

ARTÍCULO TÉCNICO

Riesgos electrostáticos asociados al manejo de líquidos y polvos

A menudo, el riesgo de ignición por electrostática surge cuando la carga electrostática generada en un proceso es capaz de acumularse hasta niveles suficientes para provocar descargas electrostáticas. Por lo tanto, el primer paso en la evaluación del riesgo electrostático es identificar en el proceso los puntos donde la carga electrostática se puede generar y acumular. Después, si la generación y la acumulación de la carga no se pueden controlar, es necesario identificar los tipos de descargas electrostáticas que se pueden presentar. Por último, con el fin de identificar la existencia de un riesgo, la energía efectiva de esas descargas deberá ser determinada y comparada con la energía mínima de ignición (EMI) de la atmósfera inflamable predominante o la resistencia dieléctrica de la capa (limitación natural de la acumulación de carga) en recipientes y tuberías.

En la norma UNE-CLC/TR 60079-32-1 “Atmósferas explosivas. Parte 32-1: Peligros electrostáticos. Guía.” se recogen aspectos relevantes para poder llevar a cabo una **identificación de peligros electrostáticos** en una instalación en la que se manejen sustancias inflamables, bien sean gases, vapores o sólidos. Esto implica realizar la evaluación de cada proceso de la instalación para identificar fuentes electrostáticas, incluyendo elementos conductores aislados de tierra, tales como equipos metálicos o personal, así como objetos fabricados con material aislante.

1. Disponer de información de las condiciones de operación de la instalación.
2. Disponer de medidas actuales de la resistencia de conexión a tierra, continuidad eléctrica, fuerza de campo eléctrico, corriente de flujo y carga acumulada.
3. Considerar las condiciones medioambientales predominantes que puedan afectar a la generación y acumulación de carga electrostática.

Este documento examina algunas de las medidas que se podrían considerar para el control de los potenciales peligros electrostáticos durante las operaciones de manipulación de líquidos y polvos.

Manejo de Líquidos

La carga electrostática en líquidos se genera más comúnmente cuando éstos fluyen por las tuberías, mangueras o filtros, así como cuando son agitados. Los líquidos también se pueden cargar si son trasvasados a un recipiente que ya está cargado electrostáticamente previamente (por ejemplo, un contenedor de plástico) o durante el almacenamiento en el propio recipiente (por ejemplo, cuando la parte externa de un contenedor de plástico es frotada). La carga se puede acumular en el líquido si éste tiene poca conductividad (líquido aislante) o si está aislado de tierra. La acumulación de

carga electrostática en la superficie del líquido puede provocar descargas electrostáticas desde la superficie del mismo. Estas descargas pueden ser suficientemente energéticas para prender el vapor inflamable, tal como el que se puede producir en la superficie libre dentro de un recipiente que contiene un **líquido inflamable** y se opera por encima de su punto de inflamación (flash point).

El trasiego y la agitación de los líquidos también puede causar la carga electrostática de los elementos de la instalación, tales como las tuberías, mangueras, depósitos y accesorios, bien sea porque están fabricados de material aislante (plástico o goma) o porque se trata de material conductor (metálicos) y no disponen de conexión a tierra. La carga acumulada en estos puede generar descargas electrostáticas lo suficientemente energéticas para prender atmósferas explosivas. La acumulación de cargas electrostáticas en revestimientos aislantes (vidrio o plástico) de depósitos y tuberías también puede dar lugar a la creación de agujeros en el revestimiento, causando fugas, corrosión en la tubería o el depósito, y la contaminación del líquido. Debe señalarse que los agujeros pueden incluso producirse en atmósferas inertes. Por consiguiente, es esencial identificar y eliminar o controlar la generación, acumulación y descarga de cargas electrostáticas. Técnicas para controlar los riesgos electrostáticos asociados al manejo de líquidos incluyen:

> **Aumentar la conductividad del líquido**

El potencial riesgo electrostático que presenta un líquido se puede reducir aumentando su conductividad eléctrica. Concretamente, es deseable aumentar la conductividad de líquidos monofásicos por encima de los 100 pS/m, y líquidos que contienen sólidos e inmiscibles por encima de 1000 pS/m. Esto se puede lograr a través de la adición de líquidos conductores o aditivos antiestáticos.

