

19. Caso 9: Trabajos en Molinos

19.1. Introducción al caso.

19.1.1. Aspectos técnicos.

Las plantas de molienda pueden estar en ubicaciones separadas de las plantas de producción del clínker. El tipo de molienda de cemento y el diseño de la instalación dependen del tipo de cemento que se vaya a producir. Tienen gran importancia la molturabilidad, la humedad y la abrasión de los componentes del cemento producido.

El cemento portland se produce moliendo juntos clínker y sulfatos tales como yeso y anhidrita. En los cementos de adición (cementos compuestos) hay otros constituyentes, tales como escoria granulada de alto horno, puzolanas artificiales o naturales o filler calizo. Las adiciones se pueden moler junto con el clínker o pueden necesitar secarse y molerse por separado.

La mayoría de los molinos trabajan en circuito cerrado, es decir, pueden separar el cemento de la finura requerida y devolver el material grueso al molino.

Debido a la variedad de tipos de cemento requeridos por el mercado, predominan los sistemas de molienda de última generación equipados con separador dinámico de aire.

Los sistemas de molienda más empleados son:

- ▲ Molino de bolas en circuito abierto o cerrado.
- ▲ Molino vertical de rodillos.
- ▲ Prensa de rodillos.



Figura 19. 1. Molinos de bolas

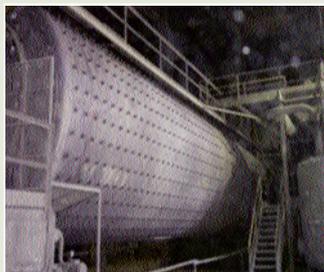


Figura 19. 2. Molino vertical de rodillos

Acceder al interior de los molinos conlleva muchos riesgos. Para realizar los trabajos necesarios es preciso establecer un procedimiento de trabajo que ha de cumplirse escrupulosamente.

En las instalaciones de Cementos Molins Industrial el mantenimiento se realiza cada dos o tres semanas. Cada vez que se realiza una parada en los molinos el horno se deja al mínimo de capacidad o incluso se llega a parar.

En los trabajos que se realizan en los molinos se ha observado que existen una serie de riesgos que es necesario evitar y que se ilustran en las siguientes imágenes. En la figura 19. 3 se observa el rescate de una persona inconsciente. La figura 19. 4 muestra cómo el trabajador cruza por debajo del molino.



Figura 19. 3. Rescate de persona inconsciente



Figura 19. 4. Cruzar debajo del molino

Las labores de mantenimiento que se efectúan en los molinos son muy diversas. Destacan las siguientes:

- Reparación del molino.
- Reclasificación y recarga de bolas.
- Eliminación de atascos.
- Cambio de placas y tornillos rotos.
- Inspección de desgastes de placas, tuercas, tabiques ...
- Revisión de los cojinetes (holgura de rodamientos, aceite, agua ...).
- Inspección de las fisuras en el testero.
- Inspección del circuito de pulverización del agua.



Figura 19. 5. Reparación del molino

19.1.2. Consecuencias para la salud.

Las tareas de reparación y mantenimiento de los molinos se caracterizan por las condiciones extremas de temperatura en que se pueden desarrollar.

Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con la reparación de molinos aparecen reflejadas en la siguiente tabla:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas	Cráneo
Luxaciones	Cuello
Esguinces	Región lumbar
Torceduras	Miembros superiores e inferiores
Intoxicaciones	Tórax y espalda
Fallecimiento	Órganos internos

La variabilidad de las patologías padecidas por los trabajadores por accidentes relacionados con los molinos influye directamente en la duración de las bajas.



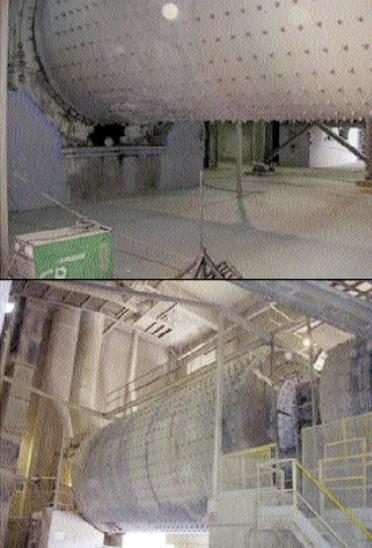
19.1.3. Marco social.

Los trabajadores son conscientes de que las labores de reparación – mantenimiento de los molinos se desarrollan en condiciones extremas de temperatura.

El personal centra sus reivindicaciones en los procedimientos de trabajo así como el tiempo de permanencia en el interior del molino. Piden que los procedimientos desarrollados por los responsables de seguridad y salud tengan muy en cuenta las condiciones en que se realizan los trabajos. Asimismo, demandan que se establezca el tiempo máximo que un trabajador puede permanecer en el interior del molino.

19.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos que se realizan en los molinos exigen el cumplimiento de la legislación general sobre seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, y por tratarse de trabajos que se desarrollan en espacios confinados, exigen el cumplimiento de una legislación específica.



LE AFECTAN
PRINCIPALMENTE

- Ley 31 / 1995
- RD 485 / 1997
- RD 486 / 1997
- RD 487 / 1997
- RD 773 / 1997
- RD 1215 / 1997
- RD 614 / 2001
- RD 54 / 2003
- RD 171 / 2004
- RD 2177 / 2004
- RD 1311 / 2005
- RD 286 / 2006

19.2. Riesgos teóricos asociados al caso.

Los riesgos principales a los que se enfrentan los trabajadores que realizan labores de reparación – mantenimiento en los molinos se citan a continuación:

- Caída de objetos desde alturas.
- Caída de personas desde alturas.
- Accidentes con máquinas (atrapamientos, golpes ...).
- Incendio/explosión (molinos de carbón).
- Asfixia del trabajador (molino de carbón).
- Aumento de la temperatura corporal (molinos a alta temperatura).
- Evacuación con dificultad de una persona inconsciente.

19.3. Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas.

19.3.1. Alternativas planteadas.

Todas las posibles alternativas para la realización de los trabajos de reparación y mantenimiento con el menor riesgo posible tienen su origen en la elaboración de un procedimiento de trabajo riguroso.

Los pasos previos de los que ha de constar un correcto procedimiento de trabajo deben ser los siguientes:

- ▲ El encargado de los trabajos comunicará a la sala de control el inicio de los mismos.
- ▲ La sala de control realizará las siguientes tareas:
 - Dejará el molino suficientemente vacío de material.
 - Optimizará la ventilación interior del molino para minimizar su tiempo de enfriamiento.
 - Mantendrá las máquinas necesarias en condiciones de seguridad.

Cualquier actividad que se realice en un molino de carbón requerirá la comprobación previa de la concentración de gases.

En los molinos de carbón debe existir la prohibición de fumar durante todo el trabajo. Será obligatoria la utilización de alumbrado antideflagrante, ya que las tareas se realizan en una atmósfera explosiva y una simple chispa puede provocar una detonación.

