

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD ESCUELAS
DE CIENCIAS BASICAS, TECNOLOGIA E INGENIERÍA INGENIERIA
INDUSTRIAL**



**PROPUESTA PARA ELABORAR UNA GUIA DE SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL AL EJECUTAR EL PROCESO DE SANDBLASTING POR
OPERARIOS EN LA EMPRESA HALLIBURTON BASE YOPAL**

AUTOR:

JAIRO ALEJANDRO MUÑOZ LEAL

CODIGO: 74.858.358

YOPAL, CASANARE

AGOSTO DE 2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD” ESCUELAS DE
CIENCIAS BASICAS, TECNOLOGIA E INGENIERÍA INGENIERIA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA PARA ELABORAR UNA GUIA DE SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL AL EJECUTAR EL PROCESO DE SANDBLASTING POR
OPERARIOS EN LA EMPRESA HALLIBURTON BASE YOPAL**

AUTOR:

JAIRO ALEJANDRO MUÑOZ LEAL

CODIGO: 74858358

DIRECTOR:

ING. EDWIN B. RÚA RAMÍREZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

COMITÉ ACADEMICO Y DE INVESTIGACION

YOPAL, CASANARE.

JUNIO DE 2016

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Gracias a Dios, mi hijo el Gran jerónimo que es el motor de mi vida, para proyectarme como Ingeniero, a mi esposa por ese apoyo moral y afectivo en estos momentos definitivos de mi vida personal y profesional.

A mis padres y abuelos(†) por darme los valores de humildad y aprender que con esfuerzo, dedicación todo se logra y que no existen obstáculos para cumplir los sueños, porque aquí no solo doy un paso importante yo, ustedes también lo dan conmigo.

A la ingeniera. Andrea Isabel Barreto por su gran apoyo a lo largo de mi carrera, igualmente a mi Director de Proyecto Ingeniero. Edwin Rúa.

Alejandro Muñoz Leal

Contenido

Dedicatoria	4
<i>Introducción</i>	10
1. Información general del proyecto	12
2. Resumen del proyecto	13
3. Planteamiento del problema	15
4. Formulación del problema	17
5. Justificación	18
6. Hipótesis	20
7. Objetivos	21
7.1 General	21
7.2 Específicos	21
8. Marco teórico	22
8.1 Definición del método de limpieza sandblasting	22
8.2 Importancia de la limpieza sandblasting	22
8.3 Usos del método de limpieza sandblasting	23
8.4 <i>Ventajas y desventajas del método de limpieza sandblasting para estructuras metálicas con arena.</i>	23
8.5 <i>Material abrasivo utilizado en el proceso de limpieza sandblasting</i>	24
8.5.1 <i>Tipos de abrasivos:</i>	25
8.5.2 <i>Clases de abrasivos:</i>	25
8.5.3 <i>Dentro de los materiales abrasivos utilizados se tienen:</i>	25
8.6 <i>Equipos utilizados en el proceso de limpieza sandblasting.</i>	29
8.7 <i>Marco Legal</i>	32
8.8 <i>Límites permisibles para exposición ocupacional</i>	38
8.9 <i>Silicosis</i>	38
8.9.1 <i>Tipos de Silicosis</i>	39
8.9.2 <i>Tuberculosis pulmonar.</i>	39
8.9.3 <i>Cáncer pulmonar</i>	40

ANEXOS	81
<i>Bibliografía</i>	88

Lista de Imágenes

<i>Imagen 1. Arena Sílica</i>	26
<i>Imagen 2. Carburo de silicio</i>	27
<i>Imagen 3. Óxido de aluminio</i>	28
<i>Imagen 4. Perla de vidrio</i>	29
<i>Imagen 5. Sistema de Succión</i>	31
<i>Imagen 6 Sistema de Presurización</i>	32
<i>Imagen 7. Sedes principales, centros de investigación y locaciones de Halliburton a nivel</i>	
<hr style="width: 10%; margin-left: 0;"/>	49
<i>Imagen 8. Locaciones de Halliburton en Colombia</i>	50
<i>Imagen 9. Estructura organizacional Halliburton en Colombia</i>	51
<i>Imagen 10. Sexo</i>	57
<i>Imagen 11. Edad.</i>	58
<i>Imagen 12. El área de trabajo es debidamente demarcada:</i>	58
<i>Imagen 13 Años de experiencia como operador de limpieza sandblasting.</i>	59
<i>Imagen 14 Tiempo que lleva en la empresa Halliburton.</i>	60
<i>Imagen 15. Utiliza los EPP adecuados para realizar el proceso de sandblasting</i>	60
<i>Imagen 16. Verifica que los filtros de aire y carbón, del equipo de suministro de aire estén certificado y aptos para trabajar</i>	61
<i>Imagen 17. Hace uso de mascarilla para material particulado que cumpla con la norma NIOSH N95</i>	61
<i>Imagen 18 Tiene conocimiento de las medidas de primeros auxilios en caso de emergencia con los químicos.</i>	62
<i>Imagen 19 Cuando realiza la limpieza sandblasting se dispone de botiquín de primeros auxilios en el área de trabajo.</i>	62
<i>Imagen 20 Se controla la interferencia aislando, demarcando el sitio de sandblasting de los trabajos simultáneos.</i>	63
<i>Imagen 21 Realizar inspección preoperacional de la tolva, el disparador de agua y deja registro por escrito.</i>	64
<i>Imagen 22 Usa doble protección facial (gafas, careta facial) Para el trabajo.</i>	64
<i>Imagen 23 Usa permanente de doble protección auditiva (de inserción y de copa).</i>	65
<i>Imagen 24. En la actividad permanece el vigía de seguridad: si el 80 % hace de vigía ...</i>	65
<i>Imagen 25. Respirador full-face con filtro</i>	79
<i>Imagen 26. Fotografía de encuesta a operadores de sandblasting.</i>	87

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Información General del proyecto</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2. Identificación de peligros.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 3. Matriz de análisis de riesgos.</i>	<i>62</i>

Introducción

En los procesos industriales de limpieza de materiales se usa el sandblasting (chorro de arena a presión), el cual produce una desintegración de la arena por el impacto sobre la superficie metálica, generando nubes de material particulado con grandes concentraciones de sílice contenidos en la arena empleada, quedando en suspensión partículas muy pequeñas que pueden ser inhaladas por el operario al retirar la pieza sometida a la limpieza. La contaminación que se genera en una empresa del sector industrial donde hay actividades tales como laboratorios, talleres de torno, fresadora, pintura y en general procesos donde se emiten gases y partículas contaminantes que afectan a los trabajadores y a la comunidad tales como cemento, viruta, humos, vapores, polvo, residuos articulados de gases como sólidos orgánicos e inorgánicos.

Halliburton, busca continuamente mejorar sus procesos en cuanto a eficiencia y eficacia siempre manteniendo la integridad de sus empleados, brindando seguridad y buen clima laboral.

Los principales servicios que ofrece Halliburton son, cementación de pozos, fractura de pozos, manejo de lodos, corrida de revestimiento, offshore, trabajo en plataformas.

