



DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL IDÓNEAS PARA EXPLOSIONES DE POLVO, DURANTE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA EN DOS PLANTAS UBICADAS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL Y CENTRAL DE VENEZUELA.

Propuesta de artículo presentado como requisito para la obtención
del título:

Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Por el estudiante:

David Francisco SÁNCHEZ AGUAS

Bajo la dirección de:

Paúl Enrique CAJÍAS VASCO

**Universidad Espíritu Santo
Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional
Guayaquil - Ecuador
Enero de 2019**

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

Determination of the appropriate prevention and control measures for dust explosions, during brewing in two plants located in the western and central region of Venezuela.

David Francisco SÁNCHEZ AGUAS¹
Paúl Enrique CAJÍAS VASCO²

Resumen

Esta investigación pretende determinar las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela durante los procesos de recepción, extracción, producción y almacenamiento de granos, a fin de que se tome conciencia del riesgo que implica no tomar medidas precautorias ni de control a fin de evitar eventos generadores de daño.

Se utilizó el cuestionario NFPA 61 "Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities" para recolectar la información de 14 criterios en ambas plantas. Este es el cuestionario estándar para la evaluación de riesgos en tipo de industrias.

En ambas plantas se encontraron similitudes en la mayoría de criterios. Y se encontraron no conformidades en 10 de los 14 criterios, lo cual denota que se debe de intervenir inmediatamente en ambas plantas, con el fin de aplicar las medidas de prevención y control que minimicen el riesgo de explosiones de polvo. Se encontró un patrón similar en ambas plantas. Más del 70% de los criterios evaluados, representaban riesgos de explosión por polvo.

Palabras clave:

Explosión, Polvo combustible, Silos, Cerveza, NFPA

Abstract

This research aims to determine the measures of prevention and control suitable for dust explosions, during brewing in two plants located in the western and central region of Venezuela. It hopes to share awareness of the risk involved in not taking precautionary or control measures in order to avoid damaging events.

The NFPA 61 questionnaire "Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities" was used to collect information on 14 criteria in both plants. This is the standard questionnaire for the evaluation of risks in type of industries.

In both plants, similarities were found in most of the criteria. In addition, non-conformities were found in 10 of the 14 criteria, which means that they must intervene immediately in both plants, in order to apply prevention and control measures that minimize the risk of dust explosions. A similar pattern was found in both plants. More than 70% of the criteria evaluated represented dust explosion risks.

Key words

Explosion, Combustible Dust, Silo, Beer, NFPA.

¹ Biólogo, Estudiante de Maestría en de Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Ecuador. E-mail: davidf@uess.edu.ec

² Magister Seguridad Salud Ambiente. Profesor de la Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional Universidad Espíritu Santo-Ecuador.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la industria alimenticia a nivel mundial acarrea desafíos y nuevos escenarios, el de las explosiones durante las diferentes etapas del proceso de fabricación de alimentos es uno de ellos (Manchester, 2003). Las explosiones de polvo se diferencian de los incendios convencionales en varios aspectos, uno de ellos es la adición de dos elementos claves al ya famoso triángulo de fuego: las partículas en suspensión y las partículas en confinamiento (Oleszczak, Gieras, & Klemens, 2007).

Suponer que eventos como estos nunca se darán es algo utópico, los antecedentes nos demuestran en repetidas ocasiones que las explosiones de polvo son más comunes de lo que imaginamos (Skjold & Eckhoff, 2016). Explosiones famosas como las de Imperial Sugar, Malden Mills y Puerto San Martín, nos demuestran que en fracciones de segundos un complejo industrial y peor aún la vida de los trabajadores pueden ser destruidos por explosiones causadas por simplemente polvo (Tascón, Aguado, & Ramírez, 2009).

Una explosión de polvo, es el resultado de la combustión extremadamente rápida de partículas combustibles puestas en suspensión, con capacidad para propagarse a través de esa mezcla de aire y partículas. Sus efectos son mecánicos, térmicos y de producción de humos asfixiantes (Eckhoff, 2003).

Condiciones especiales demandan aún más de la investigación en el campo de las explosiones de polvo, ya que cada escenario o industria contiene distintas materias primas y por ende cada polvo es distinto (Kauffman, Sichel, & Wolanski, 1992). Características y propiedades independientes deben ser estudiadas a profundidad con el fin de determinar el comportamiento de las explosiones, tales como la forma, composición química, concentración y distribución (Eckhoff, 2005).

Las explosiones de polvo no distinguen industrias, la historia es clara, desde grandes complejos farmacéuticos como el de Kinston,

NC donde fallecieron 6 trabajadores (Hayden, 2004) hasta industrias cervecera, como la de Westwego, LA donde las explosiones llegaron a colapsar 25 silos aproximadamente (Maness, 1979), es por esto que la prevención de explosiones es un trabajo integral donde la investigación cumple un rol primordial.

Poco es lo que se puede prevenir si se desconoce la concentración mínima de explosión o el tamaño de las partículas con las que se trabaja (Mittal, 2014). En la tabla 1 se encuentra una lista de explosiones de polvo suscitadas en la industria de granos.

Tabla 1
Explosiones de polvo en la industria de granos

Año	Lugar	Incidente
1977	Texas (E.E.U.U.)	Silo de grano
1979	Lérida (España)	Silo de grano
1979	Bremen (Alemania)	Harinera
1980	Missouri (E.E.U.U.)	Silo de grano
1981	Texas (E.E.U.U.)	Silo de grano
1982	Tienen (Bélgica)	Azucarera
1982	Metz (Francia)	Silo de grano
1984	Pozo blanco (España)	Silo de Pienso
1985	Bahía Blanca (Argentina)	Silo de grano
1993	Nogales (España)	Silo de pienso
1993	Fuente pelayo (España)	Silo de pienso
1997	Blaye (Francia)	Silo de grano
1998	Kansas (E.E.U.U.)	Silo de grano

Fuente: (Tascón et al., 2009)

Las explosiones de polvo en la industria cervecera vienen ocurriendo hace más de un siglo. Es así, que una de las primeras investigaciones en este campo nos transmite la magnitud de sus consecuencias, y que los temas de prevención y control son imperativos (Hexamer, 1882).

Debido a la alta probabilidad de ocurrencia de estos eventos no deseados en la industria cervecera, y a la magnitud de las consecuencias de los mismos, es vital determinar las medidas de prevención y control apropiadas para cada área crítica, dentro de esta industria.

Por estas razones, el objetivo de esta investigación será el de determinar las medidas

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

Para lograr este objetivo, se evaluará el estado de los factores de riesgo para explosiones de polvo, , en dos plantas de producción de cerveza ubicadas en Venezuela. Con base en dicha evaluación, se determinarán las medidas preventivas y de control más apropiadas, para cada área

MARCO TEÓRICO

Explosiones de polvo

Toda explosión de polvo debe contar como condición sine qua non la presencia de una fuente de ignición, sea esta energía estática, superficies calientes o el mismo producto almacenado que desprende calor (Persson, 2013). Es importante mencionar que si uno de los cinco elementos que conforman el pentágono de la explosión (Figura 1) llegase a faltar, la reacción no llega a concretarse y por ende no existiría explosión de polvo (Li & Chen, 2006).

