

# **Riesgos Asociados al Manejo de Polvo Combustible**

# Propósito

El propósito de esta presentación es agrupar en un documento el peligro que representa el manejo de polvo combustible en los procesos industriales. Se discutirá:

- Las características peligrosas del polvo combustible y su comportamiento.
- Como realizar análisis de riesgo para reconocer los peligros asociados al polvo combustible y
- Métodos de control sugeridos.

# Objetivos

- Definir polvo combustible y su impacto en la industria
- Mencionar las estadísticas de perdidas por explosiones de polvo combustible
- Identificar las áreas de riesgo
- Discutir los controles
- Identificar los estándares asociados aplicables
- Presentar brevemente la reglamentación propuesta

# Tópicos a Cubrir

1. Trasfondo Histórico
2. Definiciones
3. Riesgos Asociados
4. Evaluación de la facilidad
5. Controles
  - Prevención
  - Mitigación
6. Adiestramiento
7. Regla Propuesta
8. Referencias



# ¿Son explosivos estos materiales?



# Imperial Sugar Company

7 de febrero de 2008

- Port Wentworth, Georgia
- 14 muertes y numerosos heridos
- Una chispa comenzó el incendio y explosión de la nube de azúcar





# Fuego y Explosión por Polvo de Metal: Indiana

**29 octubre de 2003**

- **Huntington Indiana**
- **1 muerto, 6 heridos**
- **Polvo de aluminio se incendia en un colector de polvo, desde ahí la flama se propago generando la explosión**



# Explosión e Incendio en “CTA Acoustics”

20 de febrero de 2003

- Corbin, Kentucky,
- 7 muertos, varios lesionados
- Un horno que funcionaba de manera deficiente encendió una nube de resina fenólica en polvo, causando la explosión.





# West Pharmaceutical

**29 enero de 2003**

- **Kingston, Carolina del Norte**
- **6 muertos, 38 heridos**
- **Acumulación de polvo de resina fenólica en techos falsos propicio fuego y explosión de polvo**



# Incendio y explosión en Malden Mills

**11 de diciembre de 1995**

- **Methuen, Massachusetts**
- **Lesiones en 37 trabajadores**
- **Destrucción de la compañía fabricante de telas polar (fibras nylon)**



# Manejo de Granos

Durante la década de los 70 hubo varias explosiones en silos de granos. Esto llevo a implantar un estándar específico para esa industria 1910.172, el cual ha reducido de manera significativa las explosiones en esta industria.



# Definiciones

- **Polvo Combustible:** Particulado muy pequeño (<420 micrones) que cuando esta disperso en el aire tiene la capacidad de incendiarse bajo ciertas condiciones.
- El NFPA 654 (2006) define el polvo combustible como un particulado sólido que presenta un riesgo de fuego o deflagración cuando está suspendido en el aire (u otro medio oxidante) a varias concentraciones independiente de tamaño o forma.

# Partícula Sólida Combustible

Cualquier material combustible sólido compuesto de partículas o pedazos diferentes independientemente de su tamaño, forma o composición química

## Incluye:



- Polvos
- Finos (polvillo de carbón)
- Fibras
- Hojuelas
- Fragmentos
- Trozos
- Mezcla de cualquiera de los anteriores



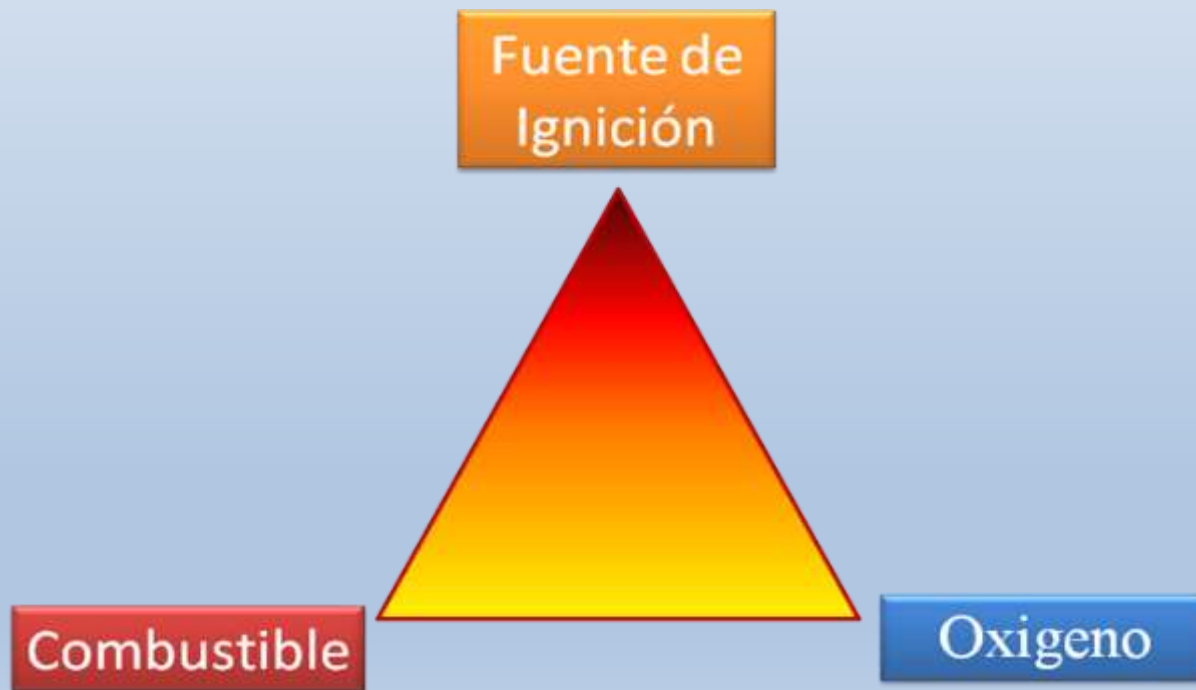


## Tamaño de Partículas de Materiales Comunes

Material Común	Tamaño (micrones)
Sal	100
Azúcar blanca granulada	450 - 600
Arena	50+
Talco, Polvo (bebe)	10
Esporas del moho	10 – 30
Cabello Humano	40 - 300
Harina	1 - 100