La razón de este trabajo es implementar la propuesta para elaborar una guía de seguridad y salud ocupacional al ejecutar el proceso de sandblasting por operarios en la empresa Halliburton base Yopal es que sirva de apoyo a dichos operarios cuando ejecutan el proceso, permitiéndoles mejorar las condiciones laborales, reduciendo el riesgo de adquirir la enfermedad de la Silicosis, la cual ha sido catalogada por la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer), clasifica la sílice en el grupo 1: cancerígeno humano; cuando es inhalada como cuarzo.

En cuanto a la metodología empleada para la solución de la problemática empleada en este proyecto, en primera medida se realizó inspección visual al área de trabajo, con el fin de identificar peligros, evaluarlos con la matriz de evaluación de riesgos de la empresa, con el fin de determinar el nivel del riesgo y los controles que deben tener dichos riesgos. Como resultado de aplicar la metodología descrita se realiza la guía en salud ocupacional y seguridad industrial, donde las evidencias se obtuvieron mediante la búsqueda exhaustiva en bases de datos especializadas, orientada por una serie de preguntas relacionadas con la promoción, la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de Silicosis, todo con un enfoque integral, es decir, que emiten recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible para prevenir, realizar el diagnóstico precoz, el tratamiento y la rehabilitación de los trabajadores en riesgo de sufrir o ser afectados por la enfermedad profesional de silicosis.

2. Resumen del proyecto

Este trabajo tiene como finalidad elaborar una guía de seguridad y salud ocupacional al ejecutar el proceso de sandblasting por operarios en la empresa Halliburton base Yopal, que sirva de apoyo a la implementación del sistema de seguridad y salud ocupacional, ayudando a reducir el impacto que ocasiona a los operadores que realizan el proceso de sandblasting, dicha propuesta incluye un análisis de proceso actual, cumplimiento del proceso según normas vigentes de seguridad y salud ocupacional, análisis de riesgos a los que están expuestos los operarios, histórico de incidentes y enfermedades ocupacionales producidas por ejecución de dicho proceso.

Después de analizar toda la información recolectada para la elaboración del trabajo, como históricos, procedimientos, controles y cada uno de los elementos que intervienen en el proceso, es viable elaborar la propuesta de elaboración de la guía, teniendo en cuenta aspectos de seguridad y salud ocupacional, ya que son obligatorios cumplir y aplicar la normatividad vigente y de esta manera mejorar las prácticas que actualmente se llevan para dicho proceso.

La metodología utilizada para la realización de este trabajo, en primera instancia, se realizaron tres visitas al área de trabajo en la base Yopal, donde se realiza la inspección visual del trabajo de sandblasting en ejecución, de allí se documenta una lista de chequeo en la que se identifican cada uno de los eventos de seguridad con las que cumple o no cumple el proceso, posteriormente se realiza una encuesta a los operadores que realizan directamente el proceso de sandblasting, de esta manera se identifican los peligros que existen en dicho proceso. Posteriormente se realiza la valoración y evaluación de esos riesgos, donde se identifican los controles, probabilidad y consecuencia en la que se

encuentra ese peligro y se determina el nivel en el que se encuentra, todo esto teniendo en cuenta la matriz de evaluación de riesgos de la empresa.

Como resultado se realizó una guía en salud ocupacional y seguridad industrial para el proceso de sandblasting, teniendo en cuenta el estudio que se realizó ya que se identificaron los riesgos del proceso, los cuales se enfatizan en la guía que va a ser utilizada por los operarios principalmente, en las que se describe la enfermedad consecuencia de esta tarea, riesgo, consecuencias, normatividad, elementos de protección personal adecuada, síntomas y recomendaciones a tener en cuenta siempre que se vaya a realizar dicho trabajo.

3. Planteamiento del problema

En los procesos industriales de limpieza de materiales se usa el sandblasting (chorro de arena a presión), el cual produce una desintegración de la arena por el impacto sobre la superficie metálica, generando nubes de material particulado con grandes concentraciones de sílice contenidos en la arena empleada, quedando en suspensión partículas muy pequeñas que pueden ser inhaladas por el operario al retirar la pieza sometida a la limpieza.

La contaminación que se genera en una empresa del sector industrial donde hay actividades tales como laboratorios, talleres de torno, fresadora, pintura y en general procesos donde se emiten gases y partículas contaminantes que afectan a los trabajadores y a la comunidad tales como cemento, viruta, humos, vapores, polvo, residuos articulados de gases como sólidos orgánicos e inorgánicos.¹

Halliburton, busca continuamente mejorar sus procesos en cuanto a eficiencia y eficacia siempre manteniendo la integridad de sus empleados, brindando seguridad y buen clima laboral, Halliburton es una multinacional de las más reconocidas a nivel mundial en prestación de servicios petroleros y catalogados como una empresa de alto riesgo en los procesos que realiza.

De los riesgos identificados para sus trabajadores están los: locativos, mecánicos, Químicos, presiones entrampadas, ergonómicas, radioactivas y físicas. Dichos riesgos están presentes de manera directa o indirecta en los procesos de producción donde los operarios intervienen ejecutando las tareas encomendadas, por esta razón se ve la necesidad de mantener el sistema de

¹<http://www.halliburton.com/en-US/search/default.page?k=sandblasting&page=1>

prevención de riesgos laborales y de medidas de seguridad e higiene, con el fin de reducir los efectos adversos resultado de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Debido a la problemática planteada es necesario realizar un análisis completo, que permita identificar, evaluar los factores de riesgo y enfermedades ocupacionales en el proceso de sandblasting, incluyendo los sistemas de control de riesgos, seguridad y salud ocupacional que se tienen actualmente, de tal forma que se pueda determinar en qué se puede mejorar con dichos temas e implementar un sistema de seguridad y salud ocupacional que cumpla con la normativa vigente del país.

4. Formulación del problema

Teniendo en cuenta la normatividad vigente en salud ocupacional y seguridad industrial que deben tener los procesos en las empresas, Halliburton no es ajeno a esto debido a que en su sistema de gestión de calidad hace que dichos procesos cumplan con todos los estándares que exige la norma. Actualmente Halliburton no cuenta con una guía en salud ocupacional y seguridad industrial para el proceso de sandblasting en la base Yopal, donde se encuentre la descripción la enfermedad de la silicosis, fuentes de exposición a polvo de sílice, importancia de la exposición a sílice en Colombia, riesgos para la salud, la silicosis: características clínicas, complicaciones, medidas de control y capacitación, consecuencias, normativa legal, elementos de protección personal adecuados para ejecutar el proceso, recomendaciones y acciones a tener en cuenta cuando se realizan tareas de sandblasting.

Ante lo expuesto, surgen las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿La ejecución del proceso de sandblasting actual, hace que los operarios no tengan las medidas necesarias en salud ocupacional y seguridad industrial, lo cual hace que incremente el riesgo de llegar a padecer de Silicosis, y de esta manera bajar los indicadores de gestión de la empresa?
2. ¿La elaboración de la guía, contribuirá a reducir la enfermedad de silicosis en la empresa?
3. ¿Cuáles beneficios se generarían al implementar una guía en seguridad industrial y salud ocupacional para la ejecución del trabajo de sandblasting realizado en la empresa Halliburton base Yopal?

