



**Más valor.
Más confianza.**

Evitar explosiones e incendios en empresas ¿es mi muestra explosiva?

Sinopsis

En esta documentación vamos a remarcar la importancia de tener bien caracterizadas las sustancias que se manipulan de cara a una correcta clasificación de zonas, análisis del riesgo y elección en los equipos que trabajan en zonas clasificadas. Explicaremos la ruta de ensayos que seguimos en nuestros laboratorios de TÜV SÜD en Basilea (Suiza) para determinar si mi muestra es combustible o no, ya que, frecuentemente en TÜV SÜD nos contactan clientes pidiendo información sobre si el polvo que están manipulando en sus instalaciones es explosivo y si ha de ser considerado en el entorno ATEX.

Una vez que determinemos si mi muestra de polvo es combustible o no, explicaremos los parámetros más importantes que tenemos que conocer de mi sustancia, para poder realizar una buena clasificación de zonas, análisis del riesgo y elección de equipos que vamos a instalar dentro de mi zona clasificada.

Contenido

01	03	El entorno ATEX
	04	Ruta de ensayos realizada desde los laboratorios de TÜV SÜD basada en el ISO 80079-20-2:2016, que nos permite determinar con muy pocos ensayos de laboratorio, si el polvo que estamos manipulando es o no combustible
	06–07	Caracterización de mi muestra de polvo explosiva
	07	Conclusiones
	08–09	Otros servicios que ofrecemos en nuestros laboratorios de TÜV SÜD

Sobre nuestra experta



Ana María García Román

Consultora de seguridad industrial de TÜV SÜD desde 2016.

Licenciada en CC Química (UAM, Madrid 2003) y Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales. Entró en la compañía en 2006. Se dedica como consultora entre otros trabajos a la elaboración de Documentos de Protección Contra Explosiones. Sus tareas en la Unidad de Process Safety de TÜV SÜD se centran también en la gestión y coordinación de ensayos de laboratorio con los laboratorios de Process Safety de TÜV SÜD Schweiz en Basilea (Suiza). En estos laboratorios se caracterizan las propiedades de inflamabilidad y explosividad de líquidos/gases y polvos además de la realización de ensayos calorimétricos y de estabilidad térmica.

El entorno ATEX

La manipulación de polvos puede generar al igual que en líquidos inflamables generación de atmósferas explosivas si nuestro polvo es combustible. Por ello, necesitamos conocer si estamos manejando líquidos inflamables o sólidos combustibles susceptibles de generar una atmósfera explosiva.

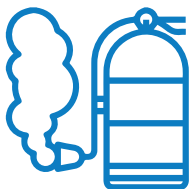
Según el Real Decreto 681/2003, es obligatorio evaluar los riesgos de explosión dentro de la prevención de los riesgos laborales, definir las zonas ATEX de la instalación, evaluar la conformidad de los equipos que se utilicen en estas zonas y disponer de la documentación de protección contra explosiones (DPCE/DoPEX). Por este motivo debemos conocer si las sustancias que se manipulan son líquidos inflamables o sólidos combustibles, susceptibles de generar una atmósfera explosiva.

La atmósfera explosiva es una mezcla de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, que mezclados con el oxígeno del aire, en unas concentraciones adecuadas, bajo condiciones atmosféricas (entre -20°C a 60°C y entre 0,8 bar y 1,1 bar), tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.

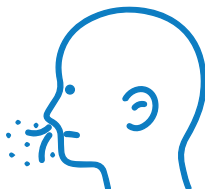
Cuando nuestra muestra es un sólido, necesitamos saber si el polvo que estamos manejando es o no un polvo combustible, el cual, al mezclarse con el comburente, el aire, y en presencia de una fuente de ignición efectiva pueda producir una explosión.

Los tipos de explosiones suelen asociarse habitualmente a fugas de gases, a la presencia de aerosoles o vapores inflamables, pero con frecuencia no se considera a los sólidos, que pueden ser peligrosos si generan nubes de polvo o tienden a acumularse en capas, que pueden generar nubes de polvo con posterioridad.

Cuando las nubes de polvo que se mezclan con el oxígeno del aire en la adecuada concentración, se encuentran con fuentes de ignición efectivas, se puede generar una explosión. De ahí la importancia de tener caracterizadas las sustancias que se manipulan en función de sus propiedades ATEX.



