



## Lecciones claves sobre incidentes relacionados con explosiones de polvo

### Introducción

Las explosiones de polvo pueden ocurrir en cualquier sitio industrial que maneje polvo a granel. El polvo involucrado incluye productos comunes como azúcar, harina, cocoa; químicos, tintes y farmacéuticos, plásticos, metales como aluminio y magnesio y combustibles tradicionales como carbón y madera. Existen cinco condiciones necesarias para que ocurra una explosión de polvo, que se conocen como el “pentágono de explosión” y se refieren a la presencia de polvo combustible, oxidantes, fuentes de ignición, concentración de polvo mezclada con aire dentro del rango de la explosión y confinamiento. Las dos categorías principales de las explosiones de polvo son primarias y secundarias. Una explosión de polvo iniciada bajo condiciones de confinamiento es conocida como una explosión de polvo primaria. La fuerza de la explosión primaria puede alterar el polvo alrededor, formando otra nube de polvo que puede ser encendida por las llamas de la primera explosión. Las explosiones secundarias también inician bajo condiciones de confinamiento y generalmente son más destructivas que la explosión primaria.

### Caso 1 – Compañía Farmacéutica

En enero 29 de 2003, una explosión de polvo en una compañía farmacéutica que fabricaba pequeñas partes de caucho para entregas de equipos farmacéuticos causó la muerte de seis trabajadores y lesiones a otros 38, incluyendo a dos bomberos que hacían parte del equipo de respuesta a la emergencia. El daño causado por la explosión fue de tal magnitud que la instalación de la fábrica sufrió daños severos. Un estudiante de un colegio ubicado a un kilómetro fue herido por fragmentos de vidrio. Los locales ubicados en el mismo parque industrial sufrieron daños, el viento arrastró los restos en llamas hasta áreas boscosas a 3 kilómetros de distancia, donde estos iniciaron nuevos incendios.

#### Aprendizajes Claves

Los miembros de la compañía sabían que el proceso de componer caucho podía causar condiciones de acumulación de polvo en las instalaciones y tomaron medidas extensivas para prevenirlo. Adicionalmente, como en el sitio se producían suplementos para uso médico, la buena limpieza era una alta prioridad. Los empleados de servicio limpiaban constantemente el polvo de las áreas visibles, vaciando y removiendo el polvo de las superficies expuestas y la compañía había instalado sistemas de ventilación y de recolección de polvo en las mezcladoras. Sin embargo, el polvo de polietileno (usado en el proceso en forma de lechada como agente) también era succionado por varias entradas de ventilación ubicadas sobre un techo de baldosa acústica instalado sobre el área de protección de caucho. Sobre ese techo - únicamente visible para los trabajadores de mantenimiento – aproximadamente una tonelada de polvo combustible se acumuló gradualmente. La primera explosión dispersó las otras acumulaciones de polvo en el aire a alrededor del área de producción y las encendió, causando explosiones secundarias e incendios más devastadores.

### Caso 2 – Planta Química

El 2 de agosto de 2014, ocurrió una explosión catastrófica de polvo en una gran planta industrial de lustre de partes de aleación de aluminio. La explosión ocurrió durante el lustre manual de las superficies de los bujes de las llantas en aleación de aluminio utilizados en la industria automotriz. 75 personas perdieron sus vidas instantáneamente y otras 185 resultaron heridas. Seguidamente, 71 personas de las que habían quedado gravemente heridas también perdieron la vida, el número total de fallecidos fue de 146. Una serie de explosiones comenzó en uno de los filtros externos de polvo y luego se propagó hacía el edificio principal a través del ducto de extracción de polvo alcanzando el segundo piso. Al mismo tiempo, las llamas que se estaban esparciendo fueron succionadas dentro de los ductos hacía otros siete filtros externos de polvo que también explotaron.

#### Aprendizajes Claves

La investigación concluyó que lo más probable es que la explosión haya iniciado por la autoignición de polvo de aleación de aluminio contaminado en el barril de recolección de polvo debajo del filtro externo de la unidad de bag, donde ocurrió la primera explosión. En ese momento, los recolectores de polvo, el ducto de extracción de polvo y los enchufes eléctricos no se encontraban conectados a tierra. Había una falta de entendimiento sobre explosiones de polvo, ya que pensaban que estas solo ocurrían con grandes cantidades de polvo acumuladas. Sin embargo, incluso capas de polvo muy delgadas pueden producir nubes de polvo dentro del rango explosivo. Otra falta de entendimiento que había era que pensaban que el polvo no visible en el aire no podía explotar. Una buena limpieza del sitio y remover el polvo regularmente pudo prevenir la acumulación de polvo combustible, lo que habría reducido el riesgo de que ocurriera esta explosión.