Ante estos interrogantes descritos anteriormente surge la necesidad de implementar una guía en seguridad industrial y salud ocupacional para la

ejecución del trabajo de sandblasting realizado en la empresa Halliburton base Yopal.

5. Justificación

El gobierno colombiano calcula que 1,8 millones de trabajadores en el país corren el riesgo de desarrollar silicosis. La silicosis es una de las enfermedades ocupacionales conocidas más antiguas. No obstante, todavía mata a miles de personas en el mundo cada año; es una enfermedad pulmonar incurable e irreversible causada por la inhalación de polvo que contiene sílice cristalina respirable.²

La carga mundial de morbilidad causada por la silicosis es sustancial. De hecho, en el año 2000 se estimaron 8 800 muertes y 486 000 discapacidades ajustadas a los años de vida atribuidas a la silicosis, sin incluir la morbilidad por cáncer del pulmón relacionada con la sílice. En el estado brasileño de Minas Gerais, más de 4 500 trabajadores han sido diagnosticados con silicosis. La misma tuvo una tasa de 53,7 % de prevalencia entre talladores de piedra que hacen figuras para los turistas en Petrópolis, Brasil. En los Estados Unidos, se calcula que cada año, más de un millón de trabajadores están expuestos ocupacionalmente a polvo de sílice cristalina, de los cuales unos 59 000 eventualmente desarrollarán silicosis. En Quebec, Canadá, entre los años 1988 y 1994, 40 trabajadores diagnosticados fueron compensados por contraer silicosis en el lugar de trabajo, de ellos 12 tenían menos de 40 años de edad.³

Contamos hoy con otras preocupaciones: existe bajo reporte de los casos y subregistros de silicosis, no se cumplen medidas de prevención primaria tales como el control de la generación, liberación y dispersión de polvos en el lugar de trabajo, y la protección respiratoria. Existe información sobre exposiciones a

²http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol12_1_11/rst08111.htm

³<http://www.aps.sld.cu/bvs/materiales/programa/otros/programasaludocupacional.pdf>

polvos de sílice en una variedad de ocupaciones e industrias, las cuales son varias veces mayores que las normas en países desarrollados y en desarrollo; existe información de mortalidad por silicosis en trabajadores más jóvenes en países desarrollados y en desarrollo, deficiencias en la legislación del cumplimiento de inspecciones de trabajos; y mayor asignación de recursos para la atención de las consecuencias de la enfermedad, no siendo así para la prevención de la exposición a polvos de sílice.

Más de 2 millones de trabajadores estadounidenses están potencialmente expuestos a polvos que contienen sílice cristalina. Más de 100,000 de ellos realizan actividades de alto riesgo, entre ellos, los operadores de máquinas de limpieza por chorro de arena. La mayoría de estos operadores trabajan en la construcción civil y naval. Los trabajadores pueden estar expuestos a la sílice cristalina en muchas otras industrias, incluso la minería subterránea y a cielo abierto, la cerámica, la instalación de paredes de tipo "drywall", la fabricación de vidrio, el trabajo de fundición, el trabajo en canteras, el trabajo con materiales de limpieza por chorro de arena, la agricultura y la reparación automotriz.⁴

La razón por la cual se desea realizar la guía en salud ocupacional y seguridad industrial para el proceso de sandblasting, es porque según el estudio realizado mediante inspección visual en el área de trabajo, listas de chequeo, encuesta a los operadores de sandblasting, se pudo determinar que ellos realizan la tarea de manera rutinaria, siguiendo el procedimiento establecido por la empresa, que sirva de apoyo a la seguridad e integridad de los empleados de Halliburton a los operarios cuando realicen el proceso de sandblasting, es para: identificar los riesgos de enfermedades ocupacionales que se genera a raíz de la ejecución del proceso de sandblasting y que pueden originar la muerte, la cual genera pérdidas económicas. Con base a lo anterior lo que se pretende es desarrollar una guía de seguridad y salud ocupacional que mejore las condiciones laborales de los

⁴http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2002-105_sp/

operarios que ejecutan el proceso de sandblasting y que cumpla con las normas vigentes.

6. Hipótesis

Al realizar la guía en seguridad industrial y salud ocupacional para ejecución del proceso de sandblasting en la empresa Halliburton base Yopal, servirá de apoyo a los procesos del sistema de seguridad y salud ocupacional que la empresa maneja actualmente, en especial el proceso de sandblasting.

7. Objetivos

7.1 General

Elaborar una guía en salud ocupacional y seguridad industrial que apoye el proceso de sandblasting realizado en la empresa Halliburton base Yopal.

7.2 Específicos

- Identificar las enfermedades profesionales a los que están expuestos los operarios en la ejecución del proceso de sandblasting.
- Consultar información histórica de ausentismos en la empresa por enfermedades laborales ocasionadas por la ejecución del proceso de sandblasting.
- Desarrollar una matriz de aspectos e impactos de la ejecución del proceso de sandblasting.
- Analizar información recolectada de procesos procedimientos históricos del proceso de sandblasting en la empresa Halliburton.
- Determinar aspectos a tener en cuenta en salud ocupacional y seguridad industrial siguiendo la normatividad vigente.

8. Marco teórico

8.1 Definición del método de limpieza sandblasting⁵

Sandblast significa chorro de arena o arenado en inglés. Es un término general que se utiliza para describir el acto de propulsar trozos muy finos de material abrasivo a alta velocidad, utilizando un gas comprimido (normalmente aire) o de líquido a presión (agua), para grabar o eliminar los contaminantes de una superficie.

8.2 Importancia de la limpieza sandblasting⁶

La preparación de superficie es el paso más importante en el proceso para aplicar recubrimientos. Las superficies metálicas expuestas a ambientes atmosféricos, salpicaduras y derrames de sustancias químicas corrosivas o condiciones de inmersión están sujetas a degradación corrosiva y oxidación. Los contaminantes, derivados de la corrosión y oxidación de las superficies metálicas deben ser removidos para lograr un perfil de superficie que asegure un anclaje y adherencia del recubrimiento.

El realizar una limpieza inadecuada, deficiente o poco cuidadosa puede provocar fallas prematuras en las pinturas y provocar un mal desempeño en el recubrimiento, aunque las aplicaciones se realicen conforme a las indicaciones.

La superficie luego del proceso de arenado presenta (en una visión microscópica) una serie de valles y vértices con profundidades que varían entre 1,5 a 3,5 milésimas de milímetros perfectamente uniforme. Es en esa base

⁵<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/35191/1/aguirrebenitezcesareo.pdf>

⁶http://sandblastingbucaramanga.blogspot.com.co/2015/04/sandblasting-bucaramanga-contacto_29.html

metálica áspera y micro rugoso que la película de pintura encuentra el mejor perfil de anclaje.