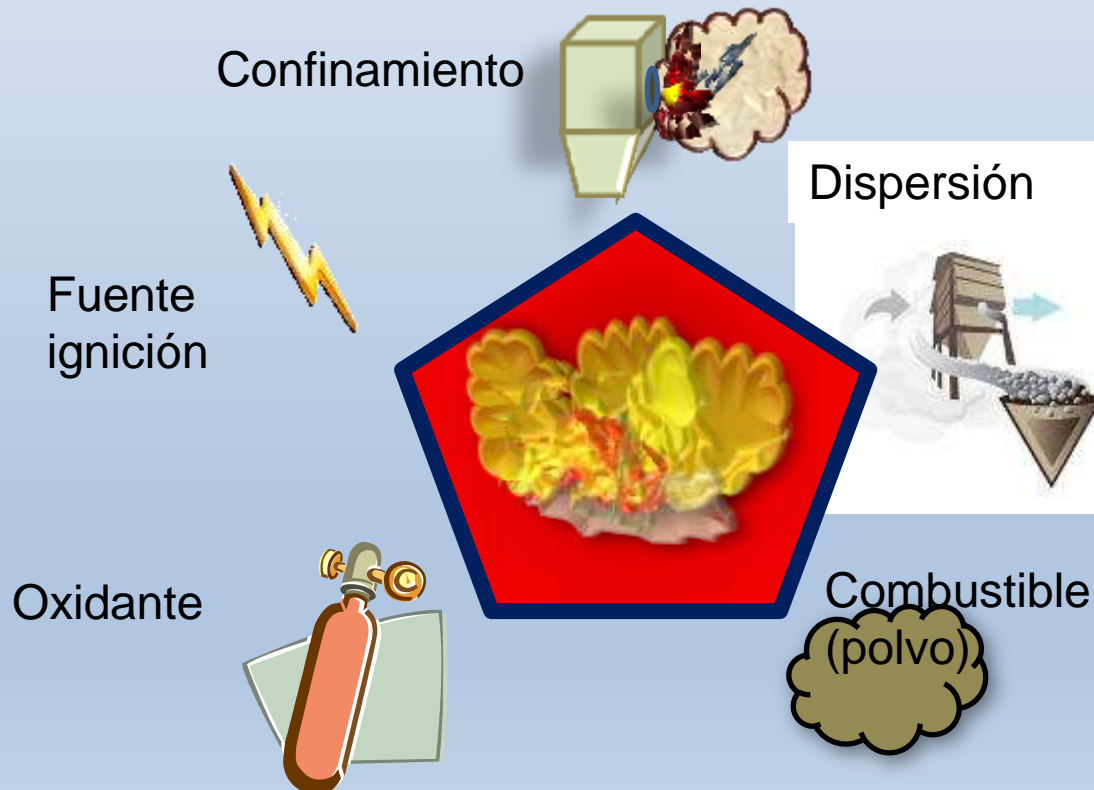
# Fuegos y Explosiones de Polvos Combustibles

Triangulo del fuego



# Fuegos y Explosiones de Polvos Combustibles

Para que ocurra explosión de polvos combustibles es necesaria la presencia de todos estos factores



# Dispersión

- Es el efecto de mover la nube de polvo de un lugar a otro, puede ocurrir por procesos mecánicos (transporte, ventilación, vibración, limpieza inadecuada) o por causa de una explosión primaria.