Para que una explosión de polvo se pueda desarrollar, se requiere de determinadas características, tales como las partículas en suspensión, concentración de oxígeno y fuente de ignición; dichas condiciones podrían presentarse en diversos escenarios dentro de la industria alimenticia, particularmente en espacios confinados como los silos, desencadenando explosiones con considerables consecuencias (Skjold & Eckhoff, 2016), debido a esto es que las medidas preventivas y de control durante todas las fases que comprende la fabricación de alimentos son imprescindibles para la reducción del porcentaje de ocurrencia de explosiones, así como sus consecuencias (Zalosh, Grossel, Kahn, & Sliva, 2005) (Wolff, A Wolff, 2008).

Figura 1 – Pentágono de la explosión

Fuente: (Hayden, 2004)



Como parte del desarrollo de una explosión de polvo, lo que mayor consecuencias conlleva son las explosiones secundarias (Pieter, 1997), que actúan como fuente de ignición para las nubes de polvo que se esparcen luego de la primera explosión (Vogl & Radandt, 2012), es por esto que las medidas de control luego de que se suscite la primera explosión son muy importantes (Aldis & Gidaspow, 1990). Son muy conocidos los métodos de evacuación de presión, arrestra llamas y más aún los de extinción a base de agua, en caso de que la explosión genere incendios adyacentes a las estructuras comprometidas (Bespalov, Gurova, Samarskaya, & Lysova, 2017).

Industria cervecera

Las fases susceptibles a las explosiones de polvo son: las de recepción, almacenamiento, limpieza y extracción de la cebada, siendo las más críticas las áreas de molienda de alto impacto, elevadores de cangilones y silos respectivamente (Oleszczak et al., 2007).

Basado en lo descrito por Aponte (2015), los pasos de la elaboración de la cerveza que deberían ser analizados por su posible nivel de riesgo en estas plantas, son los siguientes:

- Recepción.
- Tolvas de recepción.

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

- Elevador de cangilones.
- Toma de muestra.
- Separador magnético.
- Criba.
- Báscula.
- Capacidad de carga.
- Dosificador de Phostoxin.
- Silos.
- Extracción de cebada malta.
- Filtros de mangas.
- Báscula de extracción.
- Combicleaner..
- Molienda.
- Molienda seca.
- Molienda de impacto.

Esto puede ser apreciado en el Anexo2, en donde se presenta un diagrama del proceso de elaboración de la cerveza en las plantas a ser evaluadas.

Métodos de supresión y control

El aporte de este punto a la investigación, es conocer el estado del arte en que encuentra la tecnología de prevención y control de incendios en el ámbito de la industria alimenticia.

En un universo tan amplio de medidas de prevención y control tenemos la ardua tarea de definir la apropiada e idónea para cada área, riesgo o proceso dentro de la industria cervecera.

Si bien es cierto que el nivel de complejidad para determinar medidas idóneas tanto de prevención como de control es elevado, no es menos cierto que si evaluamos correctamente las condiciones en las que se desarrollan los procesos dentro de la industria en mención podríamos definir acertadamente las medidas preventivas y de control adecuadas para cada área o proceso (Moncada, J.; Moncada, 1993).

Medidas preventivas y de control existen desde el desarrollo de la industria per sé, sin embargo para la industria de cereales, específicamente la cervecera hay medidas exclusivas que se centran netamente desde la fase de recepción hasta la fase en donde la cebada se humedece, es decir donde el mayor riesgo, el polvo, desaparece (Van Laar, 1998).

Tomando en consideración las áreas críticas dentro de los procesos de elaboración de la cerveza, podríamos definir varias medidas tanto de prevención como de control que reducirían notablemente, en el caso de las medidas de prevención, el porcentaje de ocurrencia de eventos no deseados y en el caso de las medidas de control, que las consecuencias sean de mayor magnitud en caso de que la fase inicial del evento se suscite (Botta, 2011).

Entre las medidas de prevención y control más conocidas (Van Laar, 1998), (Moncada, J.; Moncada, 1993), (Alvarez, 1993) tenemos:

- La clasificación eléctrica, con el fin de que todos los equipos eléctricos tengan protección contra ignición de polvo.
- Sistemas de aspiración o programas de limpieza adecuadas.
- Sistemas de aterramiento para los camiones durante la fase de recepción.
- Dispositivos de supresión de explosiones.
- Sistema de monitoreo de elevadores de cangilones y transportadores.
- Dispositivos de monitoreo de velocidad.
- Sistemas de venteo de explosión.
- Sistema de medición de temperatura en cojinetes.
- Filtros de mangas.
- Arresta llamas

METODOLOGÍA

Esta investigación es básicamente de tipo descriptivo, ya que, además de describir situaciones actuales en las plantas de cerveza, trata de describir por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da (Hernández, Fernández, & Baptista, 1991). El diseño es no experimental, de campo, de corte transversal, ya que sólo se realizará una medición inicial, y prospectiva, ya que pretende determinar relaciones entre variables de hechos que posiblemente ocurrirán en un futuro. La medición inicial se la realizó utilizando el instrumento de medición NFPA 61 (National Board of Fire Underwriters, 1924). En el marco

teórico, se explica la relación entre variables. Otros estudios se han realizado anteriormente bajo este esquema por varios investigadores (Aponte, 2015) (Hayden, 2004) (Van Laar, 1998) (Vorderbrueggen, 2011)

El objetivo de la misma es determinar las medidas de prevención y control más adecuadas para explosiones de polvo, durante todo el proceso y descrito de cerveza. Para lograr este objetivo, se necesita evaluar el estado de los factores de riesgo para explosiones de polvo.

Como instrumento de recolección de información del estado de los factores de riesgo, se utilizó la lista de verificación actualizada para Análisis de Riesgos por Polvos (DHA por sus siglas en inglés), descrita en el código NFPA 61 "Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities" (NFPA, 2017).

Este instrumento es el estándar actualizado para la evaluación de riesgos en la industria alimenticia, y tiene su origen en los documentos NBFU 61 C, "Regulations for the Prevention of Dust Explosions in Flour and Feed Mills" (National Board of Fire Underwriters, 1924a), y NBFU 62 A y B, "Regulations for the Pulverizing Systems for Sugar and Cocoa" (National Board of Fire Underwriters, 1924b), lo que representa una validación y actualización de casi un siglo (Ogle, A Dillon, E Fecke, 2014). El instrumento utilizado actualmente nació en 1995 de la combinación de cuatro estándares ya existentes, unificando la metodología para todas las aplicaciones de agricultura y alimentos (Frank, W Colonna, 2015).

Esta norma ha sido utilizada en muchas publicaciones indexadas recientes sobre el tema, e.g: (Dizaji, Faraji Dizaji, & Bidabadi, 2014); (Russo, De Rosa, & Mazzaro, 2017); (Vorderbrueggen, 2011); (Moilanen, 2010), lo que demuestra su vigencia y utilidad.