8.3 Usos del método de limpieza sandblasting⁷

El chorro de arena se utiliza principalmente para dos aplicaciones diferentes: la primera de ellas y sobre la cual se analizará en esta investigación, es la limpieza de una superficie; para remover la oxidación e impurezas, escamas de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies con el fin de prepararla para la aplicación de pintura o recubrimiento. Utilizado en la renovación de edificios de estructura metálica y madera, la limpieza de los cascos de embarcaciones o de grandes estructuras como el de un puente, limpieza industrial; sin embargo, rara vez se utiliza en piezas no metálicas.

El segundo, es grabar o tallar en vidrio o cerámica. Al ajustar la velocidad del chorro de arena y el ángulo desde el cual el abrasivo impacta la superficie, se pueden crear diferentes tonos y así, obras de arte. Esta técnica también es aplicable a pantalones de Lona.

El chorro de arena también es utilizado para producir tres dimensiones en la señalización; para grabar motivos decorativos en hormigón fresco; para la limpieza de ladrillo, piedra y concreto; remoción de grafiti, pintura y otras manchas.

8.4 Ventajas y desventajas del método de limpieza sandblasting para estructuras metálicas con arena.

⁷http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgd/carvajal_r_jo/capitulo7.pdf

Las ventajas y desventajas que se tienen al momento de utilizar arena, como material abrasivo en el proceso de limpieza sandblasting para estructuras metálicas, son las siguientes:

- Ventajas. Optimización de resultados, mayor uniformidad, recorte de costos en mano de obra, minimización de tiempos de trabajo, optimizando la mano de obra, reducción en los tiempos de mantenimiento, obtención de mayor anclaje y adherencia de recubrimientos.

- Desventajas. Utilización de maquinaria especial, aumento de costos por el alquiler y/o compra de maquinaria y equipo, riesgo para la salud del personal (que van desde heridas, quemaduras hasta enfermedades irreversibles como la silicosis), sino se cuenta con el equipo de seguridad adecuado, capacitación del personal, generación de residuos y polvo.

8.5 Material abrasivo utilizado en el proceso de limpieza sandblasting

El tipo de abrasivo determinará el costo y la efectividad de la limpieza. Se debe elegir el abrasivo más adecuado para el equipo a utilizar de acuerdo a los 4 resultados que se desea obtener, ya que una mala elección puede traer problemas de rendimiento en los equipos.

Según la norma SSPC-AB 1 especificaciones de abrasivos no. 1 Minerales y Escorias Abrasivas (Mineral and Slag Abrasives) los abrasivos se clasifican en dos tipos diferentes, tres clases y cinco grados.

8.5.1 Tipos de abrasivos⁸:

Tipo I. Abrasivos minerales naturales

Estos son minerales naturales como arenas de cuarzo, sílex, granate y olivino; entre otros. La arena es el abrasivo natural de más fácil disponibilidad y muy bajo costo. Sin embargo, es un material muy frágil. Los abrasivos orgánicos son blandos, que se utilizan para evitar daños en el material subyacente, para limpiar ladrillo o piedra, eliminar el grafito.

Tipo II. Abrasivos de escoria

Estos son los subproductos de la producción de carbón o de metal (como el cobre o el níquel) de fundición. Estos abrasivos crean cantidades bajas de polvo y su recuperación después del uso es mucho más fácil.

8.5.2 Clases de abrasivos:

Clase A. Sílice cristalina inferior o igual a 1,0 por ciento. Los abrasivos no deberán contener más de 1,0 por ciento en peso de la sílice cristalina.

Clase B. Sílice cristalina inferior o igual a 5,0 por ciento. Los abrasivos no deberán contener más de 5,0 por ciento en peso de la sílice cristalina.

Clase C. Sílice cristalina sin restricciones. No hay restricciones sobre el contenido de sílice cristalina.

8.5.3 Dentro de los materiales abrasivos utilizados se tienen:

- Arena sílice
- Arena de río
- Granos de carborundo

⁸<http://www.almacendelpintor.com/abrasivos.pdf>

- Óxido de aluminio
- Perdigones de acero
- Escoria de cobre
- Escorias en polvo
- Bolitas de metal
- Granalla de acero
- Granate
- Abrasivo plástico
- Perlas de vidrio
- Hielo seco
- Olote de maíz
- Cáscaras de frutos secos triturados
- Granos de la fruta

Propiedades y características del material abrasivo

Entre los factores (propiedades y características) que hay que tomar en consideración en la elección del material abrasivo para utilizarse en el proceso de limpieza sandblasting, están:

8.5.3.1 Arena Sílica.

Imagen 1. Arena Sílica



Fuente. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5035/1/142%20im.pdf>

Este abrasivo de bajo costo, se utiliza principalmente cuando se realizan trabajos en exteriores, ya que su precio es más económico y su uso no puede ser mayor a dos veces; en el primer uso, más del 70% de la arena se convierte en polvo desprendiendo peligrosas partículas de sílice, su avance es mediano y le proporciona un acabado mate, es importante considerar que su fragilidad es muy alta por lo que es uno de los abrasivos que más polvo genera.

Este abrasivo tiene un alto contenido de sílice por lo que puede presentar riesgos a la salud de los trabajadores y debe de utilizarse bajo estrictas medidas de seguridad y siempre con el equipo de protección para el operador ya que puede producirle daños tan severos como la muerte.

8.5.3.2 Carburo de Silicio.

Imagen 2. Carburo de silicio



Fuente. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5035/1/142%20im.pdf>

Es el abrasivo más duro, afilado y costoso en el mercado. Está clasificado como 13 en la escala de Mohs', haciéndolo ideal cuando se requiere un corte fino, pero profundo, al igual que para remover residuos tratados con calor de partes endurecidas. Este abrasivo tiene también un buen número de re-usos, ya que cuando las partículas se estrellan sobre la superficie y se fragmentan en partículas

más pequeñas no pierden su filo, por lo que siguen teniendo una buena acción de corte a pesar de reducir su tamaño.

8.5.3.3 Óxido de Aluminio

Imagen 3. Óxido de aluminio



Fuente. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5035/1/142%20im.pdf>

Este abrasivo angular es uno de los más populares en el mercado debido a su rapidez en la limpieza, además de la profundidad en su corte y aceptable tasa de reutilización.

Su principal característica es la velocidad de limpieza y/o preparación de superficies para aplicar recubrimientos, además, proporciona un excelente anclaje en las superficies lo cual es un requisito en la aplicación de recubrimientos. Con una adecuada regulación de la presión y elección del tamaño de grano se pueden obtener diferentes resultados, que van desde la limpieza de materiales fuertemente adheridos a las superficies, hasta el grabado en vidrio, cerámica, resinas y otros materiales.

8.5.3.4 Perla de vidrio

Imagen 4. Perla de vidrio



Fuente. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5035/1/142%20im.pdf>

Este abrasivo esférico también conocido como micro esfera de vidrio es particularmente útil para proporcionar acabado sobre superficies metálicas como aluminio y acero inoxidable dejando un acabado satinado. Cuando los requerimientos de mantenimiento exijan la limpieza de las piezas sin atacar violentamente la superficie, se recomienda emplear perla de vidrio ya que el impacto de la micro esfera sobre la superficie no desgasta significativamente el material, cualidad que la hace inadecuada si se va a pintar la pieza posteriormente.