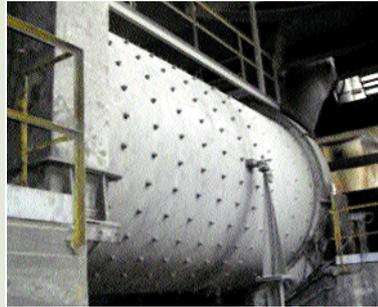


Figura 18. 6. Molino de carbón



Figura 18. 7. Trabajos de soldadura en molino

En ocasiones, es necesario el empleo de herramientas metálicas o utensilios que generan chispas o llamas desnudas. En este caso se deberá cubrir el suelo de bolas. Existen dos alternativas para hacerlo:

- Cubrir el suelo con crudo.
- Cubrir el suelo con una manta especial.

Cuando se trabaje en molinos de crudo estará terminantemente prohibido poner en marcha o encender su horno.

Cuando se produzca un paro inesperado del horno se avisará inmediatamente al encargado del trabajo y se procederá a la evacuación inmediata del molino.

19.3.2, Ejemplos de Buenas Prácticas.

La primera medida que se ha de tomar es el cumplimiento riguroso del procedimiento de trabajo elaborado por el responsable de Seguridad y Salud.

Quien realice labores de mantenimiento en los molinos será personal formado, no sólo en los aspectos técnicos sino también en aspectos médicos. Esto se hace con el objetivo de que los trabajadores puedan reconocer los síntomas de mareos, golpes de calor...

Se señalizará el suelo bajo el molino para impedir el acceso de terceras personas. La señalización deberá impedir que los trabajadores se acerquen a tres metros de la vertical del molino.



Figura 18. 8. Trabajos de soldadura en molino

Otra medida importante es la instalación de un sistema de rescate que permitirá evacuar a los trabajadores que se encuentren inconscientes.

Se realizarán mediciones de temperatura, humedad y gases.

Para controlar el estrés térmico que sufren los trabajadores se aplicará el índice de tensión térmica. Con este índice se podrá conocer el tiempo que puede permanecer un trabajador en el interior del molino sin riesgo para su salud.

Para prevenir el riesgo de aumento de la temperatura corporal se aconseja la ingesta de bebidas con sales, en cantidad suficiente, sin esperar a tener sed. Asimismo se respetará el tiempo y lugar de descanso.

Se cortarán aquellas máquinas que puedan aportar riesgos a los trabajadores.

19.3.3. Valoración y seguimiento.

El encargado comprobará que los trabajadores cumplen con el procedimiento de trabajo.

Todo trabajador que acceda al molino deberá llevar colocado un arnés anticaída. Gracias a él se podrá evacuar al trabajador en caso de necesidad.

Se dispondrá en todo momento de una persona en el exterior que realice la labor de vigilancia y que estará comunicada con un servicio de ayuda de emergencias.

El encargado colocará candados y/o placas personales en los puntos de corte de corriente, circuitos hidráulicos, de agua, aire... de todas las máquinas que puedan aportar riesgos a los trabajadores para impedir un arranque accidental de los equipos.

La comprobación de la concentración de gases se realizará en presencia de otro trabajador para asegurar que la persona que realiza la medición no se ve afectada por los gases que se están midiendo.

El encargado, a lo largo de toda la tarea, controlará y anotará el tiempo de salida (y re-entrada) de todos los trabajadores. Igualmente, cumplimentará un registro de seguridad con todos los pasos a seguir. Del mismo modo anotará cualquier incidencia observada en la hoja de registro, la cual firmará y remitirá a su jefe de inmediato, quien verificará que todo el trabajo se ha efectuado conforme al procedimiento.

TABLA DE CONTROL HORARIO					
TRABAJADOR		LECTURA TERMOHIGRÓMETRO		CONTROL HORARIO (según tabla Procedimiento)	
NOMBRE	hora entrada	temperatura	humedad relativa	hora salida (antes de...)	hora fin descanso (no antes de...)

Figura 18. 9. Tabla de control

19.4. Ficha Resumen

Caso 9: Trabajos en Molinos

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

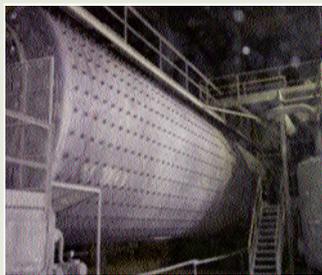
El tipo de molienda del cemento y el diseño de la instalación dependen del tipo de cemento que se vaya a producir. Tienen gran importancia la molturabilidad, la humedad y la abrasión de los componentes del cemento producido

Los sistemas de molienda más empleados son:

- Molino de bolas en circuito abierto o cerrado.
- Molino vertical de rodillos.
- Prensa de rodillos.



Molinos de bolas



Molino vertical de rodillos

Las labores de mantenimiento que se efectúan en los molinos se caracterizan por su diversidad. Se destacan las siguientes:

- Reparación del molino.
- Reclasificación y recarga de bolas.
- Eliminación de atascos.
- Cambio de placas y tornillos rotos.
- Inspección de desgastes de placas, tuercas, tabiques ...
- Revisión de los cojinetes (holgura de rodamientos, aceite, agua ...).
- Inspección de las fisuras en el testero.
- Inspección del circuito de pulverización del agua.

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- Cumplimiento riguroso del procedimiento de trabajo elaborado por el responsable de Seguridad y Salud.
- Quien realice labores de mantenimiento en los molinos será personal formado, no sólo en los aspectos técnicos sino también en aspectos médicos. Esto se hace con el objetivo de que los trabajadores puedan reconocer los síntomas de mareos, golpes de calor...
- Se señalizará el suelo bajo el molino para impedir el acceso a terceras personas. La señalización deberá impedir que los trabajadores se acerquen a tres metros de la vertical del molino.



Trabajos de soldadura en molino

- Otra medida importante es la instalación de un sistema de rescate que permitirá evacuar a los trabajadores que se encuentren inconscientes.
- Se realizarán mediciones de temperatura, humedad y gases.
- Para controlar el estrés térmico que sufren los trabajadores se aplicará el índice de tensión térmica. Con este índice se podrá conocer el tiempo que puede permanecer un trabajador en el interior del molino sin riesgo para su salud.
- Para prevenir el riesgo de aumento de la temperatura corporal se aconseja la ingesta de bebidas con sales, en cantidad suficiente, sin esperar a tener sed. Asimismo, se respetará el tiempo y lugar de descanso.
- Se cortarán aquellas máquinas que puedan suponer riesgos para los trabajadores.

19.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 9: Trabajos en Molinos

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

20. Caso 10: Atascos en Machacadoras

19.1. Introducción al caso.

19.1.1. Aspectos técnicos.

Para poder fabricar cemento es necesario reducir los grandes bloques de roca, obtenidos en la cantera, a tamaños más manejables. Esta reducción se lleva a cabo mediante trituración y molienda, a menudo combinadas con actividades de clasificación por tamaños, como el cribado.

Por lo general, en este proceso no se usa una sola máquina, sino varias a modo de circuito. De la efectividad del mismo en la imbricación de los diferentes aparatos depende el éxito de estas operaciones.

Además, se ha de tener en cuenta que en todo el proceso se ha de controlar la emisión de polvos, lodos, producción de ruido, etc., relativos al cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en el trabajo y medioambientales.

