

ALMACENAMIENTO EN SILOS

Generalidades.

Los silos son contenedores de distintas formas que pueden tener una capacidad de unos pocos metros cúbicos o de unos centenares, y que pueden ser abiertos o herméticamente cerrados; se utilizan para el almacenamiento o conservación de una extensa gama de productos, bien sea granos, harinas, forraje o líquidos. El almacenamiento de granos en silos es una práctica muy frecuente y su normatividad apunta a las condiciones técnicas de los silos, para garantizar su resistencia, gracias a la presión interna de la carga y a la generada en muchos casos por la fermentación del producto.



Todos los silos tienen aberturas de alimentación, generalmente cerca del extremo superior y, bocas de descarga en la base o a un lado. En los silos cerrados las aberturas están herméticamente selladas, pero a menudo se sitúa una válvula de compensación de presión en lo alto para facilitar el vaciado.



Las superficies interiores deben ser lo mas lisas posibles, por lo cual se cubren con cemento vidriado, resinas sintéticas o una mezcla cuyo componente principal es el vidrio soluble. El objetivo de estos recubrimientos es facilitar el flujo del producto dentro del silo y protegerlo contra materiales corrosivos. Cuando el material almacenado posee poca movilidad se pueden acondicionar tolvas, bien para llenar o descargar el silo, las cuales poseen una inclinación de aproximadamente 28° y a las que pueden adaptarse variantes de diseño como la vibración o el mezclado, para aumentar la velocidad del flujo.

El nivel del llenado del silo es importante al momento de realizar los cálculos del diseño. Durante una explosión se producen fuerzas horizontales y verticales sobre las paredes del silo, las cuales llegan a su máximo valor cuando el silo se encuentra vacío. A medida que el silo tiene más cantidad de producto estas presiones disminuyen y

parte del empuje sobre las paredes se sustituyen por el material almacenado. Cuando el silo está lleno no se produce explosión y las presiones que soporta el mismo son las causadas por el producto almacenado.

Según el material ensilado el riesgo de producción de gases tóxicos puede segmentarse en dos: dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

Silos de semillas y granos. Los factores que afectan la conservación de un silo son la humedad del grano, la humedad relativa de la atmósfera y la temperatura del silo. Las semillas despiden bióxido de carbono (reduce la cantidad de oxígeno en el aire), humedad y calor, con el consiguiente peligro de calentarse demasiado y crear condiciones favorables al desarrollo de hongos y parásitos e insectos destructivos.

El bióxido de carbono, CO_2 , se produce como parte del proceso de “respiración” o intercambio gaseoso propio de las semillas.

El maíz es el cereal mas rico en nitratos que se descomponen dando lugar al NO_2 .

Silos de forraje. Las plantas verdes ensiladas después de poco tiempo inician su fermentación. Durante el proceso de fermentación se produce N_2O_3 a partir del oxígeno y los nitratos contenidos en las plantas. El gas escapa rápidamente del ensilado y se combina con el oxígeno del aire para formar NO_2 , que es muy tóxico. Normalmente se conoce como gas de silo a dióxido de nitrógeno.

El NO_2 es mas pesado que el aire y suele descender a la base del silo, en algunas ocasiones puede detectarse visualmente por una nube amarilla a pardo rojizo que se extiende por la parte superior del ensilado. Este gas inicia su formación poco tiempo después del ensilado del material hasta tres semanas después.

Peligros.

Los riesgos propios del almacenamiento en silos pueden sintetizarse de la siguiente manera:

❖ **Incendios y explosiones:** este riesgo suele presentarse en el ensilado de polvos. Una explosión de polvo es el resultado de una rápida combustión de partículas combustibles puestas en suspensión, con capacidad para propagarse. Sus efectos son mecánicos (aumento de presión), térmicos (aumento de temperatura) y de producción de humos asfixiantes (consumo de oxígeno).

Para que se produzca una explosión, además de requerir unas características determinadas de las partículas en suspensión y una determinada concentración de oxígeno, es necesaria una fuente de ignición, la cual puede tener un origen diverso:

- Calor procedente de chispas mecánicas y de fricción.
- Equipos electrónicos

- Electricidad estática
- Herramientas alimentadas por baterías
- Llamas abiertas y chispas.