8.6 Equipos utilizados en el proceso de limpieza sandblasting⁹.

La limpieza sandblasting se considera el mejor método para la limpieza de superficies de acero por su ventaja para la eliminación de cualquier tipo de suciedad, además de que la limpieza y rugosidad que adquiere la superficie tratada mediante este método, representa una mejor adherencia para el recubrimiento.

⁹<http://www.expoclean.com.ar/?q=es/chorro>

El método de sandblasting es una operación en la que se inyecta un abrasivo a una corriente de aire a presión, este tipo de trabajo se lleva a cabo en el interior de pequeñas cabinas cerradas. Las cabinas para chorro de abrasivo son circuitos cerrados en los cuales la generación y recuperación del polvo y abrasivo están controladas, es por esto, que dichas cabinas son la mejor alternativa cuando las piezas que estarán sujetas al chorro de abrasivo puedan manejarse bien dentro de las dimensiones de la cabina, pues dentro de las cabinas se lleva a cabo todo el ciclo del “Sand Blast”.

Las ventajas de usar estas cabinas son:

1. Se recupera el abrasivo en un 99% al tener la tolva recuperadora del abrasivo.
2. El colector extrae el polvo generado durante la operación y permite recuperar una parte del abrasivo.
3. El operador no requiere equipo de seguridad ya que trabaja por el exterior.

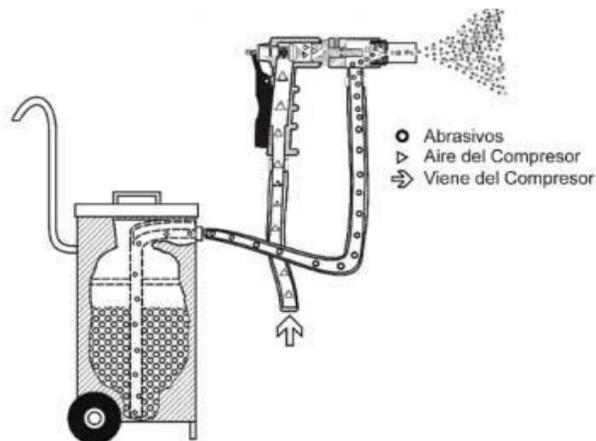
8.6.1 Tipos de sistemas de cabinas.

La selección de sistema en este proceso se basa en las necesidades de la persona o fábrica que requiera de este servicio, pues en cuanto a volumen de trabajo y desempeño requerido del equipo, existen dos tipos de sistemas en las máquinas de chorro de arena que son 1. El sistema de succión y 2. El sistema presurizado.

8.6.1.1 Equipos de Succión.

Estos equipos están diseñados para trabajo ligero de sopleteo con chorro de abrasivo, es común su uso con arena silica, óxido de aluminio, carburo de silicio o perla de vidrio. En este sistema el gatillo de la pistola otorga el control sobre el chorro de abrasivo que dispara el operador.

Imagen 5. Sistema de Succión



Fuente: <http://www.chipaxa.com/imagenes/GrafCorrosion.jpg>

Entre las aplicaciones más comunes para los equipos de succión encontramos la limpieza de capas de pintura en metales o para proporcionar acabado antiguo en muebles de madera, en la limpieza de plásticos y grabado en vidrios, entre otros.

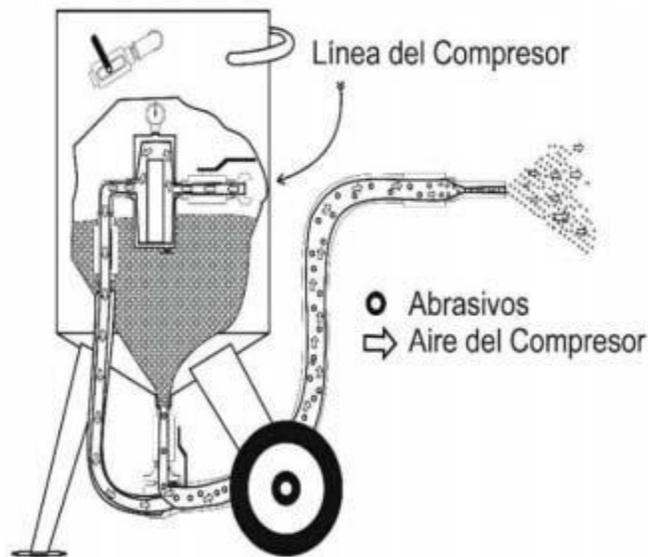
La principal diferencia entre los equipos de succión y los de presurizado radica en que el equipo de succión produce y tiene la velocidad de solamente la cuarta parte de un equipo de presurizado.

8.6.1.2 Equipos Presurizados.

Los equipos presurizados son una opción portátil para el manejo de la limpieza con chorro de abrasivos. Estos equipos pueden ser utilizados con

distintos tipos de materiales abrasivos como son arena, granalla de acero esférica y angular, óxido de aluminio, carburo de silicio, olote de maíz, cáscara de nuez, etc. Algunos abrasivos como la media plástica y el bicarbonato de sodio requieren equipos diseñados para ese trabajo específico.

Imagen 6 Sistema de Presurización



Fuente: <http://www.chipaxa.com/imagenes/GrafCorrosion.jpg>

La operación de los equipos presurizados es muy sencilla, Se vierte el abrasivo en la parte superior del tanque y una vez cargado éste, se inyecta aire a presión dentro del mismo. El abrasivo fluirá hacia la parte baja en donde se combina con el flujo de aire a presión que acelera la velocidad del abrasivo para expulsarlo por medio de la boquilla y así limpiar las superficies.

8.7 Marco Legal

- Ley 9ª de 1979, conocida como Código Sanitario Nacional la cual en el Título III y que reglamenta sobre agentes químicos, físicos y Biológicos entre otros.

- Decreto 2400 de 1979 conocido como Estatuto de Seguridad Industrial en el capítulo VIII, artículo 154, precisa que los niveles máximos permisibles para sustancias peligrosas para la salud, se fijarán de acuerdo con la tabla 4. Marco legal peligrosas para la salud, se fijarán de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud.
- Decreto 1335 de 1987 por el cual se expide el reglamento de seguridad en las labores subterráneas.
- Decreto 2222 de 1993 por el cual se expide el reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo 4. Marco legal abierto.
- Decreto 35 de 1994 por el cual se dictan algunas disposiciones en materia de Seguridad Minera.
- Decreto 1832 de Agosto 3 de 1994, por el cual se adopta la Tabla de enfermedades profesionales, define la silicosis como enfermedad producida por manipulación de agentes químicos polvos.
- Decreto 614 de 1984 el cual sienta las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional en el País.
- La Agencia Internacional para la Prevención del Cáncer (IARC) lo ha clasificado como 1, es decir, como agente carcinógeno para los seres humanos.
- El reglamento técnico para el polvo de sílice en sus disposiciones establece en su reglamento que se aplique a todo lugar de trabajo y clase de trabajo, independiente de la forma de vinculación de los trabajadores al proceso laboral, en el que se presente exposición ocupacional a Polvo de Sílice en el

campo de la Higiene Ocupacional a la determinación de concentraciones de polvo total y de la fracción respirable.