La lista de verificación consta de 121 preguntas o ítems, de verdadero o falso, divididas en 14 criterios. Se asigna un valor de 1 punto por

cada respuesta negativa y 0 puntos por cada respuesta afirmativa. La forma de evaluar cada ítem consta en la norma NFPA 61 (NFPA, 2017). Los criterios (variables) a tomar en cuenta dentro del instrumento de medición de la normativa son los siguientes:

- **Información de capacitación sobre prevención de explosión de polvo combustible:** Criterio referente al adiestramiento y capacitación del personal inmerso dentro de los procesos
- **Contratistas:** Criterio referente al conocimiento que poseen los contratistas sobre los riesgos inherentes a las actividades que desarrollan dentro de la industria.
- **Servicio de limpieza:** Criterio referente a los métodos de limpieza y las áreas donde la limpieza es una arista primordial para minimizar los riesgos.
- **Mantenimiento preventivo:** Criterio referente al mantenimiento y la frecuencia del mismo para los equipos involucrados dentro del proceso de elaboración del producto.
- **Movimiento y almacenamiento de producto sólido seco (General):** Criterio referente a la implementación de medidas de prevención y control en la fase de movimiento y almacenamiento de la materia prima.
- **Recepción y almacenamiento de granos:** Criterio referente a la implementación de medidas de prevención y control en la fase de recepción y almacenamiento de la materia prima.
- **Recepción y almacenamiento de granos (transportadores):** Criterio referente a la implementación de medidas de prevención y control, y estado de los artefactos inmersos en la fase de recepción y almacenamiento de granos a nivel de transporte.

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

- **Eléctrico:** Criterio referente al estado, mantenimiento y reducción de riesgos en los artefactos eléctricos durante todas las fases del proceso.
- **Sistemas de filtro de polvo:** Criterio referente a la instalación, ubicación y uso de los sistemas de filtro ubicados en la planta.
- **Equipos de procesamiento de granos:** Criterio referente a las medidas de prevención y control instalados en los equipos de procesamiento de la planta.
- **Sistemas de aceite para supresión de polvo:** Criterio referente al uso y eficiencia de los sistemas de aceite instalados en la planta.
- **Secadoras de grano:** Criterio referente a las medidas de prevención y control implementadas en las secadoras de granos existentes en la planta
- **Monitoreo de peligros y sistemas de alarma:** Criterio referente al correcto funcionamiento del sistema de monitoreo y sus componentes en todas las fases del proceso.
- **Respuesta a emergencia:** Criterio referente a la capacidad de respuesta a emergencias que posee la planta como tal.

Para la recolección de datos, se visitó las plantas en conjunto con el Jefe de Seguridad Industrial Nacional de la empresa, con el fin de realizar un recorrido a través de las instalaciones de las dos plantas., levantando toda la información necesaria aplicando el instrumento de recolección de información. Esta medición se realizó una vez, al inicio de la investigación, para determinar el estado actual de las plantas, así como las sugerencias de mejoras.

El análisis de la información se realizó utilizando herramientas de estadísticas descriptivas, para la frecuencia de respuestas

negativas dentro de cada criterio. El análisis estadístico se hizo con la ayuda del programa SPSS, y se reporta mediante gráficos de barras y tablas de frecuencia. Adicionalmente se efectuó una prueba de hipótesis no paramétrica de Ji-cuadrado, para determinar si hay diferencias entre las proporciones entre las dos plantas (Sheskin, 2000).

Con base en dicha evaluación, se determinaron las medidas preventivas y de control más apropiadas para cada criterio.

Se analizó cada criterio mencionado en el instrumento de recolección de datos con el fin de conocer los puntos débiles en que la empresa hasta el momento no ha implementado un procedimiento (respuesta negativa) en ambas plantas. Al menos una respuesta negativa dentro de un criterio analizado significa una medida de prevención o control a mejorar o implementar dentro de las plantas.

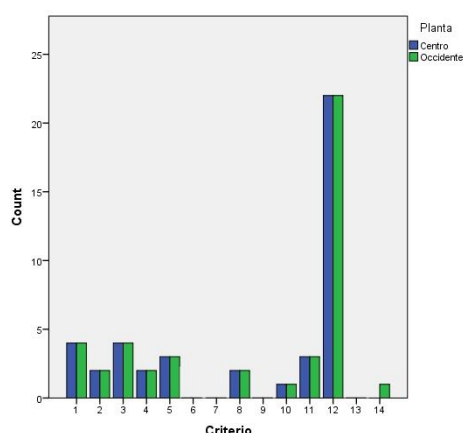
La condición de al menos una respuesta negativa se soporta en el argumento de que esta respuesta simboliza una opción a mejora, que podría ser un factor desencadenante para un evento no deseado, específicamente una explosión de polvo.

El análisis se realizó con las dos plantas, en el momento actual como muestra. Estas serán las unidades experimentales. El alcance de estas muestras se pretende que sean las mismas plantas, en el futuro, lo que representa la población.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la figura 2 se aprecia el número de respuestas negativas para cada criterio y para cada planta analizada.

Figura 2 – número de respuestas negativas para cada criterio por planta



Fuente: Autor

Ya que el número de preguntas varía entre los distintos criterios, en la tabla 2, para una mejor comprensión, se puede apreciar los porcentajes de respuestas negativas para cada criterio dentro de cada planta analizada. Esto corresponde al porcentaje de no conformidades para cada criterio.

Tabla 2 – Porcentaje de respuestas negativas para cada criterio dentro de cada planta.

Criterios	% Negativos	
	Instalación 1 Occidente	Instalación 2 Centro
Capacitación en prevención de explosión de polvo combustible	67%	67%
Contratistas	100%	100%
Servicio de limpieza	50%	50%
Mantenimiento Preventivo	29%	29%
Movimiento y almacenamiento de producto sólido seco	30%	30%
Recepción y almacenamiento de granos	0%	0%
Transportadores	0%	0%
Eléctrico	29%	29%
Filtros de polvos	0%	0%
Equipo de procesamiento de granos	25%	25%
Sistema de aceite para suspensión de polvos	100%	100%
Secadoras de grano	100%	100%
Monitoreo de peligros, sistemas de alarmas	0%	0%
Repuesta de emergencia	50%	0%

Fuente: Autor

No se encontraron diferencias significativas en la proporción de respuestas negativas para cada criterio entre plantas ($p < 0.001$).

En la tabla 3, se encuentra el detalle del número de las preguntas individuales que tuvieron respuestas negativas. Este número se interpreta utilizando el listado de preguntas que se encuentra en el Anexo 3.

Tabla 3 – Respuestas negativas para cada criterio dentro de cada planta.

Criterios	Respuestas Negativas	
	Instalación 1 Occidente	Instalación 2 Centro
Capacitación en prevención de explosión de polvo combustible	1.2, 1.4, 1.5, 1.6	1.2, 1.4, 1.5, 1.6
Contratistas	Todas	Todas
Servicio de limpieza	3.1, 3.2.3, 3.5, 3.6	3.1, 3.2.3, 3.5, 3.6
Mantenimiento Preventivo	4.5,4.6	4.5,4.6
Movimiento y almacenamiento de producto sólido seco	5.7, 5.8, 5.10	5.7, 5.8, 5.10
Recepción y almacenamiento de granos	n/a	n/a
Transportadores	n/a	n/a
Eléctrico	8.1, 8.7	8.1, 8.7
Filtros de polvos	n/a	n/a
Equipo de procesamiento de granos	10.2	10.2
Sistema de aceite para suspensión de polvos	Todas	Todas
Secadoras de grano	Todas	Todas
Monitoreo de peligros, sistemas de alarmas	n/a	n/a
Repuesta de emergencia	14.2	n/a

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

Una vez condensados los datos de los análisis realizados en ambas plantas de producción de cerveza, se pudo identificar los puntos críticos donde es imperativo implementar medidas de prevención y control, dichos puntos críticos no son pocos como se pudo observar y esto refleja que la probabilidad de que un evento generador de daño como una explosión de polvo sea elevada.