❖ **Accidentes mecánicos y atrapamientos:** el trabajo cerca de tornillos sin fin, elevadores, mezcladores y otras piezas mecánicas pueden atrapar a los trabajadores, por lo que debe prestarse total atención al llenado y vaciado de silos así como a las demás medidas de seguridad diseñadas para prevenir tales accidentes.

Durante el ensilado de granos no debe permitirse que los trabajadores entren en el silo sin tener asegurado un medio de salida, ya que existe el peligro que queden enterrados entre el material moviente.

Espacios confinados: un silo es un espacio confinado, en el cual existe el riesgo de caídas (cuando el silo es vertical), por lo que el equipo de protección debe ser el apropiado para tales casos. La apertura e ingreso a los silos sin las debidas precauciones pueden ocasionar graves lesiones e incluso la muerte a los trabajadores por la cantidad de gases tóxicos generados al interior del silo. Antes de realizar cualquier labor que requiera acercarse a la boca del silo o el ingreso dentro de el debe considerarse como un trabajo de espacios confinados, por lo que deben tramitarse los permisos respectivos y utilizar equipo de protección personal apropiado.

Precauciones.

Las siguientes medidas preventivas apuntan a reducir los tres grandes riesgos mencionados anteriormente:

Incendios y explosiones

- Controlar las nubes de polvo, especialmente cerca de posibles fuentes de ignición, observando una limpieza completa del área, evitando levantar polvo (prefiera la aspiración) y acudiendo a métodos como separadores magnético para su control.
- Controlar las fuentes de ignición (calor, equipos electrónicos, energía estática, herramientas, llamas abiertas y chispas, etc).
- Procurar un silo lleno permanentemente. Un silo vacío es mas propenso a sufrir una explosión que un silo lleno, por las razones explicadas anteriormente.
- No fumar dentro de las instalaciones.
- Evitar la caída de objetos o materiales que puedan generar chispas.
- Seguir los procedimientos de seguridad de las máquinas.
- Prohibir en el área operaciones en caliente (soldadura, corte, pulido, etc.). Estas operaciones deben realizarse de acuerdo a un protocolo previamente revisado y aprobado.
- Utilizar equipos eléctricos seguros.
- Aterrizar todos los contenedores metálicos donde exista flujo de partículas, líquidos o electricidad para evitar la acumulación de cargas estáticas.

Accidentes mecánicos y atrapamientos

- No deben usarse joyería, cabello suelto, ropa amplia o con bolsillos que faciliten el atrapamiento.
- Deben existir protocolos para la realización de operaciones riesgosas como el mantenimiento de piezas mecánicas o la alimentación manual de silos o tolvas.
- Estas áreas de trabajo deben ser de acceso restringido.

Espacios confinados

- No debe penetrarse en un silo hasta que haya circulado aire fresco por medios mecánicos (ventiladores) mínimo durante 30 minutos y con un equipo de respiración autocontenido.
- Si la labor requiere acciones cerca de líneas energizadas o impedir el movimiento de máquinas, interrumpa el fluido eléctrico de las líneas de conducción presentes en el lugar y asegúrelos con ayuda de un candado y/o una etiqueta de peligro, si esto no es posible utilice otra medida como la remoción de un fusible. A continuación fije un aviso que prohíba cambiar el estado del circuito o retirar el candado.
- Realice pruebas de contenido de oxígeno en el aire. El contenido de oxígeno debe estar entre el 19.5% y 21.5%. Monitoree la concentración de vapores en el ambiente. Las concentraciones no deben exceder el 10% de los límites inferiores de inflamabilidad.
- Reúna los equipos de protección personal y de rescate adecuados y pruébelos antes de entrar. Incluya de ser necesario equipo de iluminación, cascos, caretas, escaleras, arneses, cuerdas, elementos de comunicación (radios, pitos), etc. Incluya todo equipo especial de iluminación, herramientas que no produzcan chispas, y otros equipos eléctricos que deban estar disponibles antes de entrar al espacio confinado.
- Diligencie los permisos para la entrada al espacio confinado acatando todas las recomendaciones.

Elementos de Protección Personal.