Gases



Polvos



Aerosoles



Vapores

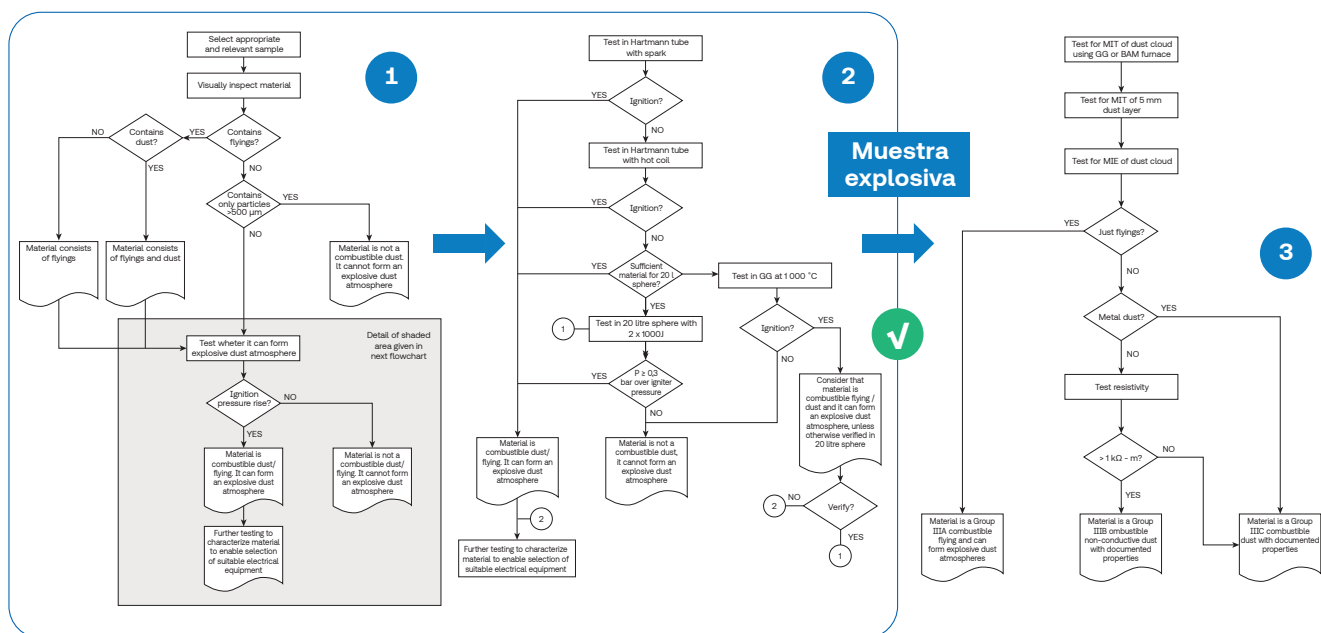
Ruta de ensayos basada en el ISO/IEC 80079-20-2:2016

La ruta de ensayos que seguimos desde nuestros laboratorios de TÜV SÜD es la denominada ruta Go / No Go basada en la NORMA. Se trata de tres árboles de decisiones muy sencillos en los que con muy pocos análisis podemos determinar si nuestro polvo es combustible o no.

Con el primer árbol de decisiones seleccionamos una muestra representativa de nuestro polvo. El segundo árbol indica los ensayos a realizar para determinar si muestra de polvo es combustible o no.

Una vez que hemos determinado con este segundo árbol de decisiones si mi muestra de polvo es combustible, pasaríamos a seguir el tercer árbol de decisiones, con el que caracterizaríamos nuestra muestra de polvo.

GO/No Go ISO/IEC 80079-20-2:2016



Lo primero que tenemos que hacer es tomar una muestra representativa de nuestro polvo. Para ello, siempre cogeremos la muestra del lugar más desfavorable, que suelen ser los filtros de mangas.