> **Toma a tierra del líquido**

Se debe hacer todo lo posible para mantener a los líquidos conectados continuamente a tierra, incluso en depósitos aislados y en tuberías revestidas de plástico, para minimizar la acumulación de carga electrostática sobre el líquido. En depósitos aislados, la conexión a tierra del líquido puede conseguirse a partir de una válvula metálica de desagüe en el fondo del depósito conectada a tierra, un parche de tántalo bajo la superficie del líquido conectado a tierra o una tubería metálica sumergida en el propio líquido y puesta a tierra.

> **Limitar la velocidad del líquido**

Limitar la velocidad del líquido durante operaciones de llenado ayuda a reducir la generación de carga electrostática en el flujo de la tubería, así como minimiza las salpicaduras y la pulverización en el recipiente o contenedor receptor. Si

no es posible limitar la velocidad de flujo o no se puede usar una tubería metálica puesta a tierra y sumergida en el líquido, puede que no sea posible disipar la carga electrostática del líquido a un ritmo suficiente para reducir la probabilidad de ignición de una descarga electrostática desde el líquido a un nivel razonablemente bajo. Por lo tanto, en esos casos, se debe considerar la inertización del recipiente o del contenedor antes y durante el llenado para minimizar el riesgo de incendio y explosión.

> **Gestión de los riesgos electrostáticos durante la filtración**

A menudo, los líquidos pasan a través de filtros antes de ser introducidos en un depósito o contenedor receptor. El flujo de los líquidos a través de los filtros es muchas veces caracterizado por la generación de niveles relativamente altos de carga electrostática debido al área superficial relativamente elevada disponible para el contacto. Es conveniente disipar la carga electrostática de un líquido inflamable antes de que entre en el depósito receptor para reducir el riesgo potencial de una ignición electrostática. Normalmente esto se consigue colocando los filtros lo más alejados posible de la entrada de los depósitos receptores. De esta forma la carga del líquido se puede disipar aguas abajo del filtro a través del contacto con la tubería metálica conectada a tierra, antes de que el líquido se introduzca en el depósito.

> **Gestión de los riesgos electrostáticos durante la agitación**

Debido a que las descargas electrostáticas desde la superficie líquida son inherentes a la operación, generalmente se recomienda que la agitación de líquidos de baja conductividad (aislantes) se realice en atmósferas inertes.

Manejo de Polvos

En esta sección se asume que el polvo NO contiene ningún disolvente inflamable y que es manipulado y procesado en atmósferas libres de gases y vapores inflamables.

> **Generación de carga**

Aunque la magnitud y polaridad de la carga es normalmente difícil de predecir, se ha de considerar altamente probable la generación de carga por la fricción de partículas de polvo con otra superficie o entre sí. Esto ocurre, por ejemplo, durante el mezclado, triturado, tamizado, vertido o transporte neumático. La composición química del sólido y las condiciones de contacto entre ambas superficies pueden influenciar muchas veces las características de la carga.

> **Acumulación de carga**

Generalmente, el polvo se divide en 3 grupos dependiendo de su capacidad para retener carga estática, incluso si el polvo está en contacto con un objeto conductor conectado a tierra.

- > Esta capacidad es conocida como Resistividad Volumétrica:
 - Polvo con una resistividad volumétrica igual o menor que $10^6 \Omega \cdot m$ es considerado conductivo,
 - Polvo con una resistividad volumétrica superior a $10^6 \Omega \cdot m$ y hasta $10^{10} \Omega \cdot m$, es polvo de resistividad media,
 - Polvo con una resistividad volumétrica por encima de $10^{10} \Omega \cdot m$ es polvo de alta resistividad.

La carga se acumulará en el polvo siempre que la tasa de generación de carga electrostática supere la tasa a la cual la carga se disipa a través del recipiente o a la atmósfera.

> Descargas electrostáticas

La acumulación y retención de carga electrostática en el polvo o equipo supone un riesgo de explosión en caso de que la carga sea liberada repentinamente en forma de una descarga electrostática con energía suficiente para prender la nube de polvo. Las descargas derivadas de polvos y equipos cargados electrostáticamente incluyen: descargas en chispa, descargas en brocha propagante y descargas en cono. En función del tipo de descarga, la energía liberada será diferente.

Precauciones generales

> Conexión y puesta a tierra

Las descargas en chispa se pueden evitar conectando a tierra los elementos eléctricamente conductores, tales como los equipos y aparatos metálicos, los polvos de baja resistividad y las personas.

> Uso de materiales aislantes

En aquellos casos en los que puedan existir procesos de alta generación de carga (por ejemplo, transporte neumático), no se deben usar materiales no-conductores, a menos que la tensión de ruptura del material sea inferior a 4 kV. Ejemplo de objetos no-conductores incluye conexiones flexibles, mangueras, tuberías de plástico, contenedores, bolsas, recubrimientos, revestimientos y elementos de filtrado.