- El contenido del reglamento puede igualmente ser aplicado a todo material sólido particulado cuya determinación se realice por métodos gravimétricos, incluyendo los métodos NIOSH 500 y NIOSH 600.
- La sílice figura en la lista de sustancia peligrosa (HazardousSubstanceList) ya que está sujeta a reglamentos de la OSHA y ha sido citada por la ACGIH, el NIOSH, el NTP y la IARC (47,48).
- Esta sustancia figura en la lista de sustancias extremadamente peligrosas para la salud (SpecialHealthHazarSubstanceList) ya que es un cancerígeno.
- Debido al alto riesgo de silicosis entre los limpiadores a presión de arena y la dificultad de controlar la exposición, el uso de sílice cristalino para las operaciones de limpieza con chorro se prohibió en Gran Bretaña en 1950 y en otros países europeos en 1966. En 1974, NIOSH recomendó que la arena de sílice (u otras sustancias que contuvieran más de 1% de sílice libre) se prohibieran como material de limpieza abrasiva y que se utilizaran materiales menos peligrosos en las operaciones de limpieza.
- Teniendo en cuenta que las enfermedades pulmonares de origen laboral tienen una gran incidencia en nuestro país, el Ministerio de Protección Social de Colombia presentó en agosto del 2007, cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional (GATISO), con el objetivo de incrementar el diagnóstico y prevenir las enfermedades profesionales de mayor prevalencia en Colombia, estas son:
 - Gatiso para la neumoconiosis.
 - Gatiso para cáncer de pulmón relacionado con el trabajo.
 - Gatiso para Asma Ocupacional.

- En Colombia, el Ministerio de Salud estableció las normas del sistema de vigilancia de eventos prioritarios en la Ley 9ª de 1979 o Código Sanitario Nacional en su Título VII y Decreto reglamentario 1562 de 1984 (48).
- El Decreto 614 de marzo de 1984, por el cual se determinan las bases para la organización y administración de la salud ocupacional en el país, en el artículo 30 sobre el subprograma de medicina del trabajo, define que en las empresas se debe "desarrollar los programas de vigilancia epidemiológica de enfermedades laborales, patología relacionada con el trabajo y ausentismo por tales causas" (49).
- La Resolución 1016 de marzo de 1989 del Ministerio del Trabajo en el artículo diez sobre las actividades principales de los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo señala que se deben "desarrollar actividades de vigilancia epidemiológica conjuntamente con el subprograma de higiene y seguridad industrial que incluirá como mínimo: accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y panorama de riesgos (50).
- El Decreto 1295 del 22 de junio de 1994, por el cual se determina la organización y administración de riesgos profesionales en Colombia dentro del marco de la Ley 100, establece en su artículo 61 sobre estadísticas de riesgos profesionales: "que todas las empresas y las entidades administradoras de riesgos profesionales deberán llevar las estadísticas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, para lo cual en cada caso, deberán determinar la gravedad y la frecuencia de los accidentes de trabajo y de las enfermedades laborales" Se puede observar que en Colombia la normatividad para la administración de los riesgos profesionales en donde existe responsabilidad del estado, de las administradoras de riesgos profesionales y de los empleadores, está encaminada primordialmente a la promoción y prevención (51).

- Esto se puede evidenciar también en el artículo 67 del Decreto 1295 de junio 22 de 1994, el cual reza: "Las empresas de alto riesgo rendirán a la respectiva entidad administradora de riesgos profesionales un informe de evaluación del desarrollo del programa de salud ocupacional, anexando el resultado técnico de la aplicación de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto a nivel ambiental como biológico y el seguimiento de los mecanismos de control de riesgos de higiene y seguridad industrial, avalado por los miembros del comité de medicina, higiene y seguridad de la respectiva empresa" (52).
- "Las aseguradoras de riesgos laborales como administradoras de los recursos económicos para los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales ATEL, son responsables de fomentar en las empresas los planes de salud ocupacional y seguridad industrial como una manera de minimizar los factores de riesgo ocupacionales (52). A través de la vigilancia epidemiológica es posible construir el perfil de riesgos y medir su expresión, información esta que deberá ser proporcionada a las direcciones de salud por las ARL (53).
- En 1986, se señalan los supuestos básicos de la organización de los sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional. Entre otros, "la organización de los sistemas de vigilancia epidemiológica en salud de los trabajadores es una obligación irrefutable de las entidades gubernamentales, teniendo como preocupación el empleo de toda la información existente en las instituciones de salud ocupacional y en los servicios de salud". "Antes de comenzar a organizar un sistema de vigilancia epidemiológica, es preciso identificar claramente quién desea la información, con qué propósitos, los costos, la factibilidad de aplicación, las facilidades de diagnóstico, la aplicación y la capacidad futura de respuesta de los servicios involucrados" (53).
- Además, señalan la necesidad de la conformación de una "unidad técnico administrativa" que apoye, fomente todas las actividades de identificación

de riesgos, su cuantificación, las actividades de intervención y control y el sistema de recolección de la información, base para las acciones que se tomen (52, 53, 54).

- A pesar de las condiciones de tipo normativo que se tienen al respecto, en el estudio nacional de salud realizado en Colombia en 1993 se planteó la inexistencia de un sistema de información y de vigilancia epidemiológica ocupacional unificado e interinstitucional, aunque desde 1987 el Ministerio de Salud y el Instituto del Seguro Social, plantearon las bases conceptuales y operativas para un sistema unificado de vigilancia epidemiológica. Según el estudio, el programa de salud ocupacional del Seguro Social es el más avanzado en ese sentido, dándole uso a la información ya disponible de morbilidad, mortalidad, accidentalidad y costos para definir prioridades de programación. Sin embargo, aún la información es dispersa y se identifican en forma restringida los riesgos en el ambiente laboral".
- De esta forma, se requiere el desarrollo de enfoques alternativos que propicien la intervención oportuna de los problemas de salud y de los factores de riesgo mediante el mejoramiento y aprovechamiento de la información requerida para tal fin.
- Decreto 2400 de 1979 conocido como Estatuto de Seguridad Industrial en el capítulo VIII, artículo 154, precisa que los niveles máximos permisibles para sustancias peligrosas para la salud, se fijarán de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud.

- Decreto 2566 del 2009, por el cual se adopta la Tabla de enfermedades profesionales, define la silicosis como enfermedad producida por manipulación de agentes químicos polvos.
- Resolución 2844 del 16 de agosto de 2007, mediante esta norma el Ministerio de la Protección Social adopta como referente obligatorio para el Sistema General de Riesgos Profesionales, el uso de las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional basadas en la evidencia(GATISO), en este caso específico la GATISO para neumoconiosis.