El caso que aparece reflejado en esta Guía de Buenas Prácticas se ha centrado en el estudio de trituradoras primarias de mandíbulas. Éstos son los aparatos más utilizados en trituración y sus diseños varían atendiendo a la granulometría para la que están destinados, su capacidad, características de manejabilidad del producto, etc.

En toda operación de reducción de tamaño va a existir un roce, más o menos notable, dependiendo del tipo de fuerza aplicada y del diseño del aparato, entre el material rocoso y ciertas partes metálicas. Por ello, dado el carácter abrasivo de las sustancias minerales, va a producir desgaste en las mismas.

También es preciso que los aparatos, dentro de ciertas limitaciones, puedan adaptarse a dar diferentes productos con el fin de tener una cierta versatilidad en la instalación.

Otra cuestión importante es la posible presencia de intriturbables, normalmente constituidos por piezas metálicas procedentes de roturas o pérdidas producidas en las diversas fases de arranque (barrenas, tornillos, etc.) y el transporte. Éstos pueden dar lugar a esfuerzos excesivos dentro de los aparatos que provocarían graves daños en los mismos, por lo que es preciso realizar un diseño adecuado, aparte de que se pueda intentar detectar o eliminar estos materiales antes de que entren en las máquinas mediante técnicas de detección de metales y/o separación magnética.

Es muy importante recalcar que cada atasco producido en una machacadora o puente es totalmente diferente al anterior y hay que actuar con todas las medidas de seguridad disponibles. Para ayudar al desatasco en este tipo de machacadoras es muy aconsejable el empleo de martillos hidráulicos.

La formación y capacitación de los trabajadores es un factor muy importante para valorar el riesgo y la forma de actuar. La eliminación de puentes en machacadoras primarias es una operación que conlleva un alto riesgo.

El mayor problema que se puede plantear cuando se produce un atasco en una machacadora primaria de mandíbulas es la correcta valoración de la situación. Para ello, como se ha comentado anterior-



Figura 20. 1. Boca machacadora



Figura 20. 2. Atasco machacadora

mente, es necesaria una formación adecuada de los operarios. Asimismo, dichos trabajadores deberán utilizar los EPI's necesarios.

Otro de los dispositivos que, junto con los martillos hidráulicos, se hace necesario instalar en las machacadoras son los detectores de nivel. Su cometido es localizar los posibles atascos que se puedan producir.

El desatasco se puede realizar en:

- ▲ Machacadoras primarias con medios mecánicos.
- ▲ Machacadoras primarias sin medios mecánicos.



Figura 20. 3. Machacadora con medios mecánicos

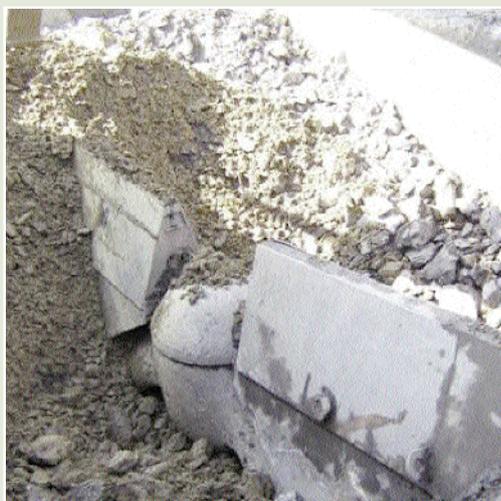


Figura 20. 4. Machacadora sin medios mecánicos

20.1.2. Consecuencias para la salud.

No se suelen producir muchos accidentes en las labores de desatascos de las machacadoras, pero cuando suceden, las consecuencias pueden llegar a ser muy graves, llegando incluso a provocar el fallecimiento del trabajador. Por lo general, las bajas son de larga duración.



Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con el desatascos de las machacadoras son:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas Golpes Luxaciones Torceduras Aplastamiento Inclusiones de trozos de metal Proyecciones Fallecimiento	Cráneo Extremidades superiores Extremidades inferiores Órganos internos Huesos

20.1.3. Marco social.

En las tareas de desatascos de las machacadoras el personal está muy concienciado de la peligrosidad. Por ello que no se opera sin la autorización del jefe de planta.

20.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos que se llevan a cabo durante el desatascos de la machacadora se caracterizan por ser muy específicos y, debido a su peligrosidad, se deben realizar sin el menor descuido. Desde el punto de vista legal requieren el cumplimiento de numerosos Reales Decretos.

LE AFECTAN PRINCIPALMENTE

- RD 830 / 1991
- RD 1435 / 1992
- RD 1215 / 1997
- RD 1389 / 1997
- I.T.C'S

20.2. Riesgos teóricos asociados al caso.

Cuando una persona tiene que realizar las labores de desatasco de una machacadora debe conocer los riesgos a los que se enfrenta. Dichos riesgos se citan a continuación:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos móviles o inmóviles.
- Golpes por objetos.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por y entre objetos.
- Sobreesfuerzo.

20.3. Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas.

20.3.1. Alternativas planteadas.

El caso de desatasco de machacadoras que aparece reflejado en esta Guía de Buenas Prácticas ha sido elaborado por Cementos Leona S.A y se ha centrado en el estudio de la machacadora de mandíbulas. En futuras revisiones de la Guía se analizará otro tipo de machacadoras.

Las alternativas para la eliminación de atascos en las machacadoras de mandíbulas dependen de si la instalación dispone de martillo hidráulico o no. En caso afirmativo, el método a seguir es tan simple que nos conduce a aconsejar su instalación en aquellas machacadoras que carezcan de él.

En el siguiente punto se van a tratar los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para realizar el desatasco de una machacadora de mandíbulas.

20.3.2. Ejemplos de Buenas Prácticas.

▲ Instalaciones que disponen de martillo hidráulico

La primera medida que se ha de tomar consiste en la realización de los trabajos únicamente por personal capacitado y autorizado por la empresa.

Una vez que se ha detectado el atasco de la machacadora se procederá a parar la cinta de alimentación. Para ello se utilizará el procedimiento de descarga que se emplea en la instalación.



Figura 20. 5. Martillo hidráulico empleado en el desatasque de una machacadora

El operario encargado del martillo será el responsable de alejar al personal que pudiera estar situado en las proximidades de su radio de actuación. Dicho operario se situará en el punto más alejado desde donde sea posible observar las maniobras que realiza con el martillo hidráulico.

Todo el personal que intervenga en el desatascado de la machacadora hará uso de los EPI's obligatorios (guantes, botas, casco y careta).

Se picará la piedra con el martillo hasta romperla. Este paso se realizará con la trituradora en marcha. Con ello se consigue aprovechar la inercia de la trituradora que, conjuntamente con el picado, facilitará la rotura de la piedra que produce el emboce.

▲ Instalaciones que no disponen de martillo hidráulico

Al igual que con las máquinas que sí disponen de martillo hidráulico, los trabajos se desarrollarán por personal capacitado y autorizado por la empresa.

Una vez que se ha detectado el atasco de la machacadora se procederá a comunicarlo al encargado o al jefe de planta. No se podrá realizar ninguna operación sin su permiso.

Se parará la cinta de alimentación siguiendo el procedimiento de descarga de la instalación. Asimismo se limpiará la zonal final de la cinta de alimentación para evitar la caída de material.