Dependiendo del contenido del silo y de la labor que se realice los elementos de protección personal pueden sufrir variaciones de materiales especialmente en guantes y traje protector, por lo que aquí sugerimos en ese aspecto es a manera de sugerencia.

Si el espacio presenta riesgo de fatiga por calor o por efectos del frío, determine la temperatura y la humedad para establecer si las condiciones de trabajo son adecuadas.

Respiratoria: Mascara full face (cara completa) con un equipo autocontenido.

Traje: Se recomienda utilizar un traje de cuerpo entero con gorro elaborado en materiales como: dril o Tyvek, Saranex o CPF® si se manejan productos químicos¹.

¹ Para este caso particular debe consultarse la tabla de resistencia química para verificar el material apropiado.

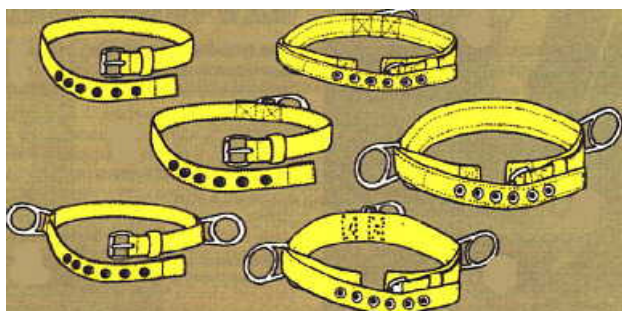
Guantes: Se recomienda utilizar guantes elaborados en cuero o carnaza siempre que no se entre en contacto con sustancias químicas.

Alturas: el ingreso al un silo requiere de los elementos de protección necesarios mínimos para trabajar en alturas, de manera tal que se garanticen dos cosas: la primera, evitar una caída dentro o fuera del silo, la cual puede ser mortal y la segunda permitir el rescate del trabajador en caso de una caída o inhalación de gases tóxicos emitidos por los materiales almacenadas.

Los arneses y cinturones de seguridad deben cumplir con la Norma ICONTEC 2037 y 2021. Si se usan equipos importados, deben cumplir con las Normas OSHA u otras que tengan un certificado de calidad estampado en él.

En el trabajo en alturas, debe haber contacto con personas que se encuentren permanentemente en la plataforma de trabajo, ya sea en forma visual o por otro sistema de comunicación.

Cada uno de los sistemas existentes, para trabajo en alturas, cumple con un objetivo específico. Es así, como el arnés es considerado el elemento de seguridad por excelencia para el trabajo en alturas. El cinturón de seguridad se ha diseñado con el fin de permitir la ubicación o desplazamiento del trabajador gracias a las argollas que posee, pero no es útil por sí solo para contrarrestar las caídas ya que un trabajador soportado únicamente en él puede sufrir daños severos, al recibir el impacto del descenso en un sólo punto de su cuerpo, además el cinturón sólo distribuye las fuerzas de interrupción en la cintura, mientras que el arnés de cuerpo completo distribuye las fuerzas de interrupción de caída a lo largo de los muslos, la pelvis, la cintura, el pecho y los hombros (figura 2). Un arnés elaborado en tejido elástico evita lesiones durante la caída.



Grafica 1. CINTURONES DE SEGURIDAD



Figura 2. ARNES CON CINTURON DE SEGURIDAD

FUENTES CONSULTADAS

1. 29-CFR-1926. Occupational Safety & Health Administration, OSHA.
2. Catalogo de equipo de seguridad MSA. P. 218-220.
3. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Oficina Internacional del Trabajo. Edición Dr. Luigi Parmeggiani. P.467a 471; 645 a 647; 2264 y 2265.
4. FERNÁNDEZ, García Javier y Otro. Explosiones de Polvo en los Silos Agrícolas. Mapfre Seguridad. No. 82. Segundo trimestre 2001.

Nota: La información anterior se proporciona a manera de orientación. Está basada en fuentes consideradas veraces, y acatarla o no depende exclusivamente del usuario. El autor no se hace responsable por las consecuencias derivadas de la aplicación de estas recomendaciones.

- Fecha de elaboración: 13/05/2004
- Elaborado por: CISTEMA – SURATEP S.A.