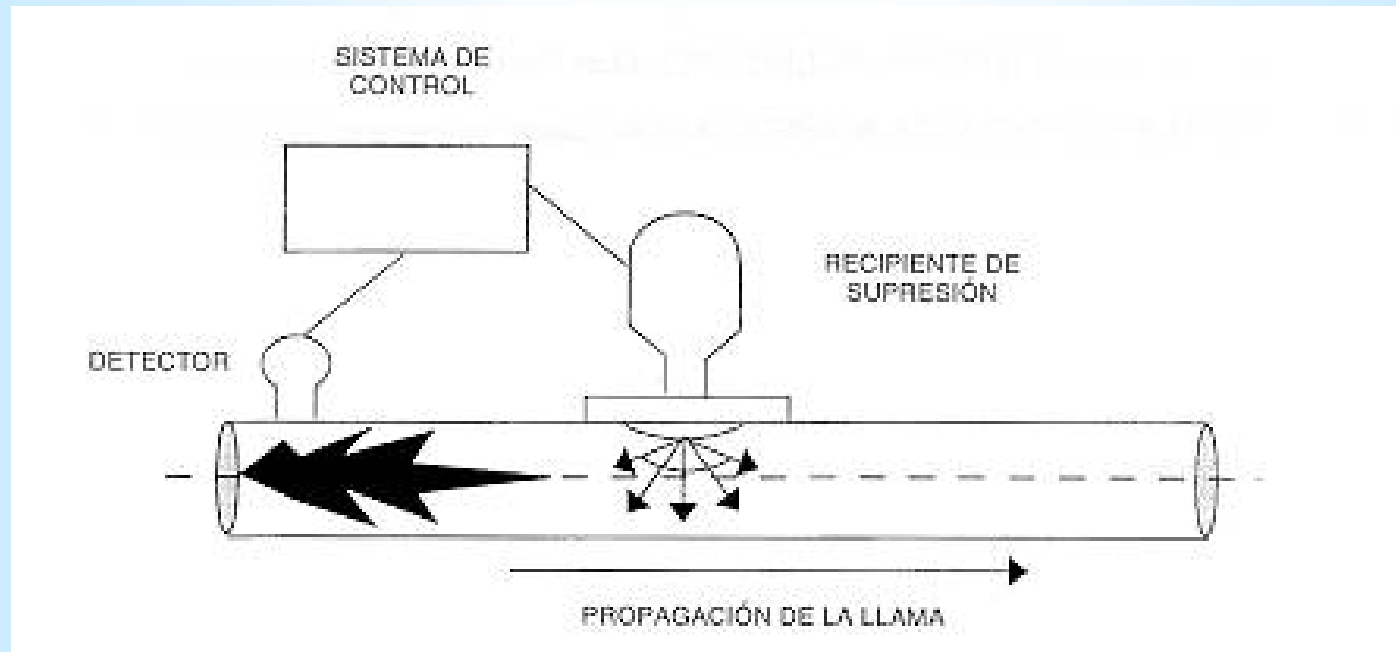


Fundación
MAPFRE MÉXICO

PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

Dispositivos de aislamiento para polvos

BARRERAS EXTINTORAS

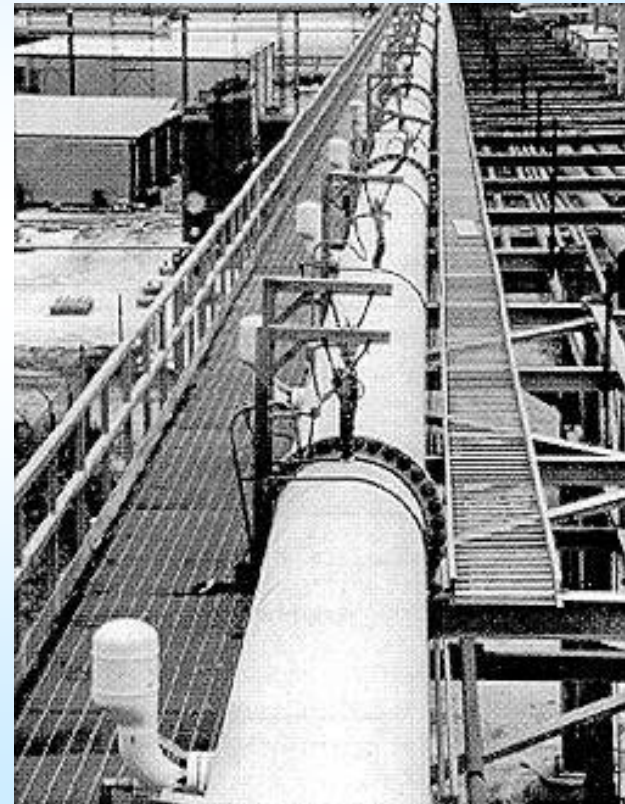




PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

Dispositivos de aislamiento para polvos

BARRERAS EXTINTORAS

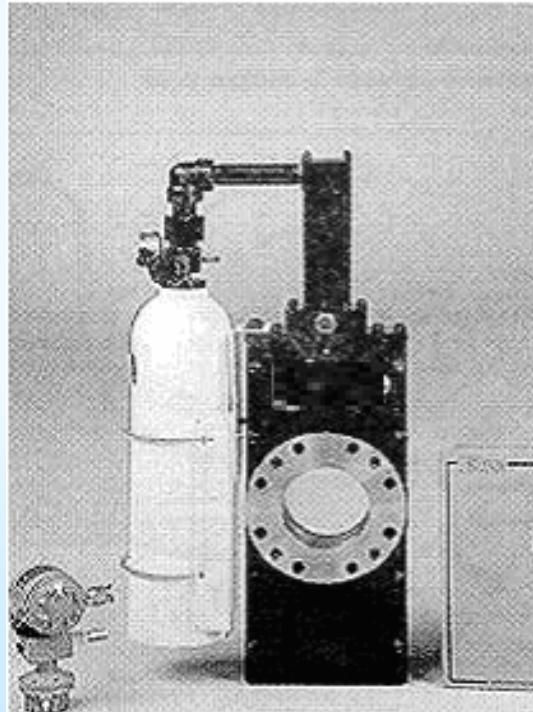




PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

Dispositivos de compartimentación para polvos

VÁLVULA DE CIERRE RÁPIDO



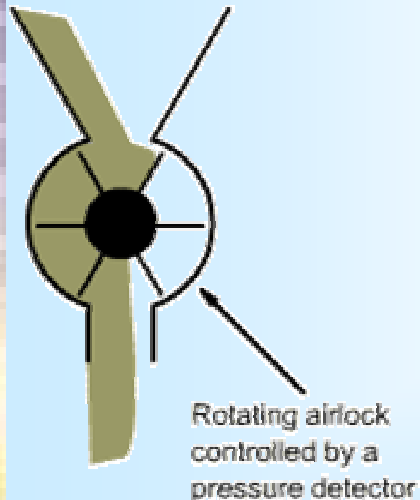


PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN

PREVENCIÓN de la PROPAGACIÓN de la EXPLOSIÓN

Dispositivos de compartimentación para polvos

VÁLVULAS ROTATORIAS

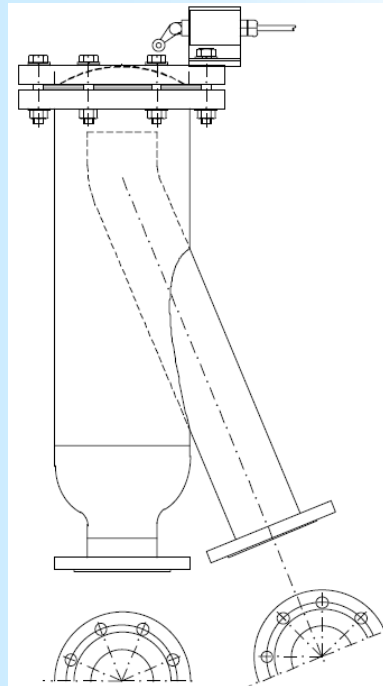
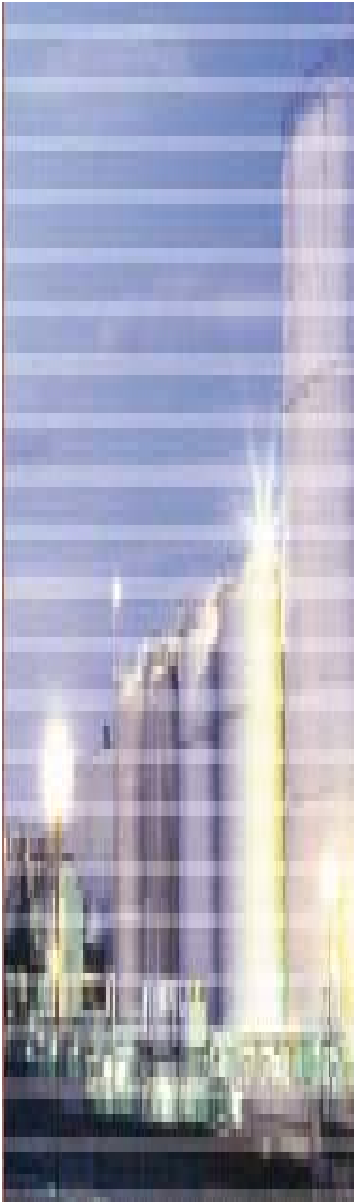




PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

DISPOSITIVOS DE COMPARTIMENTACIÓN PARA POLVOS

DISPOSITIVO PARA DESVIO DE LA EXPLOSIÓN



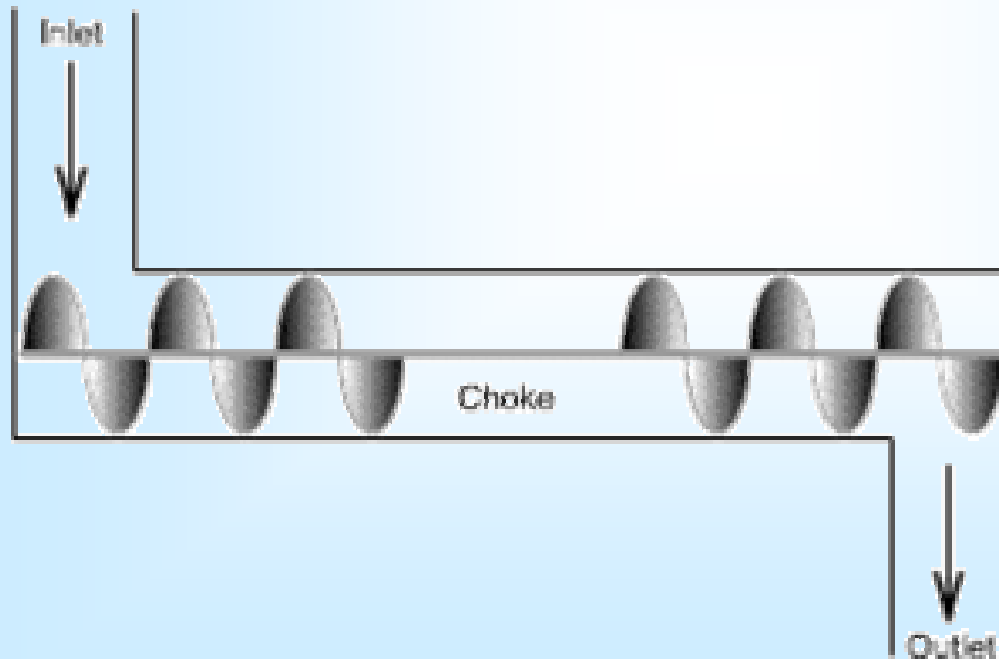
PROTECCIÓN CONTRA OS EFEITOS DE UMA EXPLOSIÓN


S

PREVENCIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LA EXPLOSIÓN

Dispositivos de compartimentación para polvos

OBTURACIÓN (producto utilizado como barrera)





Medidas organizativas para la prevención del riesgo de explosión



Medidas organizativas de protección contra explosiones

- ✓ **Instrucciones de operación**
- ✓ **Cualificación de los trabajadores**
- ✓ **Supervisión de los trabajadores**
- ✓ **Formación de los trabajadores**
- ✓ **Sistema de permiso de trabajo**
- ✓ **Mantenimiento**
- ✓ **Examen y comprobación de equipos y lugares de trabajo**
- ✓ **Señalización de las atmósferas potencialmente explosivas**
- ✓ **Medidas de respuesta a emergencias**
 - **Preventivas**
 - **Paliativas**



R.D. 681/2003 SOBRE PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A LOS RIESGOS DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL LUGAR DE TRABAJO



Real Decreto 681/2003

- **RD 681/2003** que detalla las disposiciones relativas a las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de las atmósferas explosivas **en el lugar de trabajo**. (directiva 1999/92/CE)
- **OBJETO:**
Establecer las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Campo de aplicación

A todas las atmósferas explosivas definiendo ésta como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, polvos y nieblas, en la que tras una ignición, la combustión se propaga al resto de la mezcla no quemada



R. D. 681/2003

Obligaciones del empresario

Tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo en función del tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los principios básicos siguientes:

- Impedir la formación de atmósferas explosivas o, cuando la naturaleza de la actividad no lo permita,
- evitar la ignición de atmósferas explosivas y atenuar los efectos perjudiciales de una explosión de forma que se garantice la salud y la seguridad de los trabajadores (incluida la supervisión).
- Estas medidas se combinarán o completarán, cuando sea necesario, con medidas contra la propagación de las explosiones.