Se limitará la zona y se observará la distancia existente entre la mandíbula móvil y la piedra. Si la distancia es pequeña se introducirá una pieza metálica para hacer cuña entre la mandíbula y la piedra.



Figura 20. 6. Pieza metálica empleada para el desatascado



Figura 20. 7. Polipasto empleado en el desatascado

Se sujetará la cuerda de forma que las manos queden libres de posibles atrapamientos con barandillas, tubos de riego, etc.

En caso de que no se pueda emplear o no dé resultado el empleo de la pieza metálica se procederá de la siguiente manera:

- Se pararán tanto la machacadora como la cinta de alimentación según el procedimiento de descargo de una instalación.
- Sin subirse a la piedra, ésta se atará con un estrobo y se tirará con el polipasto para extraerla.
- El número mínimo de operarios que realizarán esta operación será de dos.

En caso de que fuera necesario subirse encima de la piedra para el amarre con el estrobo se procederá de la siguiente manera:

- Se sanearán desde el exterior todas las piezas sueltas y demás elementos que pudieran caer sobre el operario.
- La operación la realizarán como mínimo dos operarios y el que baje sobre la piedra irá provisto de los EPI's necesarios.
- Antes de tirar con el polipasto o grúa de la piedra, no habrá ninguna persona situada bajo su radio de acción y se deberá señalizar. El operario que maneje el polipasto o la grúa será el encargado de verificar este punto.
- Una vez amarrada la piedra, el operario saldrá y procederá a tirar del estrobo para sacar la piedra. Si no fuera posible extraerla de esta forma, se pone en marcha la machacadora y una vez alcanzado el régimen nominal se procederá a tirar del estrobo hasta que la piedra haya sido extraída.

En el caso de que los procedimientos anteriores no dieran resultado, se procederá a realizar una pequeña perforación en la piedra con el objetivo de fraccionarla con explosivo. Esta operación será supervisada en todo momento por el director facultativo.

20.3.3. Valoración y seguimiento.

El presupuesto de instalación de un martillo hidráulico asciende a 80.000 €. Dicho presupuesto incluye el martillo, la obra civil y la instalación eléctrica.



Figura 20. 5 Martillo hidráulico

Todos los empleados tienen la obligación de emplear los EPI's obligatorios, así como de cumplir con los procedimientos elaborados para el desatasco de la machacadora.

En todo momento se han de seguir las instrucciones dadas por el encargado o jefe de obra.

20.4. Ficha Resumen

Caso 10: Atascos en Machacadoras

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para poder fabricar cemento es necesario reducir los grandes bloques de roca, obtenidos en la cantera, a tamaños más manejables. Esta reducción se lleva a cabo mediante trituración y molienda, a menudo combinadas con actividades de clasificación por tamaños, como el cribado.

Por lo general, en este proceso no se usa una sola máquina, sino varias a modo de circuito. De la efectividad del mismo en la imbricación de los diferentes aparatos depende el éxito de estas operaciones.

Además, se ha de tener en cuenta que en todo el proceso se ha de controlar la emisión de polvos, lodos, producción de ruido, etc., relativos al cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en el trabajo y medioambientales.

Es muy importante recalcar que cada atasco producido en una machacadora o puente es totalmente diferente al anterior y hay que actuar con todas las medidas de seguridad disponibles. Para ayudar al desatasco de machacadoras de mandíbulas es muy aconsejable el empleo de martillos hidráulicos.

El desatasco se puede realizar en:

- Machacadoras primarias con medios mecánicos.
- Machacadoras primarias sin medios mecánicos.



Machacadora con medios mecánicos



Machacadora sin medios mecánicos

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

→ Instalaciones que disponen de martillo hidráulico

La primera medida que se ha de tomar consiste en la realización de los trabajos por personal capacitado y autorizado por la empresa.

Una vez que se ha detectado el atasco de la machacadora se procederá a parar la cinta de alimentación. Para ello se utilizará el procedimiento de descargo que se emplee en la instalación.

El operario encargado del martillo será el responsable de alejar al personal que pudiera estar situado en las proximidades de su radio de acción. Dicho operario se situará en el punto más alejado desde donde sea posible observar las maniobras que realiza con el martillo hidráulico.



Martillo hidráulico empleado en el desatasco de una machacadora

Todo el personal que intervenga en el desatasco de la machacadora hará uso de los EPI's obligatorios (guantes, botas, casco y careta).

Se picará la piedra con el martillo hasta romperla. Este paso se realizará con la trituradora en marcha ya que con ello se consigue aprovechar la inercia de la trituradora que actuará conjuntamente con el picado y facilitará la rotura de la piedra que produce el emboce.

→ Instalaciones que no disponen de martillo hidráulico

Al igual que con las máquinas que sí disponen de martillo hidráulico, los trabajos se desarrollarán por personal capacitado y autorizado por la empresa.

Una vez que se ha detectado el atasco de la machacadora se procederá a comunicarlo al encargado o al jefe de planta. No se podrá realizar ninguna operación sin su permiso.

Se parará la cinta de alimentación siguiendo el procedimiento de descargo de la instalación. Asimismo, se limpiará la zonal final de la cinta de alimentación para evitar la caída de material.

Se limitará la zona y se observará la distancia existente entre la mandíbula móvil y la piedra. Si la distancia es pequeña se introducirá una pieza metálica para hacer cuña entre la mandíbula y la piedra.

Se sujetará la cuerda de forma que las manos queden libres de posibles atrapamientos con barandillas, tubos de riego, etc.



Pieza metálica empleada para el desatasco

En caso de que no se pueda emplear o no dé resultado la utilización de la pieza metálica se procederá de la siguiente manera:

- Se pararán tanto la machacadora como la cinta de alimentación según el procedimiento de descargo de una instalación.
- Sin subirse a la piedra, ésta se atará con un estrobo y se tirará con el polipasto para extraerla.
- El número mínimo de operarios que realizarán esta operación será de dos.

En caso de que fuera necesario subirse encima de la piedra para el amarre con el estrobo se procederá de la siguiente manera:

- Se saneará desde el exterior todas las piezas sueltas y demás elementos que pudieran caer sobre el operario.
- La operación la realizarán como mínimo dos operarios y el operario que baje sobre la piedra irá provisto de los EPI's necesarios.
- Antes de tirar con el polipasto o grúa de la piedra, no habrá ninguna persona situada bajo su radio de acción y se deberá señalizar. El operario que maneje el polipasto o la grúa será el encargado de verificar este punto.
- Una vez amarrada la piedra el operario saldrá y procederá a tirar del estrobo para sacar la piedra. Si no fuera posible extraerla de esta forma, se pondrá en marcha la machacadora y una vez alcanzado el régimen nominal se procederá a tirar del estrobo hasta que la piedra haya sido extraída.

En el caso de que los procedimientos anteriores no dieran resultado, se realizará una pequeña perforación en la piedra con el objetivo de fraccionarla con explosivo. Esta operación será supervisada en todo momento por el director facultativo.

20.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 10: Atascos en Machacadoras

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

21. Caso 11: Trabajos en Silos y Tolvas

21.1. Introducción al caso.

21.1.1. Aspectos técnicos.

El almacenamiento de los distintos tipos de cemento producidos en una fábrica requiere, generalmente, varios silos. Sin embargo, los nuevos diseños de silos permiten acumular más de un tipo de cemento en el mismo lugar. Las configuraciones más corrientes de los silos de cemento son:

- ▲ Silo de celda única con tolva de descarga.
- ▲ Silo de celda única con cono central.
- ▲ Silo multicelular.
- ▲ Silo domo con cono central.