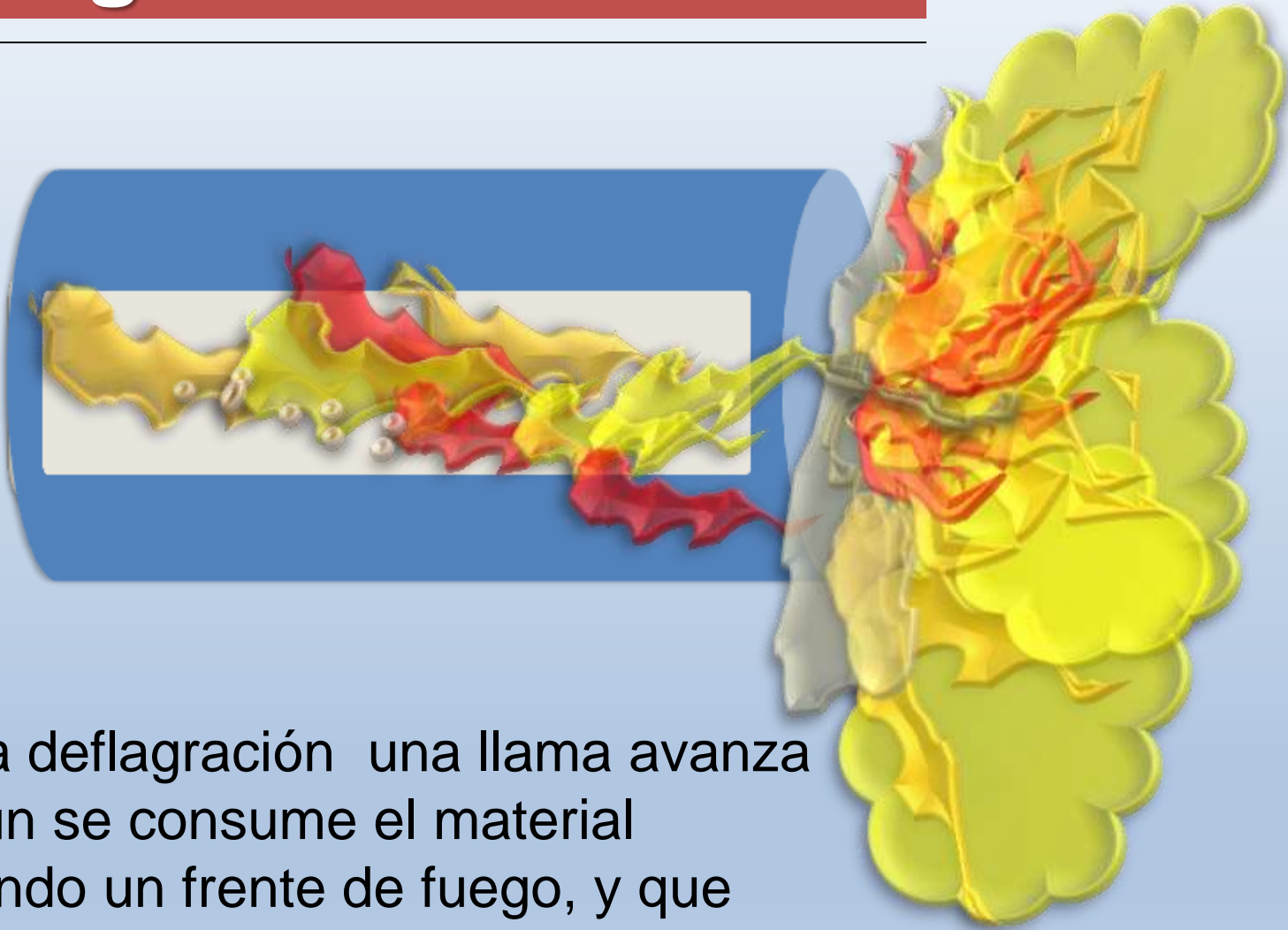
# Confinamiento

- Ocurre cuando el fuego se da en un espacio cerrado, donde el cambio rápido en temperatura produce un cambio acelerado en presión.
- Este cambio en presión u onda expansiva puede ser mas o menos destructiva dependiendo de la magnitud de la explosión y cuan cerrada es la estructura





# Deflagración



En la deflagración una llama avanza según se consume el material creando un frente de fuego, y que puede estar acompañado de cambios en presión

# Detonación

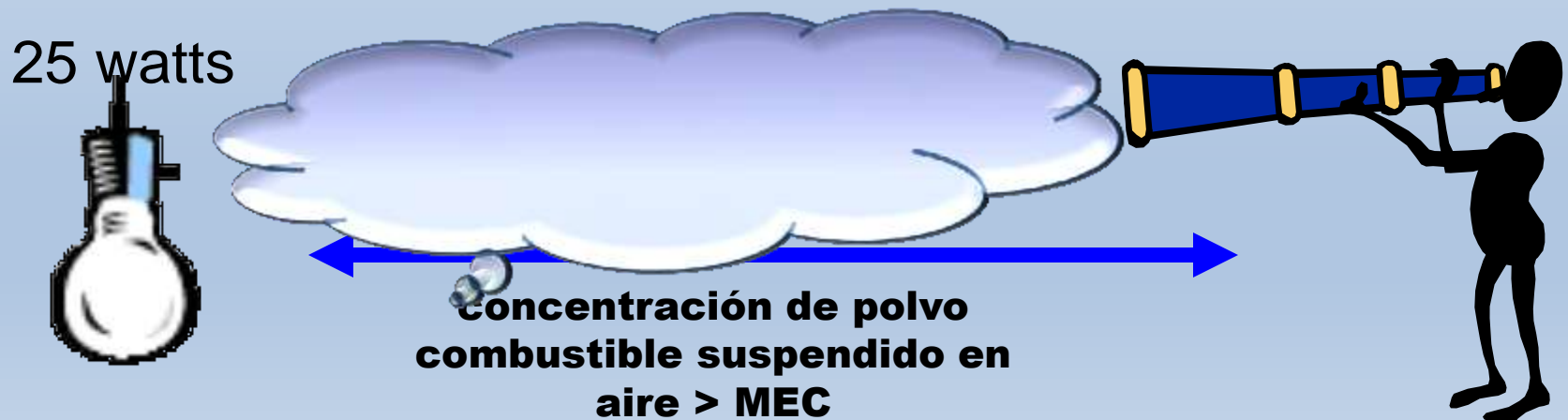
- La propagación de la combustión avanza mas rápido que la velocidad del sonido, generando un evento audible.
- Difícil de controlar una vez comienza



# Concentración Mínima de Explosividad (MEC)

La cantidad mínima de polvo suspendido en aire que es capaz de mantener la deflagración.

Se estima que **esta concentración (MEC) puede reducir la visibilidad** de una bombilla de 25 vatios en un cuarto **a solo 6 pies de distancia**



# Explosión

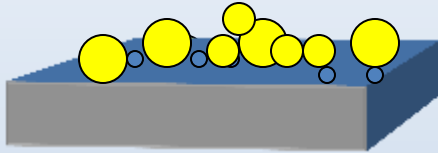
Resultado de combinar los factores de:

- fuego
- dispersión del material particulado
- en una estructura mas o menos cerrada.