> Reducción en la carga por humidificación

Una humedad relativa elevada puede reducir la resistividad de algunos polvos y aumentar la tasa de disipación de carga electrostática si los polvos se encuentran en contenedores metálicos puestos a tierra. Sin embargo, en la mayoría de los casos solo va a ser efectivo si se mantiene una humedad relativa de más de al menos 70%. Muchas veces esta solución es inviable debido a problemas de aglomeración del sólido.

> Reducción en la carga por ionización

La conductividad de la mezcla polvo/aire puede incrementarse por ionización, producida por descargas en corona desde un elemento conductor conectado a tierra. Los dispositivos de ionización electrostática no están, sin embargo, libres de problemas, y sólo deben ser usados previa consulta de asesoramiento experto.

> Protección frente a explosiones

En algunos procesos de manipulación de sólidos no es posible evitar una nube de polvo explosiva ni la generación peligrosa de carga electrostática. En estas situaciones se deben tomar medidas adicionales para limitar y controlar las consecuencias de una explosión de polvo. Éstas incluyen el uso de equipos resistentes a la explosión, la instalación de paneles de venteo o de supresores de la explosión.

Cabe señalar que las precauciones anteriores no pretenden ser exhaustivas. Más bien, son las medidas más comúnmente usadas, y abordan algunas de las operaciones más comunes de manejo de líquidos y sólidos en la industria de procesos. Estas precauciones son necesariamente generales en su naturaleza y, por lo tanto, puede que no sean apropiadas para todas las aplicaciones. En caso de precauciones adicionales o diferentes, aplicaciones específicas o condiciones que no han podido ser razonablemente previstas, se aconseja consultar con un experto según sea necesario.

DEKRA Process Safety

La amplitud y profundidad de nuestra experiencia en seguridad de procesos nos convierte en especialistas reconocidos a nivel mundial y en asesores de confianza en este ámbito. Ayudamos a nuestros clientes a comprender y evaluar sus riesgos, y trabajamos en conjunto para desarrollar soluciones pragmáticas. Nuestro enfoque práctico y de valor añadido integra la gestión de seguridad de procesos, la ingeniería y los ensayos especializados. Nuestro objetivo es formar y desarrollar la competencia de los clientes para proporcionar una mejora sostenible del rendimiento. Al asociarnos con nuestros clientes, combinamos nuestra experiencia técnica con la pasión por proteger a las personas y activos, y reducir los daños. Como parte de DEKRA, organización de expertos líder a nivel mundial, somos el socio global para un mundo más seguro.

Programas de gestión de la seguridad de procesos (PSM, por sus siglas en inglés)

- > Diseño y creación de programas PSM adaptados a las necesidades del cliente
- > Asistencia para la implementación, la monitorización y la sostenibilidad de programas PSM
- > Auditoría de programas PSM existentes, comparándolos con las mejores prácticas globales
- > Corrección y mejora de programas PSM deficientes

Información/datos sobre la seguridad de procesos (ensayos de laboratorio)

- > Propiedades de inflamabilidad/combustibilidad de polvos, gases, vapores, nieblas y mezclas híbridas
- > Peligros de reacción química y optimización de los procesos químicos (reacción y calorimetría adiabática RC1, ARC, VSP, Dewar)
- > Inestabilidad térmica (ensayos específicos de DSC, DTA y polvo)
- > Materiales energéticos, explosivos, propulsores, pirotecnia conforme a los protocolos DOT, ONU, etc.
- > Ensayos reglamentarios: REACH, ONU, CLP, ADR, OSHA, DOT
- > Ensayos electrostáticos para polvos, líquidos, equipos de proceso, revestimientos, calzado, FIBCs

Consultoría especializada (técnica/ingeniería)

- > Riesgos de incendio y explosión por proyección de polvo, gases y vapores
- > Riesgos, problemas y aplicaciones electrostáticas
- > Peligros químicos reactivos, de autocalentamiento e inestabilidad térmica
- > Clasificación de áreas peligrosas
- > Evaluación del riesgo de ignición de equipos mecánicos
- > Transporte y clasificación de mercancías peligrosas

Contamos con oficinas en Norteamérica, Europa (incluida España) y Asia.

Para obtener más información, visite www.dekra.es

Contacto: process-safety-es@dekra.com