Figura 21. 1.
Silos de almacenamiento

En los trabajos que se realizan en los silos y tolvas se ha observado que existen una serie de riesgos que es necesario evitar y que se ilustran en las siguientes figuras. En la figura 21. 2 se observa como debido a las características de los silos, muchos de los trabajos de mantenimiento se realizan en altura y en espacios confinados. La figura 21. 3 muestra el ambiente pulvígeno al que se enfrentan los trabajadores a la hora de realizar las tareas de mantenimiento.



Figura 21. 2. Trabajos en altura y en espacio confinado



Figura 21. 3. Ambiente pulvígeno

Con relativa frecuencia es necesario realizar un vaciado total de los silos y tolvas con el fin de eliminar pegaduras que material que se van acumulando sobre sus paredes, así como reparar los sistemas de fluidificación.

Las pegaduras de material suponen una carga muerta que no puede ser evacuada por los medios mecánicos de los que dispone el silo o tolva, lo que provoca una pérdida de capacidad de los mismos. Cuando alcanzan un gran volumen se hace necesario eliminarlas con otros medios para que sean totalmente operativos.

Asimismo, hay ocasiones que los sistemas de fluidificación necesitan de un mantenimiento para reparar telas rotas o tuberías atascadas y éste no se puede realizar sin un vaciado total de los mismos. Normalmente, cuando se procede a realizar el vaciado con los sistemas de extracción siempre quedan unas zonas que no fluyen y que hacen necesaria una actuación para su eliminación.

La situación que nos encontramos normalmente son unos taludes de material de muchos metros de altura y gran pendiente, relativamente inestables, o pegaduras de material en grandes bloques de los que ignoramos su estabilidad.

Estas actuaciones que se tienen que realizar de forma imperativa resultan sumamente peligrosas.

Los trabajos en silos y tolvas pueden resultar sumamente peligrosos si no se tienen en cuenta una serie de normas que se deberán seguir escrupulosamente para evitar accidentes. El encargado de los trabajos no debe permitir actitudes imprudentes e irresponsables que puedan poner en peligro a todos los operarios que intervienen en el proceso.

21.1.2. Consecuencias para la salud.

Los accidentes relacionados con la limpieza de silos y tolvas se caracterizan por su elevada gravedad, ya que son trabajos en los que existe un gran riesgo de sepultamiento. La duración de las bajas producidas es muy variable ya que depende de la patología sufrida por el trabajador.



Por otro lado, existe un grave riesgo higiénico debido a la gran concentración de polvo que se produce en el interior.

Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con esta actividad aparecen reflejadas en la tabla siguiente:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas	Brazos
Golpes	Manos
Esguinces	Piernas
Torceduras	Región lumbar
Aplastamiento	Cabeza
Transtornos respiratorios	Órganos internos
Fallecimiento	Huesos

21.1.3. Marco social.

Tradicionalmente para eliminar la carga muerta de un silo, se vaciaba por las bocas de descarga hasta que no salía más material y, posteriormente, se abría la puerta de entrada para que un hombre accediera al silo para limpiarlo. Este procedimiento resultaba peligroso, ya que se podían producir avalanchas de material.

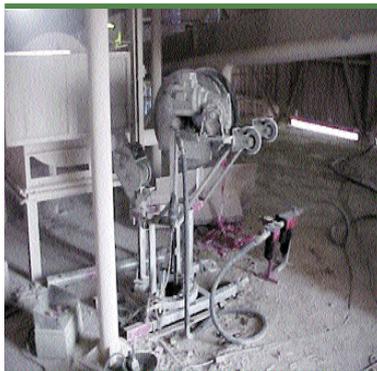
Estas operaciones se han venido realizando de manera manual y asumiendo muchos riesgos. No ha sido hasta hace relativamente pocos años cuando se han empezado a utilizar medios mecánicos.

Ahora está plenamente asumido que el mayor coste que puede representar la realización de la limpieza por medios mecánicos queda compensado por la eliminación de riesgos para la salud de los trabajadores. Pensemos que con estos sistemas eliminamos totalmente el riesgo de sepultamiento cuyas consecuencias suelen ser mortales, y que solamente un accidente que evitemos nos compensaría el sobrecoste de utilización de estos sistemas durante muchos años.

21.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos de limpieza, vaciado o reparación de silos y tolvas se caracterizan por ser muy específicos. Debido a su peligrosidad, dichos trabajos han de estar realizados por trabajadores cualificados conocedores de los riesgos de las tareas y comprometidos con la seguridad.

Desde el punto de vista legal requieren el cumplimiento de numerosos Reales Decretos.



LE AFECTAN
PRINCIPALMENTE

- Ley 31/95
- RD 1215/1997
- RD 171/2004
- RD 773/1997
- RD 486/1997
- RD 485/1997
- RD 681/2003

21.2. Riesgos teóricos asociados al caso.

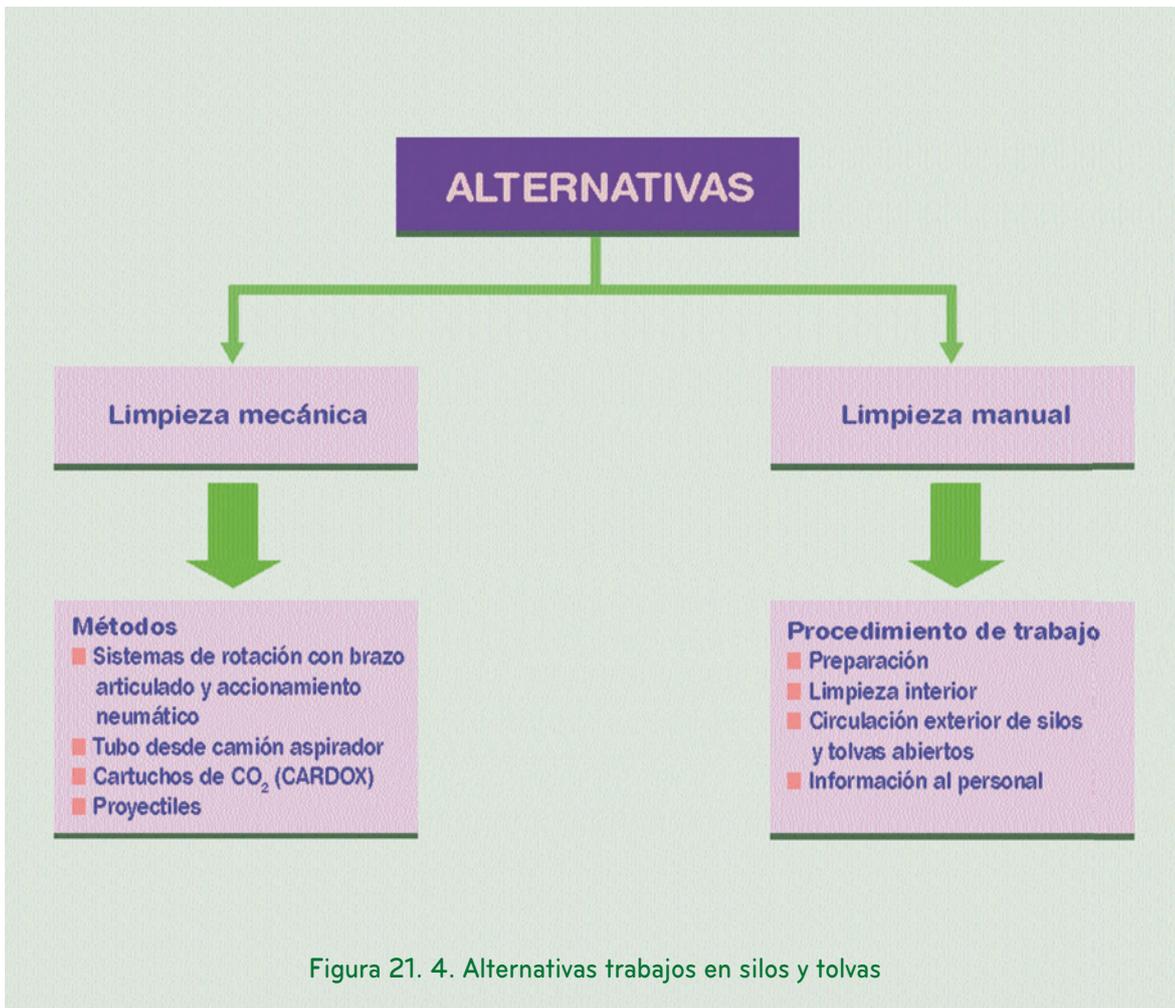
Cuando una persona tiene que realizar las labores de mantenimiento o limpieza de un silo o una tolva debe conocer los riesgos a los que se enfrenta. Estos son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sepultamiento.
- Agentes físicos (polvo, ruido).