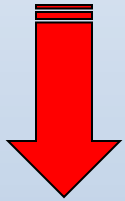


# Mecanismo Explosión Secundaria

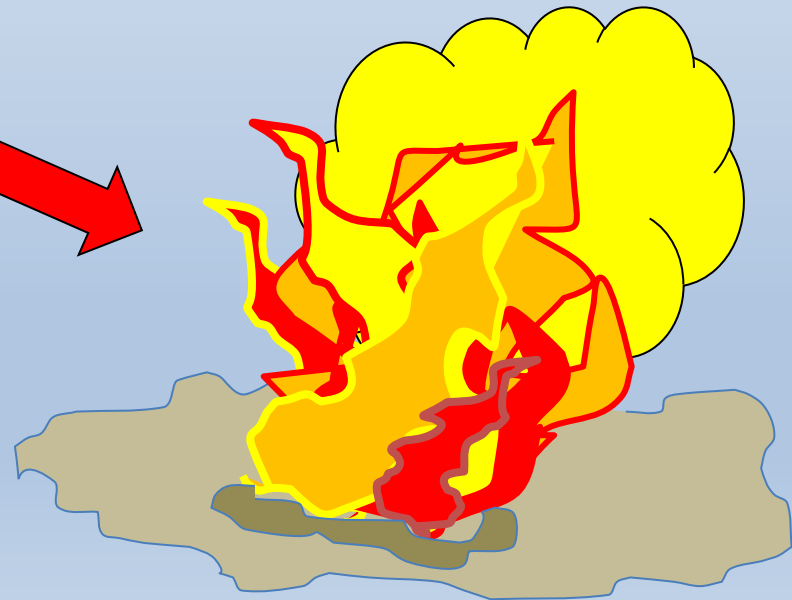
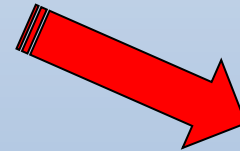
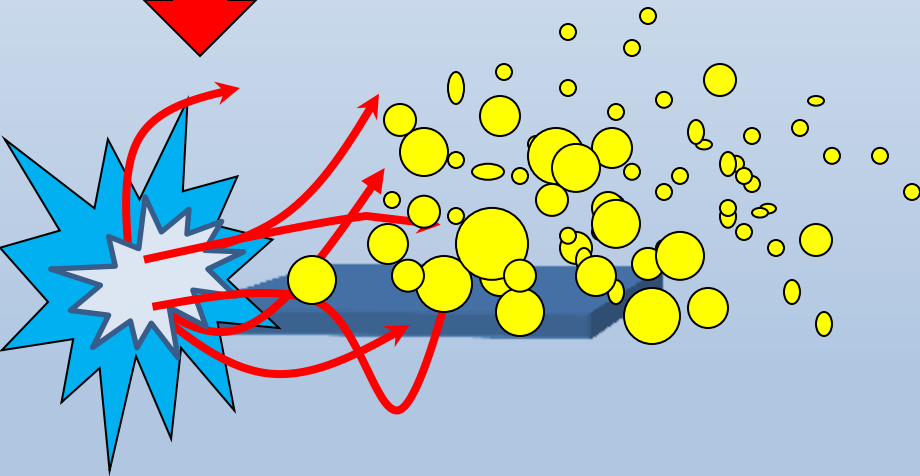
---



1. Polvo se acumula en las superficies



2. Un evento dispersa el polvo creando una nube



3. La nube se enciende y explota



# Industrias que Generan o Manejan Polvo Combustible

- Procesamiento de metales
- Productos Farmacéuticos
- Alimentos
- Productos de papel
- Productos de Madera
- Agricultura
- Manufactura Química
- Textiles
- Productos Forestales
- Tratamiento de Aguas Residuales (usadas)
- Reciclaje de metal, papel, plástico
- Carbón

# Polvos de metales

- Aluminio
- Carbonilo de Hierro
- Zinc
- Bronce
- Magnesio



# Polvos de plástico/ goma

- Celulosa moldeada
- Polietileno
- Melamina y su resina
- Polipropileno
- Poliacrilamida
- Resina epoxi o fenolica





# Alimentos

- Algodón
- Almidón de arroz, de maíz , de trigo
- Azúcar
- Café
- Cacao en polvo
- Cáscara de coco
- Especias en polvo
- Fécula de patata



# Alimentos

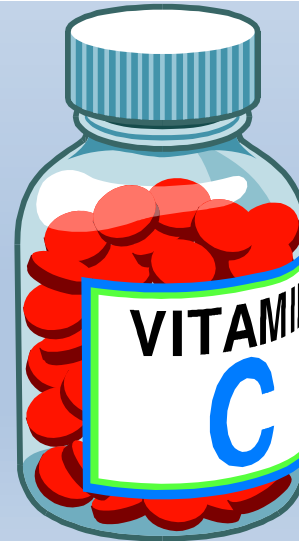


- Harina de arroz, de avena, maíz, papa, trigo
- Limón
- Polvo de nuez
- Polvo de soja
- Semillas de yuca cruda
- Semillas de girasol
- Tomate
- Zanahoria



# Productos químicos

- Estearato sódico
- Ácido ascórbico
- Carboximetilcelulosa
- Lactosa
- Acetato de calcio
- Metilcelulosa
- Dextrina



# Polvos Que Contienen Carbono (Polvos Carbonosos)

- Pasta de celulosa
- Carbón activado
- Negro de carbón
- Carbón bituminoso
- Coque de petróleo
- Carbón de madera



- Hollín de pino
- Petróleo
- Celulosa
- Lignina
- Polvo Químico



# Productos Agrícolas

- Almidón de arroz
- Celulosa
- Leche en polvo seca
- Almidón de trigo
- Clara de huevo
- Cebada
- Lactosa



# Factores de Riesgo

**¿Qué factores debo considerar para prevenir una explosión?**



Factores principales:

- Combustibilidad del polvo
- La acumulación de polvo en las áreas y superficies de trabajo
- La presencia de fuentes de ignición.