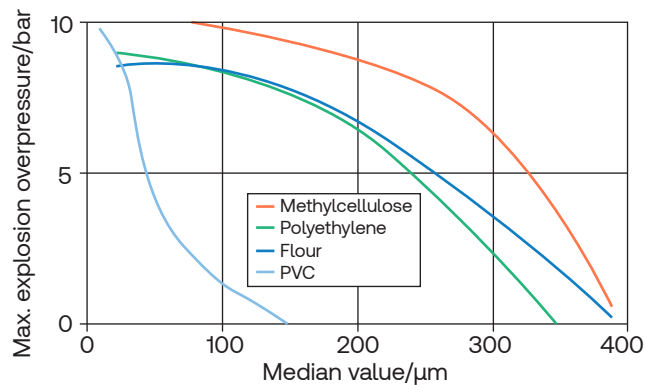
Uno de los parámetros a tener en cuenta a la hora de seleccionar nuestra muestra representativa es el tamaño de partícula. Partículas por encima de 500µm no participan en la explosión, por ello, las partículas tendrán que tener un tamaño inferior a 500µm.

Cuanto más pequeña sea nuestra partícula, más superficie de contacto, es decir, mayor superficie de contacto por unidad de masa, generando explosiones más violentas.

Además, cuanto más pequeña sea nuestra partícula, la velocidad de deposición será menor y las nubes de polvo persistirán durante más tiempo en el ambiente con lo que el riesgo de explosión será mayor.

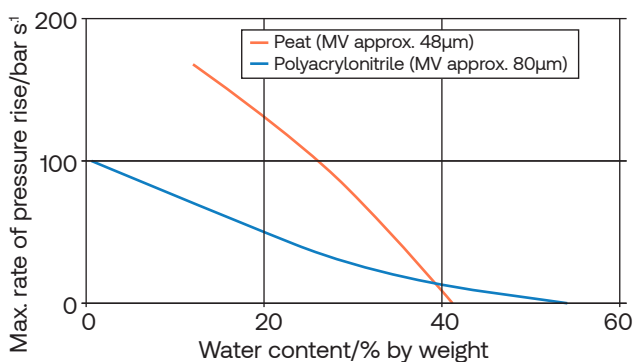
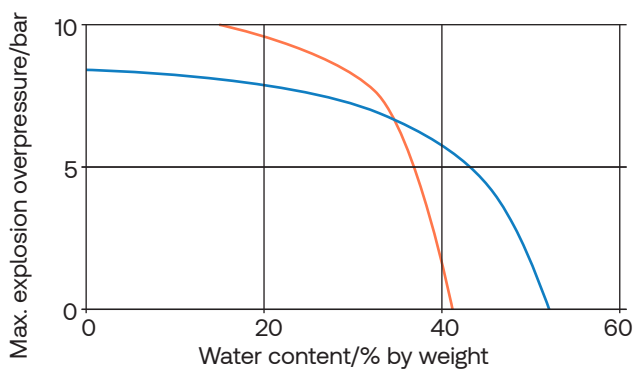
En este gráfico se representa la presión máxima de la explosión en función del tamaño de partícula.

Influencia de la Granulometría



Partículas con tamaño superior a 500μm no participan de la explosión, mientras que partículas con tamaño inferior a 100μm, en especial, por debajo de 63μm como marca la NORMA participan completamente de la explosión. Por este motivo debemos de conocer el tamaño de partícula.

La humedad, es otro factor que afecta a la posibilidad que el polvo sea o no combustible. Cuanto más seco sea el polvo, mayor será el riesgo de explosión. Por tanto, el tamaño de partícula y la humedad son dos parámetros para los cuales se establecen límites en la NORMA que seguimos en los ensayos que se realizan siguiendo el árbol de decisiones.



Por este motivo, lo primero que se hace en el laboratorio cuando llega una muestra, es determinar la humedad relativa de la muestra y el tamaño de partícula promedio. Los requisitos para realizar los ensayos son que la muestra debe tener una humedad inferior al 5% y el tamaño de partícula inferior de 63μm.

En caso de que la muestra no presente estos valores, preparamos la muestra, tamizamos, molemos y secamos. Esto lo hacemos para obtener el "worst case", el supuesto más desfavorable. Buscamos muestras con los polvos más finos que son los que generan más problemas, por eso, la muestra se coge del sitio más desfavorable que suele ser los filtros de mangas.