21.3. Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas.

21.3.1. Alternativas planteadas.

Ante la problemática planteada en los apartados anteriores, es evidente que se debe intentar por todos los medios realizar estas limpiezas con sistemas mecánicos que eviten el acceso de las personas al interior de silos y tolvas. Pero hay que tener en cuenta que, aunque se utilicen estos sistemas, siempre existe una última fase en que la limpieza se debe realizar manualmente.



Por lo tanto, se hace necesario establecer un procedimiento de trabajo seguro cuando estas operaciones se realicen de manera manual. Este protocolo se debe seguir escrupulosamente y en todo momento estará vigilado por el mando responsable que actuará de recurso preventivo.

Aparte de este procedimiento vamos a contemplar diversas alternativas de sistemas mecánicos que se pueden utilizar y que evitan por completo los riesgos de sepultamiento y el de exposición al polvo.

Las alternativas que se van a contemplar son:

- ▲ Sistema de rotación con brazo articulado y accionamiento neumático.
- ▲ Tubo desde camión aspirador.
- ▲ Cartuchos de CO₂ (CARDOX)
- ▲ Proyectiles

21.3.2. Ejemplos de Buenas Prácticas.

La primera acción que se deberá realizar será la elaboración de un procedimiento de trabajo para las operaciones que se realicen de forma manual. Dicho documento contará con los siguientes puntos:

▲ Entrada e inspección

- Se prohíbe a todo el personal introducirse en el interior de silos y tolvas, salvo que así lo autorice el mando correspondiente.
- Se prohíbe penetrar en un silo o tolva con extracción defectuosa antes de haber agotado todos los medios normales para reanudar la salida de material.
- Tanto el descenso como los trabajos en el interior de silos y tolvas, sólo se efectuarán bajo la vigilancia del encargado o jefe de equipo responsable de la tarea. Éste no deberá bajar personalmente al silo o tolva ni abandonar el lugar de vigilancia bajo ningún pretexto. Vigilará que los operarios designados para bajar vayan atados con el cinturón de seguridad.
- En caso de contratar un trabajo en silos o tolvas a una empresa exterior, se le adiestrará y advertirá de las precauciones que se deben tomar y se les informará de las protecciones personales necesarias para realizar el trabajo (guantes, gafas, mascarillas, cinturones, etc).
- Antes de entrar en un silo o tolva se pararán y bloquearán las instalaciones de llenado y vaciado, poniendo en los conductos de entrada bridas ciegas y colocando los avisos de “No conectar. Personal trabajando”. El desbloqueo durante el trabajo sólo se efectuará bajo orden del jefe de turno, en coordinación con el encargado o jefe de equipo responsable de la tarea.
- Antes de desarrollar cualquier labor en el interior de un silo o una tolva se debe verificar la presencia de contenido de oxígeno necesario, así como la ausencia de contaminantes que comprometan la salud de las personas o presenten riesgo de incendio o explosión.
- Si las tolvas disponen de cañones de aire, se les cortará la entrada del mismo y se dispararán manualmente desde la electroválvula para dejarlos descargados. A continuación se desconectarán eléctricamente.
- Se prohíbe permanecer en o bajo aberturas de vaciado durante los trabajos de limpiezas. Será responsabilidad del jefe de turno o encargado del trabajo acotar la zona mientras dure la operación.

▲ Limpieza interior

- Al programar una limpieza de este tipo se valorará la conveniencia o no de realizar estos trabajos por medios mecánicos existentes al efecto.
- Sólo se podrá entrar en un silo o tolva por su parte superior. Cuando se esté seguro de que no hay material por encima de las entradas laterales, también se podrá entrar por éstas.
- Durante la limpieza de un silo o tolva se actuará siempre por encima del nivel más alto alcanzado por el material existente en la misma y se procurará una ventilación forzada para tener una buena visión en su interior.
- Estando los extractores en marcha, no descansará nunca el peso del cuerpo sobre el material, ni directamente, ni mediante aparejos utilizados en el descenso.
- Sea cual fuere el tipo de descenso adoptado, el personal llevará los cinturones de seguridad o arnés que tiene a su disposición.
- Para sujetar los cinturones de seguridad o arnés se escogerá un punto de amarre exterior con resistencia suficiente.
- Para trabajar en el interior de silos y tolvas deberá asegurarse una buena iluminación, así como mascarillas adecuadas, además de los medios de protección normales (guantes, gafas, casco, botas, etc).
- Cada vez que se interrumpa el trabajo se cerrará la puerta del silo.

▲ **Circulación por el exterior de silos y tolvas abiertos:**

- Estará rigurosamente prohibido a cualquier persona que no conozca perfectamente el lugar circular por las proximidades de silos o tolvas.
- El acceso a bordes de silos, tolvas y contenedores de material, en general, sólo se autorizará tras haber tomado todas las precauciones para evitar caídas accidentales.
- La circulación nocturna sobre silos, tolvas y tolvinos sólo se permitirá si el alumbrado es suficiente y, de todas formas, el operario irá provisto de un sistema de alumbrado personal (linterna) que le permita retirarse en caso de interrupción del alumbrado fijo.
- El acceso a la parte superior de los silos y tolvas estará bloqueado (cadenas con candado, escotillas, puertas, etc.) cuando exista posibilidad de caídas accidentales, siendo retirado después de cada intervención.