# Determinación de Combustibilidad

El **primer paso** en el análisis de riesgo deber ser la **determinación si el polvo presente es combustible**



# Combustibilidad del Polvo

- Verifique si la presencia de polvo aumenta el riesgo de un incendio, una deflagración y /o una detonación dentro del área de trabajo. En algunos casos será necesario determinar mediante pruebas específicas su inflamabilidad.
- Considere:
  - el tamaño y forma de la partícula
  - la humedad y oxígeno presentes en el ambiente
  - la concentración mínima explosiva del polvo (“MEC”).

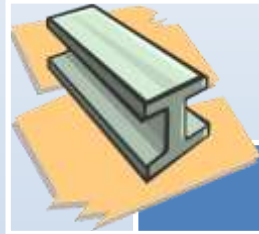


# Acumulación



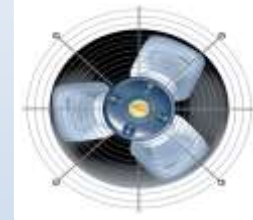
## Áreas abiertas

- Producción
- Empaque
- Proceso
- Superficies horizontales
- Pisos



## Áreas ocultas

- Vigas
- Techos falsos
- Ductos
- Tuberías



## Dispersión de polvo

- Mecánico
- Vibración
- Ventilación
- Barrer
- Limpiar

# Fuentes de Ignición



Vehículos



Equipo de Proceso



Luminaria



Superficies calientes



Limpieza

# Factores contribuyentes



Materiales  
(tipo polvo)



Equipos  
(clase  
eléctrica)



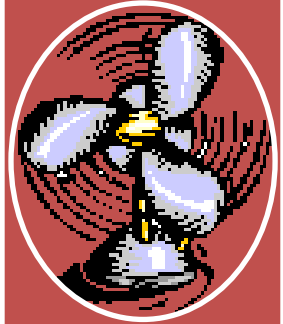
Procesos  
(usa,  
produce,  
consume)



Áreas  
(abiertas,  
ocultas)



Fuentes de  
ignición  
(presencia)



Dispersión  
(mover  
polvo)

**EXPLOSION**



# Otras Consideraciones en el Análisis de Riesgo



- Hay que evaluar las **clasificaciones eléctricas de las áreas**
- Considere los escenarios en los cuales se puede generar polvo como resultado de fallo en los equipos o en los procedimientos de operación

# Anal  sis de Riesgo

- Determinar si un polvo combustible es potencialmente peligroso en un área de trabajo
- Buscar las acumulaciones de polvo fino
- Buscar en que manera los polvos se dispersan en el aire
- Buscar posibles fuentes de ignición
- Considere la posibilidad de colectores de polvo, tolvas y otros equipos que pueden encerrar a una nube de polvo.
- Investigar la estabilidad térmica de los productos almacenados

# Métodos Principales de Control

Tanto OSHA como NFPA establecen que la mejor manera de prevenir el peligro de polvos combustibles esta en controles de ingeniería tales como;

- Diseño de conductos y equipos capaces de contener el polvo o una explosión de polvo de manera segura
- Reducción de las superficies de trabajo donde se pueda acumular el polvo
- Control de fuentes de ignición



# Métodos Principales de Control

Los métodos de control se dividen en:

Prevención de fuego y/o explosión, o sea, evitar que ocurra cualquiera de estas dos situaciones mediante;

- Control de acumulación de polvo
- Control de fuentes de ignición
- Reducción en la concentración de oxidante (NFPA 69 cap.7)

# Métodos Principales de Control

Mitigación de daños, una vez ocurre el proceso de fuego o explosión mantener los posibles daños al mínimo mediante:

- Sistemas de detección y control de ignición
- Contención de la presión de deflagración
- Supresión de deflagración
- Aislamiento

# Métodos Principales de Control

## Administrativos

- Establecer un programa de limpieza con frecuencias regulares
- Buenas practicas de trabajo

## Equipo de Protección Personal

- Equipo clasificado como resistente a fuego (FR)

# Prevención – Control de Polvo

El **Código NFPA 654** recomienda lo siguiente:

- **Minimizar el escape de polvo** fugitivo que proviene de equipos de proceso o sistemas de ventilación
- Utilizar **sistemas de colección** de polvo
- Utilizar superficies de trabajo que reduzcan la acumulación de polvo y faciliten la limpieza

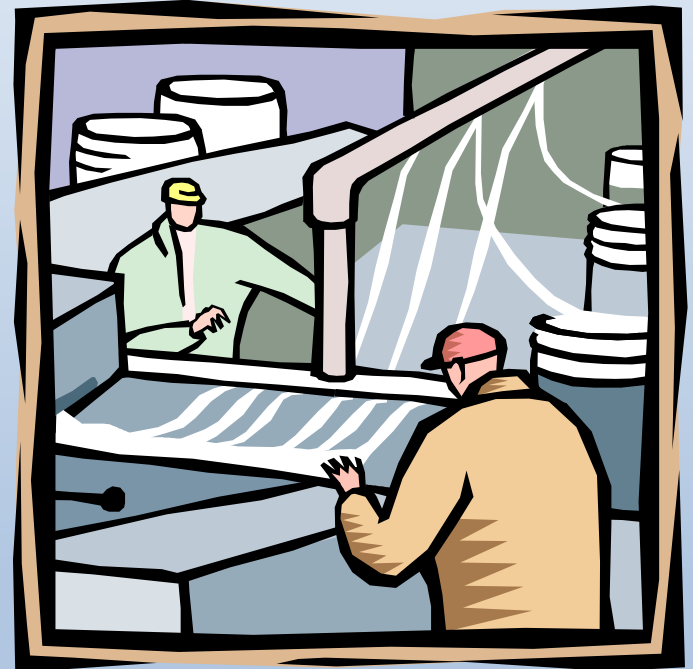


Las manchas son rastros de polvo

# Prevención – Control de Polvo

## Código NFPA 654 –

- **Inspeccionar y limpiar** los residuos de polvo a intervalos regulares en áreas abiertas y en las zonas ocultas.
- Las **zonas ocultas** deben tener un acceso para la inspección , o de lo contrario estar selladas