En el Anexo 1, podemos visualizar el detalle de las medidas de prevención y control idóneas,

recomendadas para cada ítem que no es cumplido dentro de cada planta.

Podemos determinar que los criterios de: capacitación, contratistas, limpieza, sistemas de aceite, secadores de grano y respuesta a emergencias, mantenimiento preventivo, movimiento y almacenamiento de producto sólido seco, eléctrico y equipo de procesamiento de granos necesitan ser intervenidos inmediatamente en ambas industrias ya que representan un riesgo latente para la ocurrencia de explosiones de polvo.

Por otra parte, los criterios de: recepción y almacenamiento de granos, transportadores y monitoreo de peligros y sistemas de alarmas no evidencian no conformidades ni desviaciones en ambas industrias, lo cual representa una cierta fortaleza en esos criterios puntuales.

Específicamente en el criterio de Respuesta de emergencia, únicamente la planta del Centro de Venezuela no manifiesta observaciones ni desviaciones mientras que en la planta de Occidente se manifestó una respuesta negativa lo que indica que sería un criterio a fortalecer en la industria en mención.

Luego de observar los puntos críticos dentro de cada criterio en ambas industrias podemos concluir que en ambas industrias los criterios a enfocarse son similares, al igual que los criterios en que no se manifiestan desviaciones ni no conformidades.

A pesar de que se encuentre fortaleza en algunos criterios hay que intervenir con prontitud en el resto de criterios en los que se nota una significativa debilidad, lo cuales pueden llegar a ser, individualmente o en conjunto, el o los factores desencadenantes para la materialización de un evento generador de daño como lo son en este estudio, las explosiones de polvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldis, D. F., & Gidaspow, D. (1990). Two-dimensional analysis of a dust explosion. *AIChE Journal*, 36(7), 1087–1096.
<https://doi.org/10.1002/aic.690360715>
- Alvarez, E. (1993). *Explosiones*. International Fire Safety Consulting del Cono Sur S.A.
- Aponte, E. (2015). Visita a Empresas Polar: Proceso de Elaboración de la Cerveza. Retrieved September 30, 1BC, from <https://explorandoelvino.wordpress.com/2015/09/05/visita-a-empresas-polar-proceso-de-elaboracion-de-la-cerveza/>
- Bespalov, V., Gurova, O., Samarskaya, N., & Lysova, E. (2017). Simulation of the dust suppression process with foam in the areas of belt conveyors, *03010*.
- Botta, A. (2011). MÓDULO 8 : Prevención y Protección Contra las Explosiones, 1–29.
- Dizaji, H., Faraji Dizaji, F., & Bidabadi, M. (2014). Determining thermo-kinetic constants in order to classify explosivity of foodstuffs. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 50(4), 454–462.
<https://doi.org/10.1134/S0010508214040145>
- Eckhoff, R. K. (2003). *Dust explosions in the process industries*.
- Eckhoff, R. K. (2005). Current status and expected future trends in dust explosion research. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 18(4–6), 225–237.
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2005.06.012>

- Frank, W Colonna, R. (2015). On-Going Developments in Addressing Combustible Dust Hazards. *Process Safety Progress*, 25(4), 326–330. <https://doi.org/10.1002/prs>
- Hayden, B. D. K. (2004). Secondary Dust Explosions - Lessons from the plastics processing industry. *Hazard Awareness*, (November), 27–30.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología De La Investigación. MG gRAW hILL* (Vol. 1).
- Hexamer, J. (1882). Dust explosions in Breweries. *Journal Franklin Institute*, 121–126.
- Kauffman, C. W., Sichel, M., & Wolanski, P. (1992). Research on dust explosions at the University of Michigan. *Powder Technology*, 71(2), 119–134. [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(92\)80002-E](https://doi.org/10.1016/0032-5910(92)80002-E)
- Li, G., & Chen, B. (2006). Human Errors and Dust Explosion Prevention and Protection. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*, 8(1), 1–5.
- Manchester, S. J. (2003). Fire and Explosion Hazards of Meat & Bone Meal: Storage, Transport and Processing. *Hazards XVII*, (149), 289–302.
- Maness, J. E. (1979). Grain Industry's Approach To Dust Explosions. *JEM Safety Consulting*.
- Mittal, M. (2014). Model for Minimum Explosive Concentration of Organic Dust Clouds. *Mittal, International Journal of Advanced Engineering Research and Studies.*, 124–129.
- Moilanen, D. (2010). Use of combustible dust risk assessment in the agricultural and food processing industries, 1–69.
- Moncada, J.; Moncada, J. (1993). *Manual NFPA de Protección Contra Incendios*. Quincy: Editorial MAPFRE NFPA.
- National Board of Fire Underwriters. (1924a). *NBFU 61 C, Regulations for the Prevention of Dust Explosions in Flour and Feed Mills*. National Board of Fire Underwriters.
- National Board of Fire Underwriters. (1924b). *NBFU 62 A and B, Regulations for the Pulverizing Systems for Sugar and Cocoa*. National Board of Fire Underwriters.
- NFPA. (2017). *Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities*.
- Ogle, A Dillon, E Fecke, M. (2014). Some Safety Aspects on the Design of Sparger Systems for the. *Process Safety Progress*, 25(4), 326–330. <https://doi.org/10.1002/prs>
- Oleszczak, P., Gieras, M., & Klemens, R. (2007). Dust Explosions Suppression By Means of Water Spray and Suppressing Powder . *Novel Extinguisher Design* ., (April), 23–27.
- Persson, H. (2013). *Silo fires - Fire*

- extinguishing and preventive and preparatory measures.*
- Pieter, Z. (1997). Explosion Risks in Silo Filling and Discharge, 1–6.
- Russo, P., De Rosa, A., & Mazzaro, M. (2017). Silo explosion from smoldering combustion: A case study. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 95(9), 1721–1729.
<https://doi.org/10.1002/cjce.22815>
- Sheskin, D. (2000). *Handbook of Parametric and Nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall / CRC.
- Skjold, T., & Eckhoff, R. K. (2016). Dust explosions in the process industries: Research in the twenty-first century. *Chemical Engineering Transactions*, 48, 337–342.
<https://doi.org/10.3303/CET1648057>
- Tascón, A., Aguado, P. J., & Ramírez, A. (2009). Dust explosion venting in silos: A comparison of standards NFPA 68 and EN 14491. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(2), 204–209.
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2008.12.006>
- Van Laar, G. (1998). How to protect a brewery against dust explosions. *Powder Handl* Process, 10(1), 55–59.
- Vogl, A., & Radandt, S. (2012). New Findings for Explosion Protection of Bucket Elevators by Design Measures. *Advanced Materials Research*, 508, 127–133.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.508.127>
- Vorderbrueggen, J. (2011). Imperial Sugar Refinery Combustible Dust Explosion Investigation. *Process Safety Progress*, 25(4), 326–330.
<https://doi.org/10.1002/prs>
- Wolff, A Wolff, B. (2008). Seventh International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions.
- Zalosh, R., Grossel, S., Kahn, R., & Sliva, D. (2005). Dust Explosion Scenarios and Case Histories in the CCPS Guidelines for Safe Handling of Powders and Bulk Solids. ... *Session on Dust Explosions*, ..., (April), 1–16. Retrieved from http://www.firexplo.com/images/Dust_Explosion_Scenario_Paper.pdf