▲ **Información al personal:**

- Se comentará la presente norma a todo el personal interesado. Además, en el lugar de trabajo, se recordarán verbalmente a los operarios encargados del trabajo, ya sean de la empresa cementera o de empresas contratadas, los peligros existentes así como las medidas preventivas a tomar.
- Lo indicado en el punto anterior se aplicará, especialmente, al personal de las empresas exteriores contratadas para trabajos de limpieza de silos. Dado que en última instancia la responsabilidad corresponde a la empresa cementera, es importante que los jefes y encargados del departamento que contraten a la empresa externa se aseguren de que ésta cumpla con las todas medidas indicadas en la presente norma. Para ello, entregarán al responsable de la empresa exterior una copia de la misma.

El sistema de rotación con brazo articulado y accionamiento neumático permite realizar la limpieza de un silo o tolva desde el exterior. Como se puede apreciar en la figura 21. 5 consiste en un dispositivo rotatorio con accionamiento neumático que dispone de unas cadenas que son las que van golpeando sobre el material. Un brazo articulado permite aproximar el equipo a cualquier zona del silo.

Una vez que se han derribado las pegaduras, el material se vacía a través de los mecanismos de extracción del propio silo.

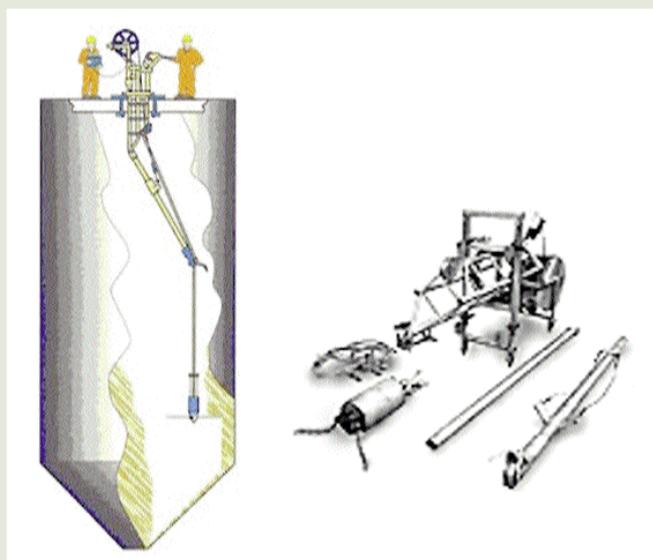


Figura 21. 5. Sistema de rotación con brazo articulado y accionamiento neumático

La empresa Cemex España, S.A. ha querido enriquecer esta Guía de Buenas Prácticas exponiendo algunas alternativas que se desarrollan en sus fábricas. Entre ellas destaca el acometer la limpieza de silos y tolvas empleando un tubo desde un camión aspirador. Esto permite realizar la limpieza de forma segura, ya que imposibilita los accidentes por avalancha y permite el ahorro de costes que estos traen aparejados. Con este sistema se consigue una mejora sustancial de las condiciones de trabajo para los empleados que realizan este tipo de labores.

El sistema consiste en una estructura ligera de aluminio "Truss", desmontable, que desplaza la manguera del camión de aspiración a través del silo sin necesidad de entrar al mismo. De este modo, el silo se vacía aspirando el material desde el exterior. Este sistema puede sustituir al anterior cuando las pegaduras son ligeras y es muy interesante cuando los sistemas de extracción no funcionan.

La longitud de los tramos es variable en función del espacio de acceso exterior en la boca de limpieza. La estructura es rectangular, ya que permite mayores giros que la estructura triangular, al estar limitados en el giro por el ancho de la boca.

Asimismo, para facilitar el trabajo, la estructura se soporta por un extremo mediante una cuerda, que pende de una polea situada en la parte superior del silo, y que se maneja desde la boca de entrada al silo. El ángulo de inclinación de la estructura se modifica tensando o aflojando el extremo de la cuerda situado en la boca de limpieza del silo.

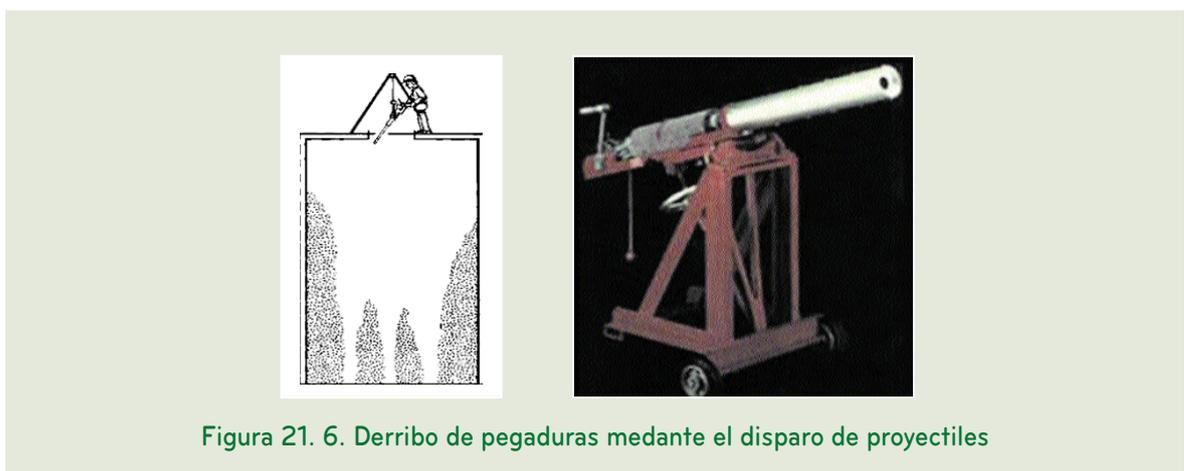
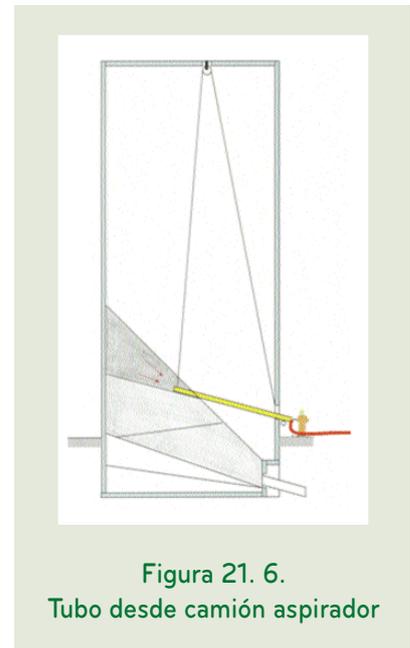
En la boca de limpieza, la estructura se apoya en un rodillo que sirve para que los operarios solamente tengan que manejar longitudinalmente la estructura, evitando así esfuerzos innecesarios. El punto de sujeción de la estructura se puede variar cambiando el mosquetón de enganche de la cuerda.

Se ilumina el silo para facilitar la visión de la zona de trabajo, ya que al aspirar el material la atmósfera permanece limpia.

Eliminando el talud de material desde el exterior del silo, por encima de la altura de las personas, se posibilita la entrada para la limpieza evitando el riesgo de accidentes por avalanchas del material.