# Prevención – Control de Polvo

## Código NFPA 654

- Use métodos de limpieza que no generan nubes de polvo;
- Sólo use las aspiradoras aprobados para recolección de polvo combustible





# Prevención – Control de Ignición

## Código NFPA 654

Considera todas las fuentes de ignición provenientes de:

- Sistemas eléctricos de equipos y luminarias
- Electricidad estática, incluyendo la conexión de los equipos a tierra;
- Control de llamas y chispas;

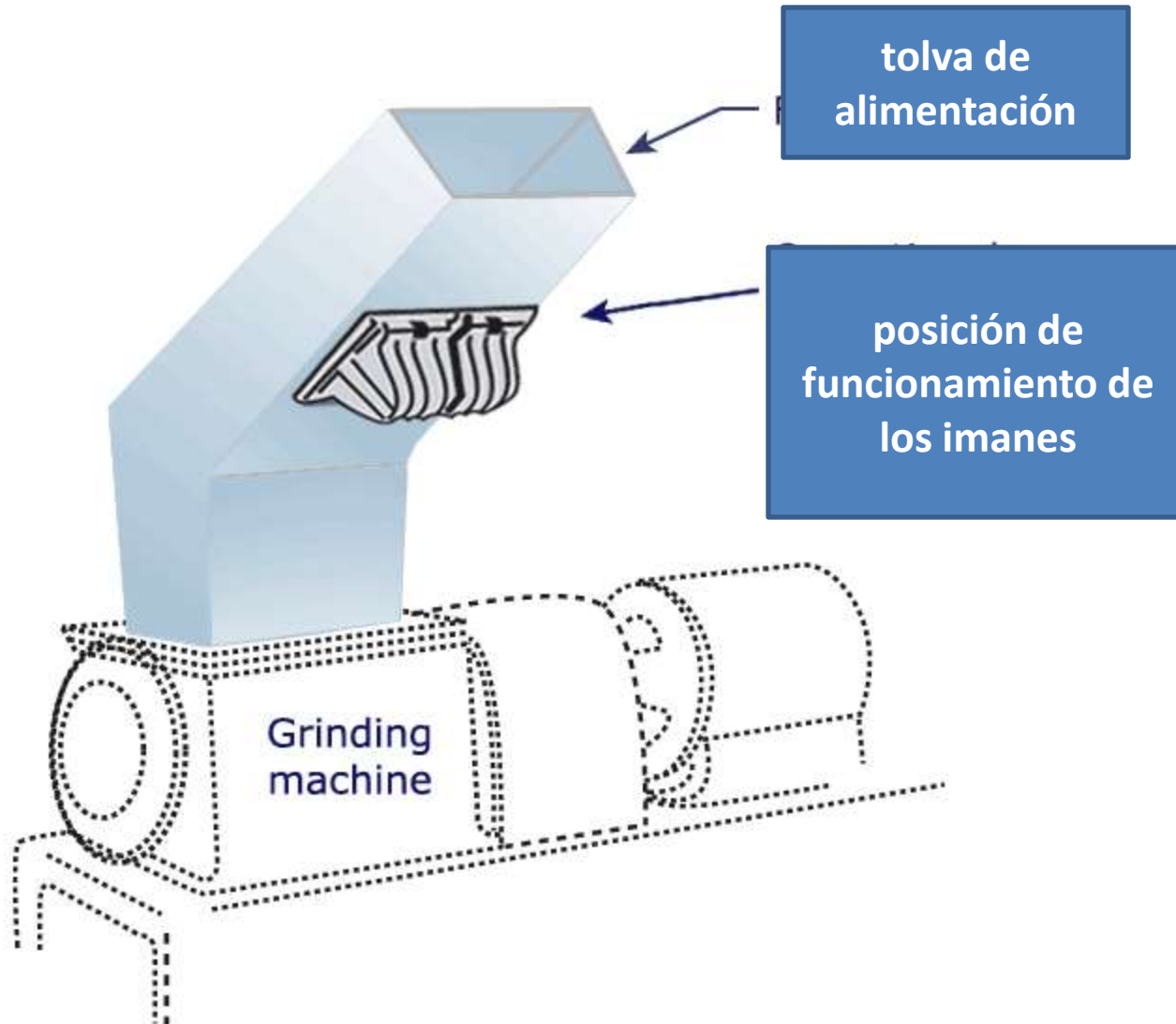


# Prevención – Control de Ignición

## Código NFPA 654

- **Control mecánico de chispas y fricción;** mediante dispositivos de separación para remover materiales extraños capaces de provocar incendios en los materiales combustibles de proceso;
- Separar el polvo combustible de las superficies calientes y de equipos que generan calor
- Tener permisos para trabajos en caliente

# Separador Magnético



# Prevención – Control de Ignición

## Otras fuentes de ignición

- OSHA 29 CFR 1910.178 (c) regula los camiones industriales motorizados en las zonas de polvo
- Las operaciones de manipulación de carbón deben cumplir con los requisitos eléctricos estipulados en OSHA 29 CFR 1910.269

## Clase II Grupo D & G



# Prevención – Control de Ignición

## Código NFPA 654

La carga manual de material desde recipientes intermedios a granel no esta permitido, cuando el movimiento de polvo podría causar una atmósfera inflamable



# Mitigación – Control de Daños

Son métodos utilizados para controlar y reducir la severidad de una explosión o fuego.