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

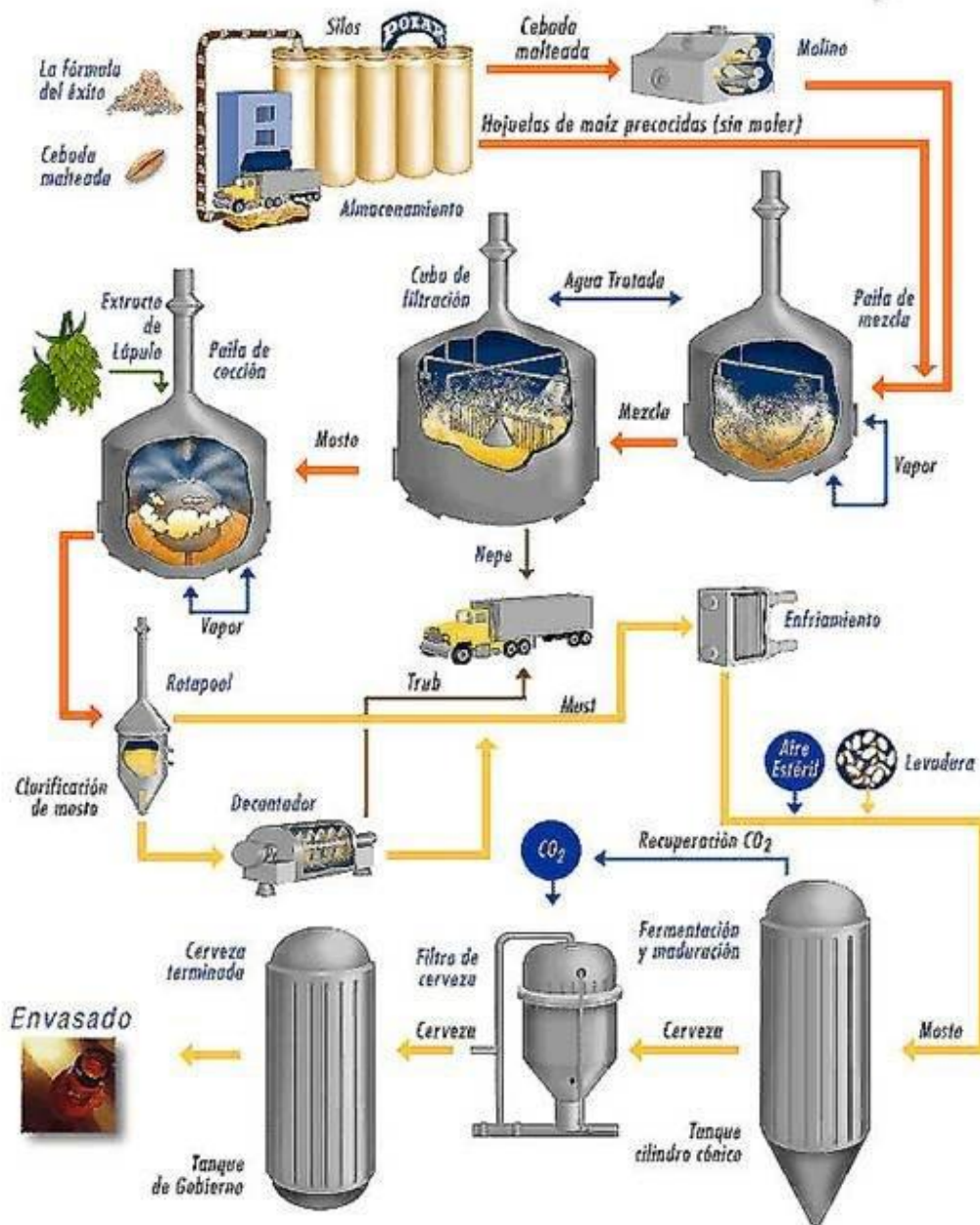
ANEXOS:

Anexo 1: Medidas de prevención y control idóneas, recomendadas para cada ítem

criterio	ítem	Medidas de prevención y control recomendadas
Capacitación en prevención de explosión de polvo combustible	1.2	Se establecerá un cronograma de capacitación para el personal de planta donde se aborden temas de prevención control de emergencias con polvos (frecuencia trimestral)
	1.4	Se implementarán señalizaciones informativas y preventivas en las instalaciones de las industrias
	1.5	Se desarrollarán canales de comunicación informativos con el fin de hacer conocer a todo el personal las características y propiedades de los productos con los que se trabaja (polvos)
	1.6	Se crearán, implementarán y se socializarán los procedimientos de identificación de áreas de riesgo deacumulación de polvo y de igual manera las áreas peligrosas.
Contratistas	2.1	Se socializarán con los contratistas los riesgos y peligros relacionados con la industria en mención
	2.2	Se establecerá un cronograma de capacitación para los contratistas sobre procedimientos de trabajo en la industria con una frecuencia trimestral
Servicio de limpieza	3.1	Se desarrollarán e implementarán procedimientos de limpieza e inspección con el fin de reducir las acumulaciones de polvo combustible.
	3.2.3	Se implementará y se dará seguimiento al programa de limpieza de acumulaciones de polvo en las áreas cerradas que contienen secadores de granos
	3.5	Se controlarán las acumulaciones de polvo combustible en repisas, paredes, vigas, conductos y techos dentro de la industria.
	3.6	Se realizarán clasificaciones de áreas por riesgos, específicamente en el área de lubricantes, grasas, líquidos inflamables y gases.
Mantenimiento Preventivo	4.5	Se llevaran registros documentados de los trabajos de mantenimiento preventivo y pruebas de equipos
	4.6	Se desarrollará un programa de calificación de contratistas y prestadores de servicios externos
Movimiento y almacenamiento de producto sólido seco	5.7	Se informará a las áreas inmersas dentro de los procesos en caso de una modificación de proceso o cambio de material
	5.8	Se implementará transversalmente a la industria un proceso de mejora continua de procesos.
	5.10	Se aislarán las áreas y conexiones de procesos con el fin de evitar la propagación de una explosión.
Eléctrico	8.1	Se llevará a cabo la reestructuración de áreas con el fin de identificar y clasificar áreas con polvo combustible para riesgos electricos peligrosos.
	8.7	Se implementará un programa de permisos de trabajos electricos, el cual se enfocará principalmente en las áreas con polvo combustible.
Equipo de procesamiento de granos	10.2	Se desarrollará e implementará un programa de inspección, mantenimiento y prueba de equipos, donde se incluirá los sistemas de detección de chispas.
Sistema de aceite para suspensión de polvos	11.1	Se realizarán recorridos con el fin de identificar las áreas que según el riesgo ameriten la instalación de sistemas de supresión de polvo
	11.2	Se implantarán sistemas de dosificación de aceite en los lugares que ameriten de acuerdo al riesgo
	11.3	Se implantarán sistemas de aviso y de paro de emergencia en caso de que algún equipo no esté funcionando de manera correcta
Secadoras de grano	12.1	Se implementará un programa de limpieza específico para cada área donde existan secadoras de granos
	12.2	El sistema de secadora de granos contará con puertas de acceso para labores de limpieza y extinción de incendios de ser el caso.
	12.3	Se implementará un mecanismo de descarga de granos en caso de incendios.
	12.4	Se implementará un mecanismo de sellado para la secadora en caso de incendio con el fin de aislar las áreas de provisión y contenedores de recepción.
	12.5	Se implementarán botones seguros y de fácil acceso para paradas de emergencia
	12.6	Se instalará una sonda de nivel alto en la tolva de alimentación para cortar el flujo de granos a la secadora
	12.7	Se instalará una alarma de bajo nivel y un enclavamiento de apagado
	12.8	Se instalará un sistema de medición temperatura con el fin de determinar la temperatura a la que ingresan los gases a la sección de secado.
	12.9	Se implantará un sistema de desconexión de alta temperatura del aire de escape
	12.10	Se implantará un sistema de desconexión de temperatura del aire caliente a un máximo de 230°F o menos
	12.11.1	Se instalará un mecanismo de cierre de aire caliente con el fin de que apague el combustible o caliente los quemadores
	12.11.2	Se instalará un mecanismo de cierre de aire caliente con el fin de que detenga el flujo de producto fuera de la secadora
	12.11.3	Se instalará un mecanismo de cierre de aire caliente con el fin de que detenga todo el flujo de aire de los ventiladores a la secadora
	12.11.4	Se instalará un mecanismo de cierre de aire caliente con el fin de que active una alarma para solicitar procedimientos de emergencia
	12.12	Se implementará un sistema de pérdida de desconexión del flujo de aire
	12.13	Se instalarán interruptores de movimiento en todos los alimentadores de descarga y cintas transportadoras
	12.14	Se dotará de sistemas de corte de flujo de gas, aceite y vapor en caso de una falla de energía
	12.15	Se instalará un sistema de extinción de incendios en el secador de granos
	12.16	Se instalará un sistema de detección de incendios en la secadora
12.17	Se instalará correctamente el suministro de combustible de la secadora	
12.18	Se desarrollarán e implementarán procedimientos operativos para el arranque, desconexión, incendios u otras emergencias de la secadora, falla de energía, limpieza y la inspección de dispositivos de seguridad en áreas críticas.	
12.19	Se desarrollarán programas de capacitación mensual al personal del elevador de granos que serán documentadas y registradas.	
Repuesta de emergencia	14.2	Se revisará, actualizará y se llevará a cabo simulacros semestrales con el fin de validar el plan de acción de emergencias para la planta en mención.