No obstante, también podemos hacer el ensayo de la muestra "tal cual" si el cliente nos lo pide, por ejemplo en el caso de que quiera saber el comportamiento de su polvo en una etapa determinada del proceso en el que no solo tenga finos. Estos ensayos de la muestra "tal cual" no son bajo NORMA.

Una vez disponemos de las muestras, se realiza el primer ensayo, el ensayo Hartman. Utilizaremos un tubo Hartman modificado en el que se aplica una fuente de ignición de 1J. Para realizar este ensayo, se añade el polvo en el interior del tubo, se genera la nube de polvo y se aplica un arco eléctrico de 1J. El ensayo es positivo si explota, por lo que siguiendo el árbol de decisión, podemos concluir que la muestra corresponde a un material combustible.

Si el resultado del ensayo es negativo, debemos seguir con los ensayos que se proponen en el árbol de decisiones. En este punto, si disponemos de material suficiente para realizar el ensayo en una esfera de 20 litros, introduciremos el polvo en la esfera y se aplicará una fuente de ignición de 2kJ. En el caso que se observe explosión, se confirma que la muestra es polvo combustible. Por el contrario, si no ocurre la explosión, confirmará que el polvo que estamos manejando no es combustible.

Con ensayos llevados a cabo en esta esfera de 20l se puede conocer si nuestro polvo es st1, st2 o st3, la presión máxima de la explosión Pmax y el valor de la Kst. Estos parámetros están asociados a la severidad de la explosión y nos sirven para dimensionar posibles paneles de venteo o saber la presión que debería soportar el equipo que contiene a la sustancia.

Si no disponemos de suficiente muestra para el ensayo en una esfera de 20 litros, se puede realizar como ensayo alternativo, es el ensayo de Godbert-Greenwald a 1.000°C. Se considera ensayo positivo si se observa explosión, si no se observa explosión se considera el ensayo negativo, estaríamos manejando polvo no combustible.

Caracterización de muestras explosivas

Una vez que hemos determinado que la muestra de polvo es combustible, procedemos a su caracterización de sus propiedades ATEX, para realizar una correcta clasificación de las zonas de la instalación y posterior análisis de riesgo de las diferentes fuentes de ignición.

Los parámetros principales que se van a estudiar para polvos combustibles son:

- La temperatura mínima de ignición, ya sea en nube (TMIn) o en capa (TMIC).
- La energía mínima de ignición (MIE).
- En caso de obtener valores muy bajos de energía mínima de ignición, se estudiará también la resistividad, para abordar el estudio de la electricidad estática.

Otros parámetros que podemos abordar en los estudios de laboratorio son:

- Concentración mínima explosiva o lower explosion limit (LEL).
- P_{max}/K_{max}
- Concentración mínima de oxígeno o lower oxygen concentration.
- Valores de sensibilidad a la fricción y al impacto.

Antes de pasar a detallar estos ensayos, queremos introducir una serie de conceptos a tener en cuenta en cuanto a los equipos. Se trata del grupo y subgrupo al que pertenece la sustancia que estamos manipulando.

Marcado tradicional		Grupos Nuevo marcado (REF UNE-EN 60079-0)		Utilización
I		I	I	Minas con riesgo de grisú
IIG	IIA	II	IIA	Lugares con atmósfera de gas explosiva (no minas)
	IIB		IIB	
	IIC		IIC	
IID		III	IIIA	Lugares con atmósfera de polvo explosiva (no minas)
			IIIB	
			IIIC	

Primeramente, vamos a centrarnos en los del grupo III que son los referentes a polvo.

Grupos	Subdivisión	Naturaleza de la atmósfera explosiva
III	IIIA	Partículas combustibles en suspensión
	IIIB	Polvo no conductor (Resistividad eléctrica mayor a 1000Ωm)
	IIIC	Polvo conductor (Resistividad eléctrica menor o igual a 1000Ωm)

Una vez conocidos los parámetros principales de la muestra, se procede su análisis siguiendo el tercer árbol de decisión de la NORMA.