## Detección de deflagración y control de Ignición

- Detección de chispa y brasa
- Sensores de gases
- Sensores opticos

## Supresión de deflagración

- Detecta cambios en presión
- Activa descarga de material supresor para detener la propagación de la flama



# Mitigación – Control de Daños

Son métodos utilizados para controlar y reducir la severidad de una explosión o fuego.

## Contención de presión/deflagración

- Provee cubierta o estructura capaz de contener la presión generada en la deflagración
- No es útil para detonación

## Aislamiento

- Separación - aislar con distancia
- Segregación - aislar con barrera química o física

# Adiestramiento

El personal que trabaja en áreas de riesgo de explosión o fuego por polvo combustible debe estar adiestrado al menos en :

- Comunicación de Riesgo de los polvos combustibles
- Métodos de control de ingeniería como sistemas de detección, supresión y extinción



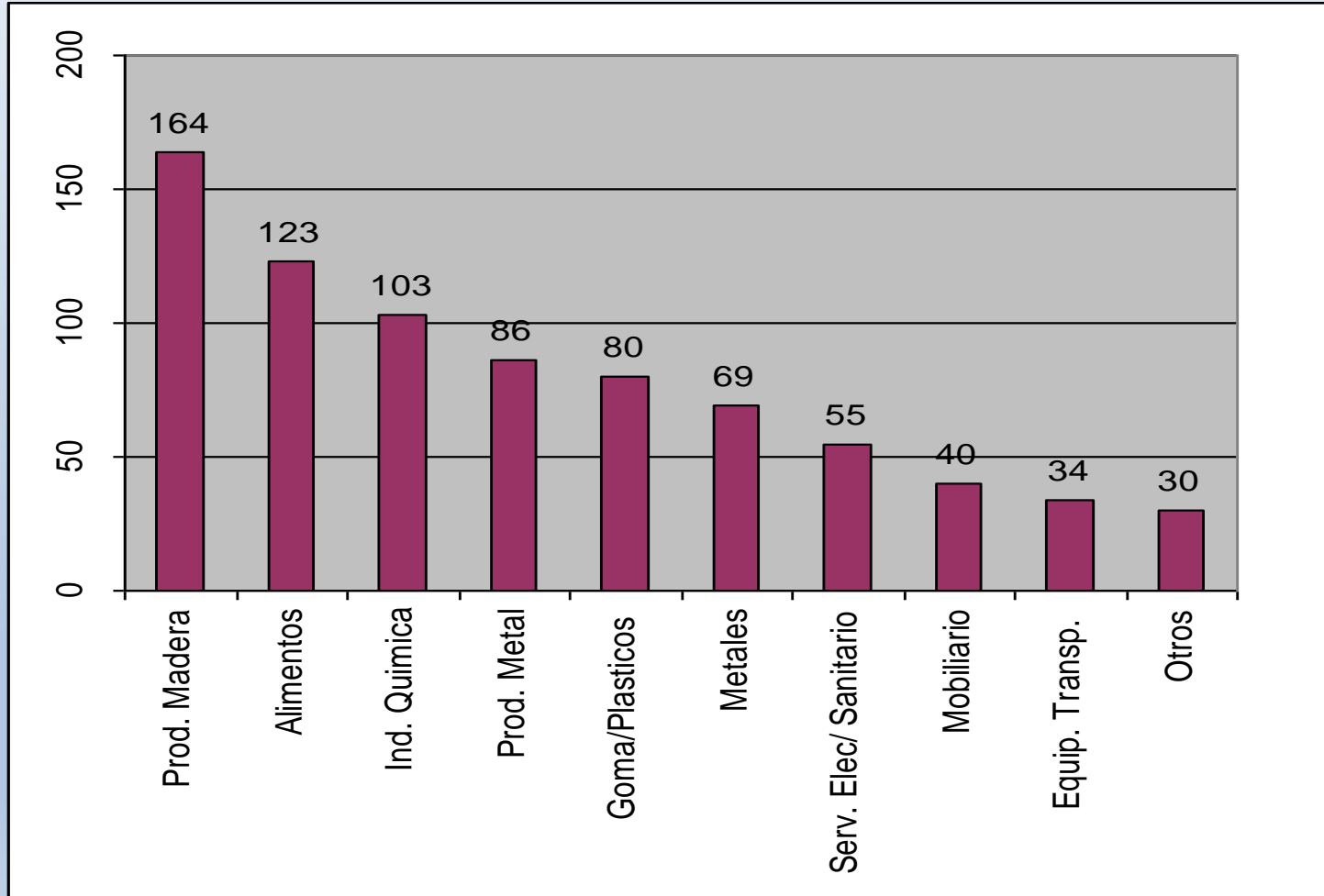
# Adiestramiento

**El personal debe estar adiestrado en :**



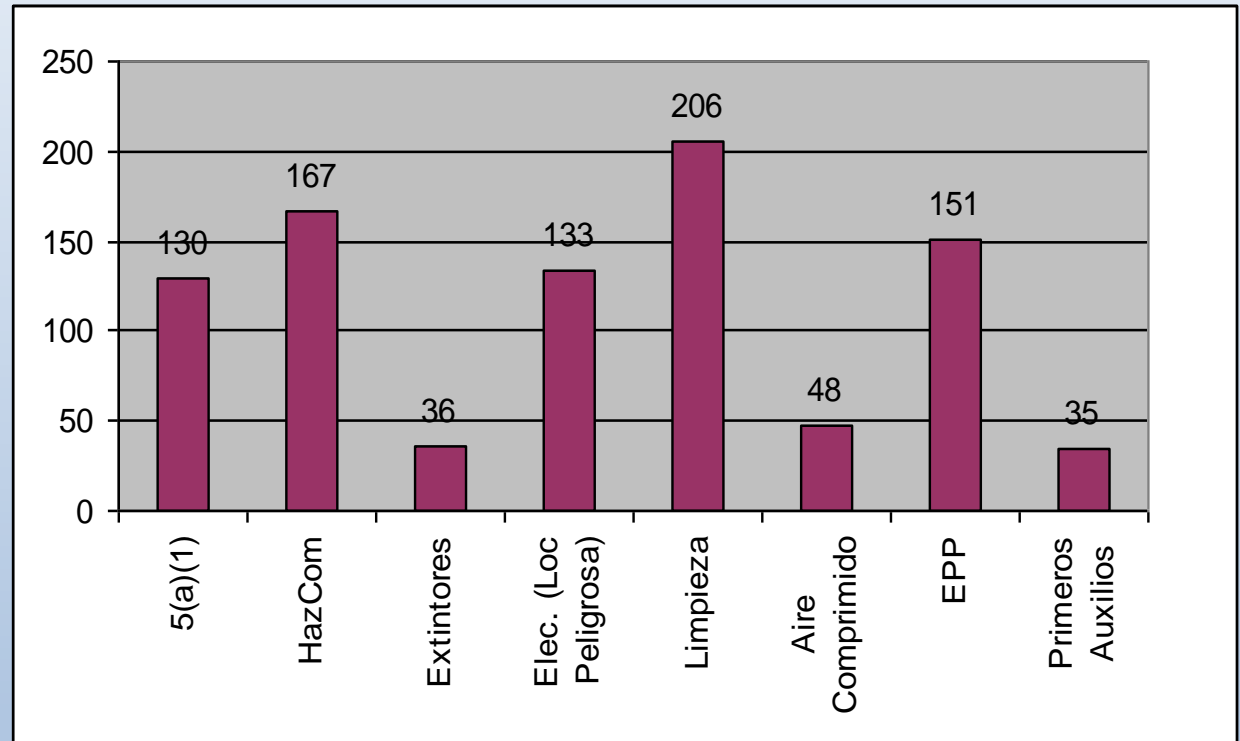
- **Mantenimiento preventivo de equipos y sistemas**
- **Consideraciones según la clasificación eléctrica del área**
- **Planes de emergencia**

# Industrias Inspeccionadas Bajo el NEP



# Violaciones por Polvo Combustible

- Violaciones Cláusula general
- Violaciones de Orden y Limpieza
- Violaciones eléctricas



# Otras Violaciones Encontradas

- Camiones Industriales (Montacargas)
- Comunicación de Riesgos
- Equipo de Protección Personal
- Candado/tarjeta
- Resguardo de Maquinaria
- Medios de Salidas





# Hallazgos Comunes - Limpieza

- Niveles peligrosos de acumulación de polvo en los lugares de trabajo debido a **limpieza** deficiente
- Equipos de proceso, tales como molinos, conductos de ventilación, agitadores y los equipos con bolsas para recoger el polvo no diseñados o mantenidos, para mantener el polvo fuera de las áreas cercanas
- Superficies horizontales no minimizadas

# Hallazgos Comunes - Eléctrico

- Uso de equipos eléctricos y aspiradoras no aprobadas para localizaciones en áreas con polvo combustible.
- Manejo de vehículos motorizados (montacargas) no autorizados en áreas con polvo combustible