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

Anexo 2: Diagrama del proceso de elaboración de la cerveza



Fuente: (Aponte, 2015)

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

Fuente: (NFPA, 2017)

A Información de capacitación sobre prevención de explosión de polvo combustible

1.1 Se realiza un entrenamiento anual específico sobre los peligros y controles del polvo combustible proporcionado a todos los empleados aplicables a sus tareas incluyendo, pero no limitado a, procedimientos de limpieza para equipos de molienda, áreas de carga, sistemas de control de polvo, conductos, transportadores, elevadores incluyendo despeje de soportes / transportes estrangulados, limpieza, mantenimiento preventivo, dispositivos de seguridad críticos y trabajo en caliente. (El polvo generalmente se define como partículas sólidas con un diámetro de 500 micras o menos)

SI NO

1.2 ¿Se proporciona capacitación anual sobre polvo combustible a los ingenieros de diseño y otro personal técnico involucrado en la ingeniería de instalaciones y proyectos de actualización?

SI NO

1.3 ¿Se brinda orientación a los supervisores que se transfieren a una nueva ubicación? La orientación debe incluir información específica y capacitación sobre los sistemas de control de seguridad de la planta y los requisitos de prueba para las operaciones de polvo combustible

SI NO

1.4 ¿Hay carteles que indiquen que "se prohíbe fumar" y "No se permite trabajar en caliente sin permiso para trabajar" en toda la instalación y se han establecido procedimientos formales de trabajo en caliente?

SI NO

1.5 ¿Las propiedades y riesgos de todos los polvos combustibles (incluyendo Kst, Pmax y MIE con información relacionada con el tamaño de partícula) se presentan en el sitio, se conocen y se comunican a todos los empleados usando hojas de datos de seguridad y/o otros documentos técnicos?

SI NO

1.6 ¿Están los procedimientos de identificación del área de riesgo de polvo combustible en su lugar y se identifican todas las áreas peligrosas en el campo?

SI NO

B Contratistas

2.1 ¿Están los contratistas informados de todos los riesgos conocidos / potenciales relacionados con su trabajo y las reglas de seguridad implementadas para reducir el riesgo de incendios y explosiones de combustible incluyendo, entre otros, planes de acción de emergencia, trabajo en caliente, otras fuentes de ignición conocidas / potenciales, puesta a tierra continua, limpieza de las cargas de combustible antes de comenzar el trabajo y la prohibición de fumar en áreas peligrosas?

SI NO

2.2 ¿Se proporciona capacitación específica anual a los contratistas para sus tareas laborales, incluidos, entre otros, los procedimientos de limpieza de equipos de molienda, sistemas de recolección de polvo, conductos, transportadores, elevadores, incluyendo limpieza de transportes congestionados, mantenimiento, mantenimiento preventivo, dispositivos de seguridad críticos y trabajo en caliente?

SI NO

C Servicio de limpieza

3.1 ¿Se han establecido procedimientos escritos de limpieza e inspección que describen la frecuencia y los métodos más adecuados para reducir las acumulaciones de polvo combustible?

SI NO

3.2 El programa de limpieza se ocupa de las acumulaciones de polvo combustible en las siguientes áreas prioritarias:

3.2.1 ¿Las áreas del piso dentro de 35 pies (10,7 m) de los elevadores interiores de cangilones?

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

SI NO

3.2.2 ¿Segundos pisos de áreas cerradas que contienen equipos de molienda?

SI NO

3.2.3 ¿Pisos de áreas cerradas que contienen secadores ubicados dentro de la instalación?

SI NO

3.3 ¿Las acumulaciones de polvo en las repisas, paredes, viga, vigas, conductos y superficies del techo en áreas identificadas prioritarias se mantienen por debajo de los límites aceptables (por ejemplo, 1/8 de pulgada (.32 cm))?

SI NO

3.4 ¿El uso de aire comprimido u otro medio que causa que el polvo se suspenda en el aire durante la remoción de repisas, paredes, vigas, conductos y superficies están prohibidas en áreas con presencia de polvo combustible o permitido solo después de que toda la maquinaria que representa una fuente de ignición haya sido apagada, y todas las otras fuentes conocidas de ignición han sido eliminadas o controladas?

SI NO

3.5 ¿Las repisas, paredes, vigas, vigas, conductos y techo están libres de acumulación de polvo?

SI NO

3.6 ¿Se almacenan lubricantes, grasas, líquidos inflamables y gases en un edificio separado o en un área de almacenamiento cerrada separada?

SI NO

D Mantenimiento Preventivo

4.1 ¿Se ha establecido un programa formal de mantenimiento preventivo para secadoras, colectores de polvo, conectores flexibles, manómetros de presión diferencial, elevadores de cangilones y cualquier otro equipo de manejo / producción / procesamiento de polvo que incluye específicamente la verificación de la conexión a tierra y la unión?

SI NO

4.2 ¿Se realizan inspecciones de ventilación (en relación a la NFPA 68 o recomendaciones del proveedor)?

SI NO

4.3 ¿Se llevan a cabo inspecciones anuales para los equipos de prevención y protección (por parte del fabricante) o según la NFPA 69)?