El ISC considera que el liderazgo a través de seis elementos clave es vital para lograr buenos resultados en seguridad de procesos. Estos elementos clave son:

- Sistemas & Procedimientos
- Ingeniería & diseño
- Aseguramiento
- Conocimiento & Competencias
- Factores Humanos
- Cultura

A continuación, en la sección *Que puedo hacer?* puede ver como cada uno de estos elementos tiene un rol importante.

**Figura 1:** El marco de ISC

<b>Que puedo hacer?</b>	
<b>Gerencia</b>	
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: red;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las explosiones de polvo son incidentes de proceso y se requiere aplicación efectiva de los principios de seguridad de procesos para prevenir o mitigar estos eventos.</li> </ul>
<span style="color: green;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El conocimiento sobre cómo pueden ocurrir las explosiones de polvo es clave en la operación, se debe garantizar que los empleados sean entrenados regularmente en peligros relacionados con polvo combustible para mantener su conocimiento actualizado. El pentágono de explosiones de polvo es información crucial relacionada con este tema.</li> </ul>
<span style="color: yellow;">●</span> <span style="color: blue;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar e implementar procedimientos de operación escritos para mantenimiento de polvo y buena limpieza del sitio durante las operaciones.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: yellow;">●</span> <span style="color: red;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El polvo metálico combustible puede reaccionar exotérmicamente con el agua, evite instalar sistemas de rociado en instalaciones en las que se procesen metales combustibles.</li> </ul>
<span style="color: yellow;">●</span> <span style="color: blue;">●</span> <span style="color: red;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar que las instalaciones se encuentren diseñadas de tal manera que se minimice la acumulación de polvo y que las zonas a la que no se pueda acceder para limpieza se encuentren selladas. Por ejemplo, aislar las operaciones que produzcan polvo; sellar muros y techos y utilizar equipos eléctricos adecuados para atmósferas explosivas.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: yellow;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar un programa para control de peligros de polvo que incluya inspección, testeo y limpieza de polvo.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: yellow;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurarse de desarrollar un sistema efectivo de permisos de trabajo para controlar el trabajo en caliente, soldaduras etc. en las instalaciones</li> </ul>
<span style="color: red;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para reducir la acumulación y esparcimiento de polvo combustible se debe considerar instalar un recolector seguro de polvo, conectado a un sistema eficiente de captura y extracción de fuente. Extraer el polvo en la proximidad inmediata de donde es producido, la captura de fuente es un método efectivo para prevenir el esparcimiento de polvo.</li> </ul>
<b>Ingeniero de Proceso / Supervisor</b>	
<span style="color: green;">●</span> <span style="color: purple;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de estar entrenado respecto a las características de los polvos combustibles y de transmitir el conocimiento a los operadores que trabajen en la planta.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: green;">●</span> <span style="color: grey;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de que los procedimientos de emergencia sean conocidos por los operadores y que estos sigan procedimientos seguros de operación. Si los operadores reportan peligro de explosión de polvo, invéstiguelo inmediatamente y asegúrese de remover o controlar el peligro.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: purple;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de controlar las llamas abiertas y la electricidad estática. No permita fumar en las instalaciones.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: yellow;">●</span> <span style="color: red;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El polvo es considerado un gran peligro si crea el potencial para una explosión. Algunas de las condiciones que podrían indicar el potencial para una explosión incluyen una nube de polvo en el aire, acumulaciones de polvo en suelos y otras superficies y recolectores de polvo ubicados en entornos cerrados. Asegúrese de revisar estos sitios regularmente, incluya esto en el programa de control de polvo.</li> </ul>
<span style="color: purple;">●</span> <span style="color: yellow;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantice que el monitoreo y la extracción regular de polvo sean realizados no solo en las áreas principales donde este se acumula, como en pisos de producción, sino que también se realicen en otras áreas como soportes de cables, ductos y techos falsos, así como detrás de los equipos y en otras áreas escondidas.</li> </ul>
<b>Operador</b>	
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: purple;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de estar consciente y de conocer los peligros asociados a polvo combustible y las explosiones de polvo.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: green;">●</span> <span style="color: purple;">●</span> <span style="color: grey;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si llega a notar una acumulación de polvo que usted crea puede desencadenar un incendio o una explosión, reporte el peligro a su supervisor o empleador, usted puede rehusarse a seguir trabajando hasta que la situación haya sido resuelta.</li> </ul>
<span style="color: yellow;">●</span> <span style="color: purple;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantice que las áreas de trabajo se mantengan limpias de acumulaciones de polvo. Utilice aspiradoras aprobadas específicamente para recolección de polvo. Evite el uso de escobas y de aire comprimido excepto para actividades no relacionadas con limpieza de polvo.</li> </ul>
<span style="color: blue;">●</span> <span style="color: purple;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenga las superficies y los sistemas calientes alejados del polvo combustible.</li> </ul>