Para la aplicación de este método se requieren dos personas para poder manejar la estructura, que ha de ser ligera y, a ser posible, desmontable. Por último, se requiere un sistema de aspiración potente.

El derribo de pegaduras mediante disparo de proyectiles ofrece la posibilidad de eliminar estas acumulaciones sin necesidad de acceder a su interior.



Otro método de limpieza es el sistema CARDOX, que puede ser útil en caso de pegaduras duras localizadas. Éste tiene una variedad de tubos para distintas aplicaciones, los cuales están llenos de dióxido de carbono líquido (exactamente igual que un extintor). Cuando una pequeña carga eléctrica se aplica al tubo, un reactivo químico hace que, de forma instantánea, el dióxido de carbono líquido se transforme en gas. Este paso de un estado a otro, hace que el CO_2 expanda su volumen y se produzca un incremento en el interior del tubo provocando la destrucción del disco de ruptura situado al final del tubo. Esto implica la liberación del CO_2 -ahora 600 veces su volumen original- a través de la tobera de salida, creando un efecto rompedor instantáneo y frío, llegando a presiones de hasta 3.000 bar. La duración del proceso es de milisegundos.

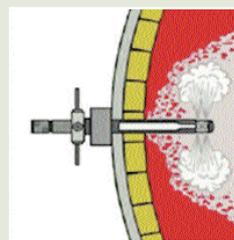
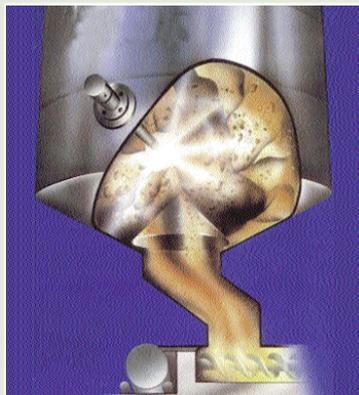


Figura 21. 7. Sistema CARDOX

El dióxido de carbono es un gas inerte que comúnmente se usa en extintores. Puede ser utilizado sin temor para la generación de reacciones secundarias con los gases acumulados en la nave/silo. Además, la rápida liberación del gas refrigera el dispositivo de salida, hasta una temperatura lo suficientemente baja para evitar la ignición de cualquier mezcla de gases dentro del silo.

Este sistema usa como base la energía del aire comprimido aprovechando su presión, operando como una herramienta neumática. Esta fuerza de limpieza se transmite a los cabezales, bien controlada teniendo en cuenta la geometría interior de los silos, e incidiendo directamente en la materia acumulada una vez localizada en una inspección previa.

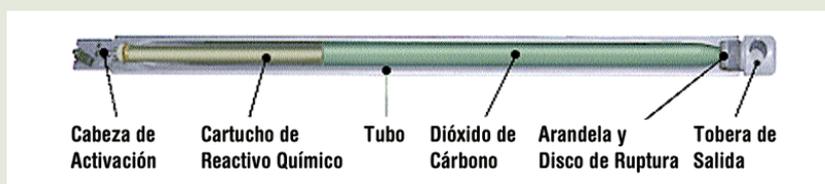


Figura 21. 8. Tubo CARDOX

21.3.3. Valoración. y seguimiento.

Únicamente podrán realizar las tareas de limpieza de silos y tolvas las personas que estén informadas y formadas para la realización de dichos trabajos. Existirá un control de accesos que permita el cumplimiento de este punto. Los trabajadores que utilicen el sistema de proyectiles deberán disponer de la autorización administrativa que les permita disparar dichos proyectiles.

Todos los trabajadores tendrán la obligación de emplear los EPI's correspondientes, así como el deber de cumplir rigurosamente con el procedimiento de trabajo.

La tarea estará vigilada en todo momento por el mando responsable que actuará como recurso preventivo.

21.4. Ficha Resumen

Caso 11: Trabajos en Silos y Tolvas

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

El almacenamiento de los distintos tipos de cemento producidos es una fábrica requiere generalmente de varios silos. Sin embargo, los nuevos diseños de silos permiten acumular más de un tipo de cemento en el mismo silo. Las configuraciones más corrientes de los silos de cemento son:

- Silo de celda única con tolva de descarga.
- Silo de celda única con cono central.
- Silo multicelular.
- Silo domo con cono central.

Silos de almacenamiento



Con relativa frecuencia es necesario realizar un vaciado total de los silos y tolvas con el fin de eliminar pegaduras que material que se van acumulando sobre sus paredes, así como reparar los sistemas de fluidificación.

Las pegaduras de material suponen una carga muerta que no puede ser evacuada por los medios mecánicos de los que dispone el silo o tolva, lo que provoca una pérdida de capacidad de los mismos. Cuando alcanzan un gran volumen se hace necesario eliminarlas con otros medios para que sean totalmente operativos.

Asimismo, hay ocasiones que los sistemas de fluidificación necesitan de un mantenimiento para reparar telas rotas o tuberías atascadas y éste no se puede realizar sin un vaciado total de los mismos. Normalmente, cuando se procede a realizar el vaciado con los sistemas de extracción, siempre quedan unas zonas que no fluyen y que hacen necesaria una actuación para su eliminación.

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- Es necesario la elaboración de un procedimiento de trabajo para las operaciones que se realicen de forma manual.
- El sistema de rotación con brazo articulado y accionamiento neumático permite realizar la limpieza de un silo o tolva desde el exterior. Consiste en un dispositivo rotatorio con accionamiento neumático que dispone de unas cadenas que son las que van golpeando el material. Un brazo articulado permite aproximar el equipo a cualquier zona del silo. Una vez que se han derribado las pegaduras, el material se vacía a través de los mecanismos de extracción del propio silo.
- La alternativa de limpieza empleando un tubo desde un camión aspirador ha sido diseñada por Cemex España S.A. y permite realizar la limpieza de silos y tolvas de forma segura, ya que elimina los accidentes debidos a las avalanchas de material y permite el ahorro de los costes de los mismos. Con este sistema se consigue una mejora sustancial en las condiciones de trabajo para los empleados que realizan labores de mantenimiento y limpieza en silos y tolvas.
- El sistema de tubo desde camión aspirador consiste en una estructura ligera de aluminio "Truss", desmontable, que desplaza la manguera del camión de aspiración a través del silo sin necesidad de entrar al mismo. De este modo, el silo se vacía aspirando el material desde el exterior. Este sistema puede sustituir al anterior cuando las pegaduras son ligeras y es muy interesante cuando los sistemas de extracción no funcionan. Para su aplicación se requieren dos personas para poder manejar la estructura, que ha de ser ligera y, a ser posible, desmontable. Por último, se requiere un sistema de aspiración potente.
- El derribo de pegaduras mediante disparo de proyectiles ofrece la posibilidad de eliminar estas acumulaciones sin necesidad de acceder a su interior.
- El sistema Cardox puede ser útil en caso de pegaduras duras localizadas. Cardox usa como base la energía del aire comprimido aprovechando su presión, operando como una herramienta neumática. Esta fuerza de limpieza se transmite a los cabezales, bien controlada teniendo en cuenta la geometría interior de los silos, e incidiendo directamente en la materia acumulada una vez localizada en una inspección previa.

21.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 11: Trabajos en Silos y Tolvas

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