SI NO

4.4 ¿Se prueban todos los sistemas de seguridad críticos (según lo requerido por la evaluación de seguridad del proceso, estándar de la instalación, NFPA)?

SI NO

4.5 ¿Se mantienen registros de las actividades de mantenimiento preventivo y los programas de prueba, que como mínimo incluyen el equipo inspeccionado, el nombre del inspector y la fecha de inspección / inspección?

SI NO

4.6 ¿Todo el mantenimiento preventivo es realizado por personas calificadas?

SI NO

4.7 ¿Se mantienen todos los cojinetes según las instrucciones del fabricante y se mantienen libres de polvo combustible, productos y lubricación excesiva?

SI NO

E Movimiento y almacenamiento de producto sólido seco (General)

5.1 ¿Están los sistemas receptores antes de la etapa provista de protección magnética u otros sistemas instalados o provistos para materiales extraños antes de procesar el equipo (por ejemplo, molinos de martillos, molidoras y pulverizadores)?

SI NO

5.2 ¿Todo el proceso es hermético al polvo?

SI NO

5.3 ¿Los vehículos de entrega (como camiones) son aterrados antes de la descarga?

SI NO

5.4 Cuando se emplean conexiones flexibles, ¿están apropiadamente conectadas y conectadas?

SI NO

5.5 ¿Los conductos y las conexiones flexibles son herméticos al polvo y son capaces de resistir el aumento de presión y calor de una deflagración cuando están asociados con los sistemas de ventilación, aislamiento o supresión?

SI NO

5.6 Cuando se aplican respiraderos de explosión, ¿está registrada la base de diseño de dimensionamiento de ventilación y la trayectoria de la bola de llama ha sido verificada como segura por una persona calificada?

SI NO

5.7 ¿Ha habido algún cambio de proceso o material desde que se determinó la base del diseño?

SI NO

5.8 ¿Están todos los cambios a los sistemas con polvo combustible controlados por un sistema formal de Mejora Continua de Procesos?

SI NO

5.9 Cuando la descarga de venteo de explosión se canaliza a la atmósfera, ¿la base de diseño tiene en cuenta los conductos y los conductos son lo suficientemente fuertes como para resistir el aumento de presión y calor de la aplicación?

SI NO

5.10 ¿Están aisladas las conexiones de proceso (evaluación de seguridad del proceso, NFPA 69) para evitar la propagación de una explosión de polvo?

SI NO

F Recepción y almacenamiento de granos

6.1 ¿Están herméticos los cabezales y sistemas de arranque de los transportes?

SI NO

6.2 ¿Las secciones de los transportes cuentan con una abertura de inspección sellables y asegurable para permitir la limpieza e inspección?

SI NO

6.3 ¿Las secciones de los cabezales de las patas cuentan con aberturas de inspección sellables y asegurables para la inspección del seguimiento de la correa, el revestimiento de la polea y la descarga adecuada?

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

SI NO

6.4 ¿Todos los cojinetes están montados externamente en las patas del elevador?

SI NO

6.5 ¿Están todas las patas del elevador protegidas / ventiladas apropiadamente?

SI NO

6.6 ¿Están instalados los sistemas de venteos de en las etapas del elevador?

SI NO

6.7 ¿Cada soporte del elevador está equipada con un dispositivo de desaceleración que cortará la energía del elevador y la alarma de acuerdo con NFPA 61 a un mínimo del 80% de la velocidad de operación normal? Nota: La alimentación del elevador por medios mecánicos debe desviarse o detenerse.

SI NO

6.8 ¿Se ha establecido un sistema para garantizar que los dispositivos de desaceleración se instalen correctamente y se inspeccionen regularmente?

SI NO

6.8.1 Verificar los registros de inspección

SI NO

6.8.2 Verifica visualmente la instalación del dispositivo de desaceleración

SI NO

6.8.3 Verifique visualmente la desaceleración de los puntos y la función del dispositivo

SI NO

6.9 ¿Están instalados los sensores de temperatura del cojinete? (Referencia NFPA 61 6.4.1.10)

SI NO

6.10 ¿Se ha establecido un sistema para garantizar que los sensores de temperatura de los cojinetes se instalen correctamente y se inspeccionen regularmente?

SI NO

6.10.1 Verificar los registros de inspección

SI NO

6.10.2 Verifique visualmente la instalación del dispositivo de temperatura del cojinete

SI NO

6.10.3 Verifique visualmente los puntos de ajuste y la función de la temperatura del cojinete

SI NO

6.11 ¿Están instalados los dispositivos de alineación del cinturón (por ejemplo, bloques de fricción)?

SI NO

6.12 ¿Se ha establecido un sistema para garantizar que los sensores de alineación de la correa (por ejemplo, bloques de fricción) se instalen correctamente y se prueben regularmente?

SI NO

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

6.12.1 Verificar los registros de inspección

SI NO

6.12.2 Verifique visualmente la instalación del bloque de fricción

SI NO

6.12.3 Verifique visualmente el punto de ajuste y la función del bloque de fricción

SI NO

6.13 Cuando se aplican conductos de ventilación de explosión, ¿está diseñada la ventilación para evitar lesiones al personal por la descarga de ventilación? ¿Ha habido algún cambio en el proceso desde que se determinó la base del diseño?

SI NO

6.14 ¿Los conductos están aislados según NFPA 654 para evitar la propagación de una explosión de polvo?

SI NO

G Recepción y almacenamiento de granos (transportadores)

7.1 ¿Las aletas, los arados y / o los limpiadores se instalan y funcionan correctamente?

SI NO

7.2 ¿Se ha establecido un sistema de inspección para asegurar que los limpiadores de correa estén en su lugar y no estén gastados?

SI NO

7.3 ¿Se ha establecido un sistema de inspección para asegurar que las cubiertas del transportador estén aseguradas?

SI NO

7.4 ¿Se instalan las paradas de emergencia del transportador y se prueban rutinariamente para garantizar el funcionamiento apropiado?

SI NO

7.5 ¿Están instalados los sensores de temperatura del cojinete?

SI NO

7.6 ¿El proceso se apaga automáticamente cuando la temperatura del cojinete excede el punto de ajuste?

SI NO

7.7 ¿Se ha establecido e implementado un estándar de compra para cinturones y revestimientos que garantiza que dichos cinturones sean conductores estáticos, resistentes al aceite y ignífugos (SCOF o FRAS) y no tengan una resistencia eléctrica superficial que exceda 300 megaohmios?

SI NO

H Eléctrico

8.1 ¿Ha completado la ubicación una encuesta para identificar y clasificar áreas con polvo combustible para riesgos eléctricos peligrosos (por ejemplo, Clase II Grupo G, División 1 o Clase II Grupo G, División 2)? Nota Una ubicación Clase II, Grupo G, División 1 es una ubicación en la cual el polvo combustible generalmente está en suspensión durante el funcionamiento normal. La ubicación de Clase II, Grupo G, División 2 es una ubicación en la cual el polvo combustible usualmente no está en suspensión durante el funcionamiento normal.

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

SI NO

8.2 ¿El equipo eléctrico y el cableado dentro de la ubicación cumplen con los requisitos para la clasificación de riesgo del área?

SI NO

8.3 Los centros de control de motores (MCC) están limpios y los cubos (gabinetes) están libres de acumulaciones de polvo.