Medidas técnicas de protección contra explosiones

- ✓ **Prevención de atmósferas explosivas peligrosas**
- ✓ **Prevención de las fuentes de ignición**
- ✓ **Limitación de los efectos de las explosiones**
- ✓ **Aplicación de sistemas de control de procesos**
- ✓ **Requisitos para los equipos de trabajo**



Medidas organizativas de protección contra explosiones

- ✓ **Formación e información**
- ✓ **Coordinación de actividades empresariales**
- ✓ **Instrucciones de trabajo escritas**
- ✓ **Procedimiento de autorizaciones de trabajos**
- ✓ **Señalización**



R. D. 681/2003

Evaluación de riesgos

En la evaluación se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. La probabilidad de formación y la duración de atmósferas explosivas.
- b. La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.
- c. Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- d. Las proporciones de los efectos previsibles.



R. D. 681/2003

Anexo I

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN LAS QUE PUEDEN FORMARSE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

“Se consideran áreas de riesgo aquéllas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados”

Esto abarca las sustancias inflamables o combustibles (incluyendo capas, depolvositos y acumulaciones de polvo inflamable), a no ser que el análisis de sus propiedades demuestre que, mezcladas con el aire, no son capaces por sí solas de propagar una explosión.



R. D. 681/2003

Anexo I

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN LAS QUE PUEDEN FORMARSE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

- Las zonas se clasifican en función de la **frecuencia** con que se produzca la atmósfera y su **duración**
- Las zonas se clasifican con los números 0,1 y 2 para vapores y gases
- Las zonas se clasifican con los números 20,21 y 22 para polvos



R. D. 681/2003

Anexo I

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN LAS QUE PUEDEN FORMARSE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

	Frecuentemente o durante largos periodos de tiempo	Ocasionalmente en condiciones normales	No en condiciones normales. Baja frecuencia y cortos periodos de tiempo
Gases, vapores o nieblas	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Polvos	Zona 20	Zona 21	Zona 22



R. D. 681/2003

Anexo II

DISPOSICIONES MÍNIMAS DESTINADAS A MEJORAR LA SEGURIDAD

Se aplican:

- A las **áreas clasificadas** como zonas de riesgo de acuerdo con el anexo I, siempre que sean necesarias según las características del lugar de trabajo, del puesto de trabajo, del equipo o de las sustancias empleadas o del peligro causado por la actividad relacionada con los riesgos derivados de atmósferas explosivas.
- A los **equipos** situados en áreas que no presenten riesgos y que sean necesarios o contribuyan al funcionamiento en condiciones seguras de los equipos situados en áreas de riesgo.



R. D. 681/2003

Anexo II

CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LOS APARATOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Siempre que en el documento de protección contra explosiones basado en una evaluación de los riesgos no se disponga otra cosa, deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección con arreglo a las categorías fijadas en el **Real Decreto 400/1996**, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

- En la zona **0** o en la zona **20**, los aparatos de la categoría **1**.
- En la zona **1** o en la zona **21**, los aparatos de las categorías **1** o **2**.
- En la zona **2** o en la zona **22**, los aparatos de las categorías **1**, **2** o **3**.



R. D. 681/2003

Anexo II

DISPOSICIONES MÍNIMAS DESTINADAS A MEJORAR LA SEGURIDAD

Abarcan:

- **Medidas organizativas** (formación, procedimientos de trabajo...)
- **Medidas de protección contra explosiones** (sistemas de protección, alarmas, verificaciones previas a la entrada en uso, dispositivos de desconexión de emergencia...)