# Hallazgos Comunes – Protección contra Fuego

- Equipos de calefacción con llamas abiertas utilizados en áreas generadoras o de manipulación de polvo.
- Falta de mantenimiento preventivo del equipo mecánico – creando calor y fricción
- Realizar trabajos en caliente en áreas donde se maneja polvo sin procedimientos de trabajo en caliente

# Hallazgos Comunes – Control de explosión

- Falta ventilación o sistemas de supresión de la explosión en áreas de trabajo donde hay polvo combustible
- No se proveen sistemas de aislamiento de deflagración
- Cuartos de operación sin sistemas de liberación para explosión

# Hallazgos Comunes – Control de Explosión

- Las tolvas, silos, elevadores de cangilones, y los colectores de polvo carecen de sistemas de ventilación y supresión
- Equipos con bolsas colectoras de polvo situadas dentro de los edificios sin sistemas apropiados para la protección de explosión
- Explosión liberando directamente a las áreas de trabajo en lugar de hacia el exterior

# Norma Propuesta

- Estos hallazgos así como los estudios realizados por la Junta de Seguridad Química han resultado en que OSHA este en proceso de adoptar una regla para el Manejo de Polvos combustibles en la Industria General
- Conocida originalmente como el proyecto HR5522 del Congreso.



# Norma Propuesta

- Se prevé que el estándar discutirá temas como :
  - Definiciones
  - Métodos de evaluación
  - Métodos de control
  - Interacción con estándar de Comunicación de Peligros
  - Adiestramientos
  - Plan de respuesta a emergencias, etc.
- Actualmente se encuentra en la etapa de vistas publicas (hasta mayo 2010).

# Estándares Aplicables

- Estándares de OSHA existentes
  - 1910.22 – Orden y Limpieza
  - 1910.38 – Planes de Acción de Emergencia
  - 1910.94 – Ventilación
  - 1910.119 - Gerencia de la Seguridad de los Procesos
  - 1910.269 - Generación de Energía Eléctrica
  - 1910.272 - Instalaciones de Manejo de Granos

# Estándares Aplicables

- Normas existentes de OSHA (cont.)  
1910.307 - Localizaciones Peligrosos  
1910.1200 - Comunicación de Riesgos
- Sección 5 (a) (1) - Cláusula General de Responsabilidad
- Normas aplicables de ANSI y NFPA