SI NO

8.4 ¿El sistema de presurización MCC y la alarma están instalados y funcionan correctamente?

SI NO

8.5 ¿Se realizan pruebas de infrarrojos y otras pruebas de mantenimiento preventivo especificadas en equipos eléctricos?

SI NO

8.6 Donde se determine necesario, ¿se instaló y se mantuvo adecuadamente la protección contra rayos?

SI NO

8.7 ¿Se prohíbe realizar trabajos eléctricos en áreas de polvo combustible diseñadas para evitar la ignición de una nube de polvo o capas de polvo sobre superficies calientes según NFPA 61?

SI NO

I Sistemas de filtro de polvo

9.1 ¿Están los colectores de polvo instalados afuera o de acuerdo con una de las siguientes opciones?

SI NO

9.1.1 Ubicado en un área dentro de la instalación protegida por un sistema de supresión de explosiones

SI NO

9.1.2 Ubicado en un área dentro de la instalación que está separada de otras áreas de la instalación por construcción que tiene al menos una clasificación de resistencia al fuego de una hora y adyacente a una pared exterior y una explosión ventilada al exterior

SI NO

9.2 ¿Los sistemas de filtro están interbloqueados?

SI NO

9.3 ¿Se instaló y funciona correctamente una instrumentación de caída de presión?

SI NO

9.4 ¿Están interbloqueados los medidores de caída de presión?

SI NO

9.5 ¿Se ha establecido y seguido un calendario de cambio de bolsa u otro medio filtrante?

SI NO

9.6 ¿Se evita que el polvo del sistema de recolección de polvo sea devuelto directamente a la pata del elevador?

SI NO

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

9.7 ¿Los conductos están aislados para evitar la propagación de una explosión de polvo?

SI NO

9.8 ¿Cuándo se devuelven líneas de aire limpio al edificio, también requieren aislamiento?

SI NO

9.9 ¿Existen medidas apropiadas de conexión a tierra para el cuerpo del filtro y los mecanismos de la bolsa?

SI NO

J Equipos de procesamiento de granos

10.1 ¿Los molinos de martillo y otros equipos de procesamiento están equipados con detección de chispas?

SI NO

10.2 ¿El dispositivo de detección de chispas se incluye en los programas de inspección de mantenimiento y se prueba según sea necesario?

SI NO

10.3 ¿Los molinos de martillo y otros equipos de procesamiento están equipados con sistemas de supresión de deflagraciones y/o explosiones?

SI NO

10.4 ¿Los molinos de martillo y otros equipos de procesamiento están equipados con sistemas de supresión parada de emergencia por elevación de temperatura?

SI NO

K Sistemas de aceite para supresión de polvo

11.1 ¿Se instalan sistemas de supresión de polvo cuando es necesario?

SI NO

11.2 ¿Hay algún medio para determinar la dosis de aceite?

SI NO

11.3 ¿Hay una señal en su lugar para informar al operador que el sistema no está funcionando correctamente?

SI NO

L Secadoras de grano

12.1 ¿Hay un sistema de limpieza previa delante de la secadora?

SI NO

12.2 ¿La secadora está equipada con puertas de acceso adecuadas para limpieza o extinción de incendios?

SI NO

12.3 En caso de incendio, ¿hay un sistema de descarga de granos de emergencia para evitar que el grano caliente vaya a almacenamiento?

SI NO

12.4 ¿Se puede aislar rápidamente la secadora de los compartimentos que alimentan la secadora y los contenedores que reciben grano de la secadora en caso de incendio?

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

SI NO

12.5 ¿Los interruptores de parada de emergencia son seguros y de fácil acceso?

SI NO

12.6 ¿La secadora está equipada con una sonda de nivel alto en la tolva de alimentación de la secadora que cortará el flujo de grano a la secadora en caso de que se ponga en contacto?

SI NO

12.7 ¿La secadora está equipada con una alarma de bajo nivel y un enclavamiento de apagado?

SI NO

12.8 ¿La secadora está equipada con una lectura de temperatura que indica la temperatura de los gases que ingresan a la sección de secado?

SI NO

12.9. ¿Está la secadora equipada con una desconexión de alta temperatura del aire de escape?

SI NO

12.10 ¿Está la secadora equipada con un sistema de desconexión de temperatura del aire caliente a un máximo de 230 grados F (110 grados C) o menos?

SI NO

12.11 ¿El cierre de aire caliente logra lo siguiente?:

¿Apagar el combustible o calentar a los quemadores?

SI NO

¿Detener el flujo de producto fuera de la secadora?

SI NO

¿Detener todo el flujo de aire de los ventiladores a la secadora?

SI NO

¿Sonar una alarma para solicitar procedimientos de emergencia?

SI NO

12.12 ¿La secadora está equipada con una pérdida de desconexión del flujo de aire?

SI NO

12.13 ¿Hay interruptores de movimiento en todos los alimentadores de descarga y cintas transportadoras?

SI NO

12.14 En caso de falla de energía, ¿el flujo de gas / aceite / vapor se cortará automáticamente?

SI NO

12.15 ¿El secador de grano está equipado con un sistema de extinción de incendios?

SI NO

12.16 ¿La secadora está equipada con un sistema de detección de incendios que activará una alarma?

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

SI NO

12.17 ¿Se ha instalado correctamente el suministro de combustible de la secadora, hasta el punto de conexión al quemador de la secadora?

SI NO

12.18 ¿Existen procedimientos operativos para el arranque, la desconexión, los incendios u otras emergencias de la secadora, la falla de energía, la limpieza y la inspección de dispositivos de seguridad críticos?

SI NO

12.19 ¿Existe capacitación documentada de todo el personal del elevador en los procedimientos operativos y de emergencia de la secadora?

SI NO

M Monitoreo de peligros y sistemas de alarma:

13.1 ¿Todos los dispositivos de monitoreo de riesgos críticos definidos están conectados a una alarma audible de acuerdo con la evaluación de seguridad del proceso? Los ejemplos incluyen, entre otros:

13.1.1 Temperatura del cojinete

SI NO

13.1.2 Alineación

SI NO

13.1.3 Disminución de la capacidad del elevador

SI NO

13.1.4 Parada por alta temperatura

SI NO

13.1.5 Detectores de chispas en malla

SI NO

13.2 ¿Se ha establecido un sistema para garantizar que los sistemas de alarma se instalen correctamente y se prueben regularmente?

SI NO

13.2.1 Verificar los registros de inspección

SI NO

13.2.2 Verifique que las alarmas se escuchen en todas las áreas

SI NO

13.3 ¿Los registros y las pruebas confirman que no hay un historial de problemas con los dispositivos de monitoreo de peligros o los sistemas de alarma?

SI NO

13.4 ¿Se establecen procedimientos críticos de derivación cuando se identifica un problema o se descubre que un dispositivo crítico de monitoreo de riesgos no funciona?

SI NO

N Respuesta de emergencia:

Determinación de las medidas de prevención y control idóneas para explosiones de polvo, durante la elaboración de cerveza en dos plantas ubicadas en la región occidental y central de Venezuela.

14.1 ¿Hay más de un medio de egreso desde la parte superior del elevador o túneles?

SI NO

14.2 ¿El plan de acción de emergencia del sitio está en funcionamiento y define claramente el procedimiento para abordar los incendios de los tanques de granos?

SI NO