R. D. 681/2003

Anexo III

Señalización zonas






R. D. 400/1996

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

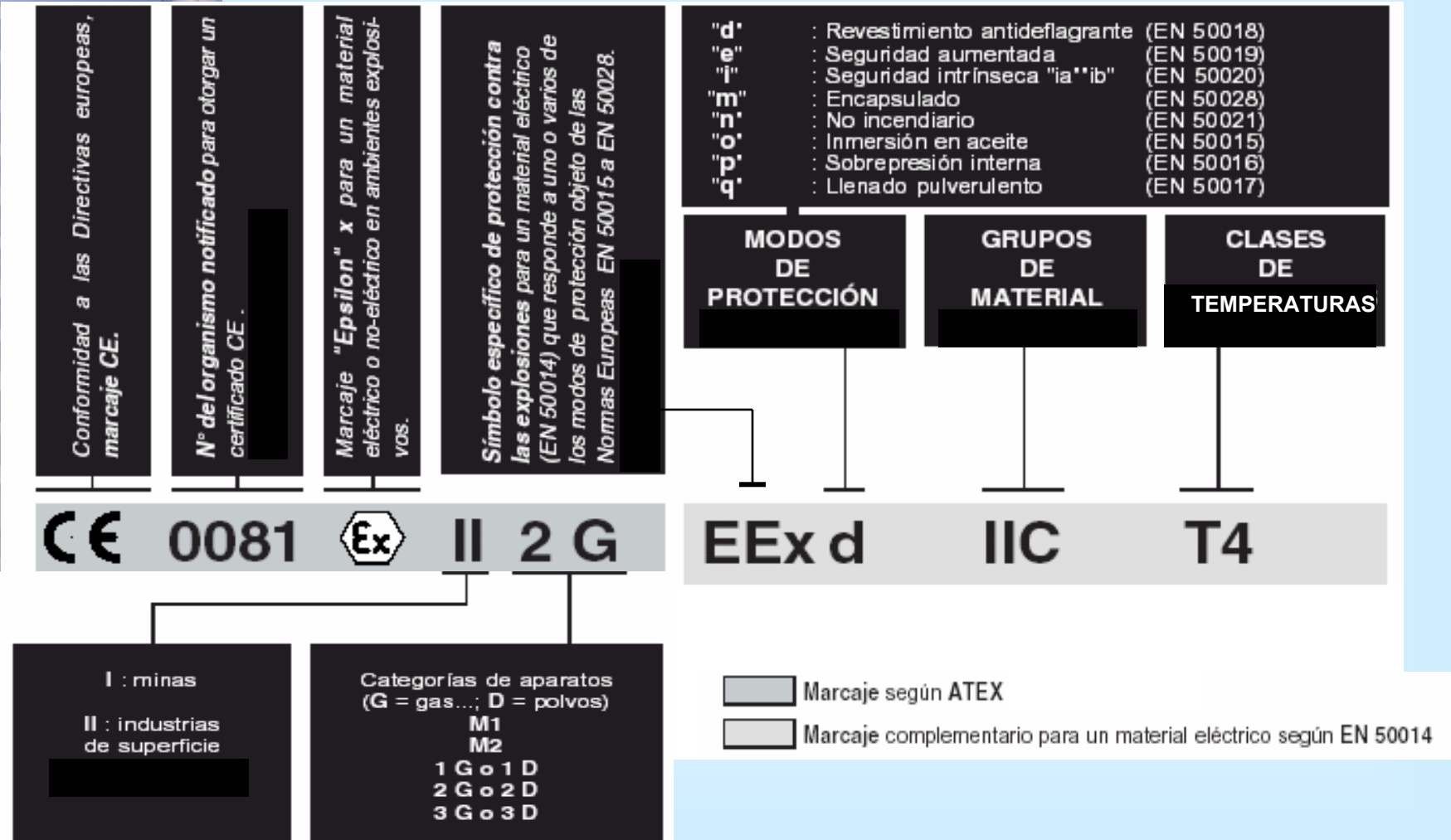


R. D. 400/1996

- Establecimiento de ‘requisitos esenciales’
- Proceso de certificación y declaración de conformidad de acuerdo con circunstancias de riesgo y complejidad.
- Mercado 
- Mercado único:
 - Todos los equipos han de cumplir los requisitos esenciales
 - No se puede prohibir la comercialización de productos que cumplan los requisitos esenciales



Descripción de marcado





Proceso de gestión del riesgo por atmósferas potencialmente explosivas

P
R
I
O
R
I
D
A
D

Prevencción de la formación de atmósferas explosivas peligrosas

Prevencción de las fuentes de ignición

Protección contra los efectos de las explosiones

Medidas Organizativas



¡MUCHAS GRACIAS!

**¿Alguna pregunta o
comentario?**

psoria@mapfre.com