Temperatura mínima de ignición (TMI) es la temperatura más baja de la pared interna del horno a la que tiene lugar la inflamación de una nube de polvo en aire contenida en el interior. Este valor es el mínimo obtenido de realizar $\frac{2}{3}$ de la temperatura mínima de ignición en nube ($TMI = TMI_n \times \frac{2}{3}$), o bien la temperatura mínima de ignición en capa menos 75°C ($TMI = TMI_c - 75$). Por eso, es necesario conocer tanto la temperatura mínima de ignición en nube (TMI_n) como en capa (TMI_c).

El ensayo para conocer la temperatura mínima de ignición en capa, consiste en la medición de la temperatura mínima en la que una capa de 5 mm. de grosor quema.

Estos parámetros son importantes porque nos permiten seleccionar los equipos que vamos instalar en zona clasificada. La temperatura máxima superficial de nuestro equipo se obtiene del valor mínimo obtenido al realizar $\frac{2}{3}$ de la temperatura mínima de ignición en nube ($TMI = TMI_n \times \frac{2}{3}$), o bien la temperatura mínima de ignición en capa menos 75°C ($TMI = TMI_c - 75$).

El siguiente parámetro a calcular es la energía mínima de ignición (MIE). Es la energía por debajo de la cual no es posible la inflamación de la mezcla explosiva. Cuánto más bajo sea el valor de la MIE más peligrosa será nuestra sustancia.

La MIE depende de varios factores: la temperatura, el tamaño de partícula, la humedad, la concentración de oxígeno y la presión.

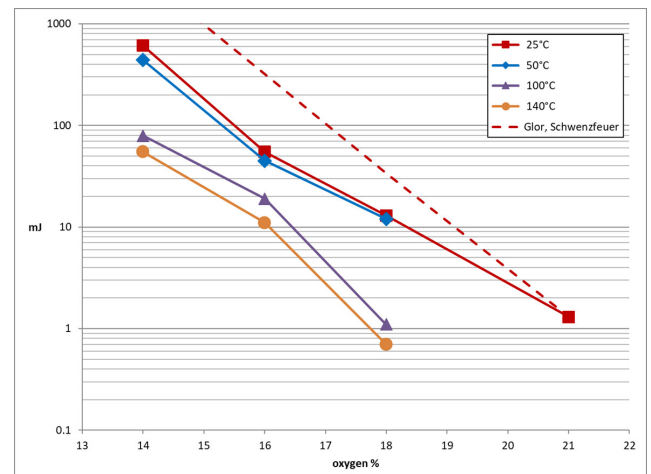
Humedad y tamaño de partícula siguen la misma tendencia: a > tamaño de partícula o mayor % de humedad → > valor de la MIE. Esto lo podemos ver en el gráfico de debajo de humedad vs MIE.

En cambio, con la temperatura la tendencia es: A > temperatura → < valor de la MIE.

Esto también ocurre con la concentración de oxígeno.

En nuestros laboratorios de TS disponemos de un equipo: el MIKE 4 cuya ventaja es que se puede introducir atmósferas diferentes al ambiente, atmósferas enriquecidas en oxígeno o introducir el gas que queramos y monitorizarlo a diferentes temperaturas.

Con este equipo podemos observar cómo a mayor concentración de oxígeno menor es el valor de la MIE. Ese comportamiento se mantiene para las 4 temperaturas estudiadas en el gráfico.



Conclusiones

Es importante saber si el polvo que se manipula en las instalaciones es explosivo.

La ruta de ensayos Go/no-GO ISO/IEC 80079-20-2:2016 permite conocer si la muestra es explosiva con muy pocos ensayos.

En caso de confirmarse la explosividad de la muestra, se debe caracterizar las propiedades explosivas y estudiar cada caso en detalle para valorar si se requieren otros parámetros adicionales a las propiedades principales (TMI_c , TMI_n , EMI) para hacer una análisis de riesgos adecuados.

Conocer las propiedades explosivas del polvo que se manipula es importante para:

- Evaluar los riesgos de explosión dentro de la prevención de los riesgos laborales.
- Definición de zonas ATEX en el documento de protección contra explosiones.
- Evaluar la conformidad de los equipos eléctricos y no eléctricos que se utilicen en los procesos.

Otros servicios que ofrecemos en nuestros laboratorios de TÜV SÜD

Al igual que comentamos con los polvos, es importante también conocer las propiedades ATEX de los líquidos y los gases que se manipulan para poder realizar una correcta clasificación de las áreas y selección adecuada de equipos e instalaciones.