8.8 Límites permisibles para exposición ocupacional

Los TLVs de la ACGIH, se utilizan como guía en Colombia para determinar los límites de exposición ocupacional, cuando no existe normativa propia.

El TLV-TWA, para sílice cristalina (cuarzo y cristobalita) según la ACGIH es de 0.025 mg /m³ (año 2006).

El polvo de sílice cristalina está clasificado por la ACGIH como A2: Sospecha de carcinógeno humano, es decir indica que existe evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y suficiente evidencia de carcinogenicidad en experimentación animal.

8.9 Silicosis

La silicosis tiene varios estadios, que van desde la no manifestación de síntomas, síntomas generales, hasta síntomas respiratorios agudos, que pueden llevar a la muerte.

Disminución de sus mecanismos de defensa a otras enfermedades.

La silicosis puede avanzar al estadio de mayor gravedad, aun cuando el trabajador ya no se encuentre expuesto a polvo de sílice y puede ser responsable directa o indirecta de la muerte del trabajador.

8.9.1 Tipos de Silicosis

Silicosis crónica: Es la forma más común de silicosis. Los cambios fibróticos en el pulmón ocurren después de 10-30 años de la inhalación de concentraciones elevadas de polvo años de la inhalación de concentraciones elevadas de polvo de sílice. Puede continuar produciendo cambios fibróticos en el pulmón aún después de que la exposición cesa.

Silicosis acelerada: Resulta de la inhalación de concentraciones muy altas de polvo de sílice durante períodos relativamente cortos de tiempo (5 – 10 años).

Silicosis Aguda: Resulta de la inhalación de grandes concentraciones de sílice cristalina en un período corto de tiempo (7 meses a 5 años).

8.9.2 Tuberculosis pulmonar

Las partículas de sílice pueden destruir o alterar el metabolismo del macrófago pulmonar, reduciendo de esta manera su capacidad para la defensa antibacterial. La exposición ocupacional al polvo de sílice hace al individuo expuesto aumente la susceptibilidad para desarrollar tuberculosis pulmonar. La

proporción de tuberculosis en trabajadores expuestos a polvo de sílice, también depende de la proporción de tuberculosis en la población general.

8.9.3 Cáncer pulmonar

En 1997 la sílice cristalina fue categorizada como carcinógeno humano por la Agencia Internacional para la investigación del cáncer (IARC), y como posible carcinógeno humano por la ACGIH. El cáncer de pulmón es el único cáncer asociado a la exposición a sílice.

8.10 Enfermedad Profesional (Art. 11. Decreto-Ley 1295 de 1994):

Se considera enfermedad profesional todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el Gobierno Nacional.¹⁰

8.10.1 Efecto Biológico sobre la Salud

El polvo de sílice ingresa al organismo por inhalación. El aire inhalado pasa a través de las vías respiratorias superiores, la tráquea, bronquios y finalmente alcanza los bronquiolos terminales en donde se encuentran los alvéolos responsables del intercambio gaseoso, las paredes de los espacios alveolares son muy delgadas y vulnerables a los agentes en el ambiente. Las

¹⁰<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2629>

pequeñas partículas (menores de 10µm de diámetro aerodinámico) pueden depositarse en los bronquiolos terminales y en los alvéolos.

Los efectos sobre la salud asociados con el polvo de sílice cristalina están relacionados con la capacidad fibrogénica de la sílice inhalada, que puede llevar a la ocurrencia de enfermedad pulmonar ocupacional: Silicosis (neumoconiosis), cáncer pulmonar y al aumento del riesgo de tuberculosis pulmonar.

El término neumoconiosis literalmente significa “polvo en los pulmones” y está definido por la Organización Internacional del Trabajo – OIT como “la acumulación de polvo en los pulmones y reacción del tejido a su presencia”.

8.10.2 Normas de seguridad en el proceso de limpieza sandblasting

Se deben practicar las siguientes reglas, sobre todo cuando se trabaja en recintos confinados. Por ejemplo: interiores de tanques, lugares subterráneos, interior de edificaciones y otros. Algunas de estas reglas pertenecen a la norma ASTM E 1132 (Práctica estándar para los requisitos de salud relacionados con la exposición ocupacional al polvo de cuarzo).¹¹

Regla 1. Pantallas y carpas de protección

Pantallas y carpas de protección para sectorizar la zona de trabajo y evitar la dispersión en el área del polvo de arena residual.

Regla 2. Proveer suficiente ventilación al lugar de trabajo

¹¹<http://www.blastingmar.com/calidad/Pdf/ITAC-BMR-10-PDL01.PDF>

Mantener ventilación suficiente del sector de trabajo, especialmente en recintos cerrados, confinados o poco accesibles, esto permitirá una renovación constante del aire contaminado evitando riesgos de intoxicación, explosión o incendio. Mantener dicha ventilación durante toda la tarea.

Regla 3. Buena iluminación del sitio.

Mantener ventilación suficiente del sector de trabajo, especialmente en recintos cerrados, confinados o poco accesibles.

Regla 4. Usar equipo eléctrico blindado

Equipos eléctricos inadecuados o en mal estado son de riesgo inminente en las tareas. Se debe dar un especial cuidado a los equipos de iluminación, por la temperatura que desarrollan y por ser particularmente frágiles.

Regla 5. Evitar chispas por electricidad estática

Se debe evitar cualquier posibilidad de chispas provocadas por electricidad estática. La acumulación de electricidad estática por falta de conexiones a tierra de los equipos o ropa del personal que puede producir chispas por descarga.

Regla 6. Contar con extinguidor de incendios

Para responder de manera rápida a cualquier eventualidad que se pueda presentar en el área de trabajo.

Regla 7. No permitir personas solas en el área de riesgo

Siempre se debe trabajar en equipo de dos o más personas en presencia de un supervisor que se encuentre fuera del área directa de trabajo, pero bajo su alcance visual.

Regla 8. Orden y aseo

El mantener el área de riesgo despejada, aseada y limpia antes y después del trabajo de Sandblast, permite la evacuación en caso de intoxicación, accidente o situación de emergencia.

Regla 9. Señalización

Mantener una señalización adecuada del área, indicando la prohibición de fumar y el peligro de incendio o explosión; y prohibiendo además el ingreso al área de personal no autorizado.

Regla 10. Capacitación y educación de los empleados

Todos los trabajadores expuestos o potencialmente expuestos a polvo de cuarzo respirable serán informados en un lenguaje apropiado de los riesgos, las consecuencias de la exposición, los procedimientos de emergencia, los métodos apropiados para el uso seguro y las precauciones para minimizar la exposición. La información requerida deberá ser registrada en una hoja de datos de seguridad o en una forma similar y se mantendrán en sus archivos, de fácil acceso para los empleados.

Regla 11. Todo personal debe usar el equipo de seguridad adecuado

El no utilizar los equipos de seguridad atenta directamente contra la salud y seguridad del personal que trabaja en labores de Sandblast.