En algunas ocasiones las fichas de seguridad de proveedores, se encuentran mal documentadas de ahí la necesidad de determinar las características explosivas de los líquidos, gases y vapores.

Como ocurre con los sólidos, también existen ensayos para determinar las características explosivas de los líquidos, gases y vapores, están basados en la Norma ISO/IEC 80079-20-1:2016.

Los parámetros más relevantes serían:

- Flash point
- Temperatura de ignición
- Evolución del gas de descomposición (Lütolf)

Nos vamos a centrar en el ensayo para la determinación del Flash Point o Punto de inflamación.

El Punto de Inflamación de un líquido es la temperatura más baja de un líquido a la cual desprende vapores en cantidad suficiente para que se pueda formar una mezcla de vapor/aire inflamable.

Tenemos 3 casos:

- Caso A; nuestro líquido o los vapores de este se encuentran por debajo del valor del punto de inflamación (no se han generado cantidad suficiente de vapores en la concentración perfecta) por lo que no se produce la inflamación.
- Caso B, nuestro líquido ha alcanzado el punto de inflamación (se han generado cantidad suficiente de vapores en la concentración perfecta) por lo que se nos produciría la inflamación.
- Caso C, cuando hablamos de aerosoles, éstos se pueden inflamar incluso a temperaturas por debajo de su punto de inflamación.
En este caso, también se encontrarían las mezclas híbridas (polvos impregnados en líquidos inflamables).

Para mezclas híbridas, la inflamación se puede producir a temperaturas hasta 30°C por debajo del punto de inflamación.

Al igual que explicábamos para polvo, detallaremos el grupo y subgrupo para los líquidos que vendrá incluido en el marcado de los equipos que utilizaremos en nuestro entorno ATEX.

Grupos	Subdivisión	Naturaleza de la atmósfera explosiva
II (*)	IIA	Gas típico: propano
	IIB	Gas típico: etileno
	IIC	Gas típico: hidrógeno

(*) Se basa en el Intersticio Máximo Experimental de Seguridad (IEMS) y en los valores de energía mínima de ignición (EMI).

Se define Intersticio Máximo Experimental de Seguridad (MESG siglas en inglés) como el máximo intersticio de una junta de 25mm de longitud que impide toda la transmisión de una explosión. Este parámetro está directamente relacionado con el modo de protección antideflagrante.

El ensayo del MESG consiste en introducir en el interior del equipo una concentración de la sustancia en el intervalo de explosividad, a su vez el equipo se encuentra dentro de una cámara igualmente inmerso en una concentración de la sustancia en el intervalo de explosividad. La junta se va abriendo poco a poco, hasta el punto en el que se permite el frente de llama no sale al exterior del equipo (al exterior, no se inflama la concentración sustancia que hay en la cámara).

Con la siguiente tabla: conociendo el valor de MESG y de mi EMI puedo determinar a qué subgrupo pertenece mi líquido inflamable.

Subgrupo	MESG	EMI
IIC	≤0,5 mm	96μJ>EMI
IIB	>0,5 mm... ≤0,9 mm	250μJ>EMI>96μJ
IIA	>0,9 mm	EMI> 250μJ

Es decir, si mi sustancia tiene una temperatura de ignición del gas o vapor superior a 135°C, la temperatura máxima superficial para mi equipo será de 135°C y la clase de temperatura que vendrá marcada en el equipo será un T3.

En el caso de los sólidos (grupo III) ocurre lo mismo, pero el marcado de la clase de temperatura en lugar de ser de T1 a T6, viene indicado directamente con la temperatura, es decir, T450, T300, T200 y así sucesivamente.

Al igual que explicábamos cómo determinábamos la temperatura máxima superficial del equipo que vamos a instalar en zona clasificada (con la TMI que es la obtenida de la mínima resultante de hacer 2/3 de la TMI_n o TMI_c-75°C), para el grupo II, la temperatura máxima del equipo viene reflejado en la siguiente tabla:

Clase de temperatura del material eléctrico	Temperatura superficial máxima del equipo eléctrico (°C)	Temperatura de ignición del gas o vapor (°C)
T1	450	>450
T2	300	>300
T3	200	>200
T4	135	>135
T5	100	>100
T6	85	>85

T1 a T6 = Temperatura superficial máxima

AVISO DE DERECHOS DE AUTOR

La información contenida en este documento representa la opinión actual de TÜV SÜD sobre los temas tratados a la fecha de su publicación. Dado que TÜV SÜD debe responder a las cambiantes condiciones del mercado, no debe interpretarse como un compromiso por parte de TÜV SÜD, y TÜV SÜD no puede garantizar la exactitud de ninguna información presentada después de la fecha de publicación. Este Libro blanco es meramente informativo. TÜV SÜD no ofrece ninguna garantía, expresa, implícita ni estatutaria, en cuanto a la información contenida en este documento. El cumplimiento de todas las leyes de los derechos de autor aplicables es responsabilidad del usuario. Sin limitación de los derechos protegidos por los derechos de autor, ninguna parte de este documento puede ser reproducida, almacenada o incorporada a un sistema de recuperación, ni transmitida en cualquier forma, por cualquier medio (electrónico, mecánico, de fotocopia, de grabación o de otro tipo) o para cualquier propósito, sin el permiso expreso por escrito de TÜV SÜD. TÜV SÜD puede tener patentes, solicitudes de patentes, marcas registradas, derechos de autor u otros derechos de propiedad intelectual que cubran el tema de este documento. Salvo que se estipule expresamente en cualquier acuerdo de licencia por escrito de TÜV SÜD, proporcionarle este documento no le otorga a usted ninguna licencia sobre estas patentes, marcas comerciales, derechos de autor u otra propiedad intelectual. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN, ADAPTACIÓN O TRADUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN PREVIA POR ESCRITO, SALVO LO PERMITIDO POR LAS LEYES DE DERECHOS DE AUTOR. © TÜV SÜD Group - 2023- Todos los derechos reservados - TÜV SÜD es una marca registrada de TÜV SÜD Group.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Se han tomado todas las medidas oportunas para garantizar la calidad, fiabilidad y exactitud de la información de los contenidos. Sin embargo, TÜV SÜD no es responsable del contenido de terceros incluido en este boletín. TÜV SÜD no ofrece ninguna garantía ni representación, expresa o implícita, en cuanto a la exactitud o integridad de la información contenida aquí. Este boletín pretende ofrecer información general sobre un tema o temas concretos y no constituye un tratamiento exhaustivo de los mismos. En consecuencia, la información contenida no pretende constituir un asesoramiento o servicio profesional. Si busca asesoramiento sobre cualquier asunto relacionado con la información contenida en este documento deberá, en su caso, ponerse en contacto directamente con nosotros para exponer su consulta específica o solicitar el asesoramiento de profesionales cualificados. TÜV SÜD garantiza que la prestación de sus servicios cumple con los requisitos de independencia, imparcialidad y objetividad. La información contenida en este boletín no puede ser copiada, citada o referida en ninguna otra publicación o material sin el previo consentimiento por escrito de TÜV SÜD. Todos los derechos reservados © 2023 TÜV SÜD.

Analiza la explosividad de tus líquidos, gases y polvos con TÜV SÜD

www.tuvsud.com/es-es/atex
process-safety.es@tuvsud.com

Más valor. Más confianza.

TÜV SÜD es un socio de confianza para soluciones de seguridad y sostenibilidad. Está especializada en servicios de pruebas, certificación, auditoría y asesoramiento. Desde 1866, la empresa sigue comprometida con su propósito de hacer posible el progreso a través de la protección de las personas, el medio ambiente y los activos frente a los riesgos relacionados con la tecnología. A través de sus más de 25.000 empleados en más de 1.000 ubicaciones, añade valor a los clientes y socios facilitando el acceso al mercado y gestionando los riesgos. Al anticiparse a los avances tecnológicos y facilitar el cambio, TÜV SÜD inspira confianza en un mundo físico y digital para crear un futuro más seguro y sostenible.

TÜV SÜD IBERIA, S.A.U.

Parc Tecnològic del Vallés.
Ronda de Can Fatjó, 13
08290 Cerdanyola (Barcelona)
España
process-safety.es@tuvsud.com
www.tuvsud.com/es