- Las gafas de seguridad que cubren toda la superficie del ojo.
- Un respirador diseñado para uso con equipos de alta presión de chorro de arena.

- Compresor de aire de gran capacidad y alta presión. Para suministrar aire al trabajador y evitar la inhalación del polvo de arena que puede dañar los pulmones.
- Filtro purificador de aire Elimina polvo, humedad y vapores de aceite de la línea de alimentación de aire del operario, generados por el compresor.
- Además de mantener al operador en una atmósfera fresca y cómoda.
- Escalafandra o capucha
- Sistema de suspensión de la cabeza para permitir que el dispositivo se mueva con la cabeza del conductor.
- Visor frontal muy amplio de policarbonato traslúcido con la lente reemplazable o protección de la lente.
- Una manguera de alimentación de aire.
- La protección del oído
- Orejeras o tapones para los oídos
- Ropa de protección
- Guantes
- Camisa o blusa de mangas largas
- Overol
- Calzado de seguridad, como botas con punta de acero Regla 12. Higiene personal

Los hábitos de higiene personal evitan el traslado de la contaminación por polvo de sílice cristalina respirable a otras dependencias de trabajo o incluso, al propio hogar, ya sea en la ropa, pelo, etc. Con el riesgo de atentar la salud de personas no expuestas profesionalmente a estas sustancias.

- No comer, beber o fumar en el lugar de trabajo.
- Antes de comer, beber o fumar, los trabajadores deben lavarse las manos y cara con agua y jabón. Además de quitarse la ropa de protección o de trabajo.
- Al salir de la zona de trabajo, deben de limpiar y quitar la ropa de protección.

- Disponer de lugares separados para guardar la ropa de protección o de trabajo de la ropa limpia u otras prendas personales.
- Al finalizar la jornada de trabajo, los trabajadores expuestos deben
- asearse, ducharse si es necesario, y utilizar ropa limpia antes de abandonar el trabajo.
- Prohibición de llevarse la ropa de protección y el calzado de trabajo a su domicilio.

Es de vital importancia también tomar en cuenta el clima atmosférico en que se va a desarrollar el trabajo, ya que ello implica otras medidas de seguridad para el personal.

8.10.3 Importancia de las normas de seguridad en el proceso de limpieza sandblasting.

Las operaciones de limpieza mediante chorro abrasivo pueden presentar riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores sino se siguen las normas de seguridad adecuadas.

Se debe tener especial cuidado al realizar trabajo de limpieza con sandblast, ya que el simple uso de cualquier abrasivo puede presentar peligros graves para los operadores. El material de vuelo puede ser también un abrasivo para la piel y llegar a provocar heridas. Se pueden sufrir quemaduras, debido a las proyecciones (con la piel o las lesiones de los ojos), caídas por caminar en superficies resbalosas provocado por los residuos esparcidos en el suelo, la exposición a polvos peligrosos, agotamiento por calor, la creación de una atmósfera explosiva, y la exposición al ruido excesivo.

Por lo tanto, es importante protegerse con ropa de trabajo adecuada, tener protección de oídos, ojos y un respirador con filtro. Además de mantener el orden y aseo en el área de trabajo.

Se debe cuidar la maquinaria y equipo cercano a donde se trabaja. El polvo de silicio (uno de los abrasivos más usados) es conductor eléctrico; por lo tanto, si no se protegen o sacan del lugar las máquinas existentes en el entorno es posible que se dañen los motores y otros elementos de accionamiento hidráulico. Por lo

tanto es importante colocar pantallas y carpas de protección para sectorizar la zona de trabajo y evitar la disipación en el área del polvo de arena residual.

Hay ciertos materiales abrasivos que por sí mismos ponen en verdadero peligro a los operadores. Tal es el caso de la arena de sílice, uno de los abrasivos más utilizados. La arena de sílice es muy frágil, por lo que se rompe con rapidez y crea grandes cantidades de polvo, dejando sílice libre en el ambiente. Después de la inhalación constante de este polvo puede provocar una enfermedad profesional, irreversible llamada silicosis; lo que hace extremar los requerimientos de seguridad y que ha provocado la prohibición del uso de la arena como abrasivo en la mayoría de los países tecnológicamente avanzados. Las partículas de sílice son invisibles al ojo humano y el cuerpo humano incapaz de expulsarlas. Estas partículas penetran en los alvéolos pulmonares y el tejido conectivo, anulando de forma gradual la capacidad pulmonar y la capacidad para oxigenar la sangre. Los síntomas incluyen disnea (dificultad respiratoria o falta de aliento) que, a medida que la enfermedad avanza, se produce incluso mientras se descansa. Tos grave, taquipnea (aumento de la frecuencia respiratoria por encima de los valores normales) fatiga, pérdida del apetito, pérdida de peso, dolores en el pecho, fiebre, sudores nocturnos, oscurecimiento gradual de las uñas. Esto supone un esfuerzo adicional para el corazón que provoca, finalmente, la muerte.

Además, las personas que padecen de silicosis son especialmente susceptibles a la tuberculosis y otras complicaciones pulmonares.

De ahí la gran importancia de utilizar un respirador con filtro purificador de aire.

No solamente el operador expuesto corre peligro sino también su familia, debido a las partículas impregnadas en la ropa que lleva a su casa. También las personas que viven cerca de donde se realiza este trabajo pueden extraer partículas a altos niveles de asbesto.

De ahí la gran importancia de utilizar ropa de trabajo y escalafandra o capucha.

8.10.4 Clasificación de las normas de preparación para superficies metálicas

Internacionalmente se ha normalizado la preparación de las superficies metálicas ferrosas, especificados por el SSPC y la NACE de acuerdo al método de limpieza.

Normas de limpieza con chorro abrasivo para superficies metálicas

La inspección de la preparación de superficie consiste en un análisis visual, donde por lo general se utilizan placas metálicas estandarizadas de la NACE o de la SSPC. El grado de limpieza se determina mediante una comparación visual de los estándares y el metal tratado.

Es importante resaltar que cuando se utilizan los estándares visuales el resultado no tiene por qué ser exacto al de la ilustración que da la norma. Toda superficie una vez granallada puede diferir en su aspecto y color conforme el tipo de abrasivo utilizado y del metal base limpiado.

Además de las placas estandarizadas también existen fotografías, estandarizadas por la norma SSPC-VIS 1 Guía de Fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas por Soplado Abrasivo Seco.

El principal uso que se da a estas fotografías es complementar las normas escritas de preparación de superficies. Las normas escritas son los medios principales que determinan la conformidad de los requerimientos para el arenado. Las fotografías no se deberán usar como un sustituto para las normas escritas.

1.9.1.1.1. Norma de la Sociedad de los Revestimientos Protectores por sus siglas en inglés –SSPC-SP 5.

8.11 Historia de Empresa Halliburton Latín América

Vista general del sector petrolero. Como parte fundamental de la política del gobierno nacional para la competitividad del país en materia minera y petrolera, y con el fin de promover el desarrollo, el 30 de diciembre del 2005 se expidió el decreto 4743, mediante el cual se otorgaron exenciones arancelarias a las importaciones de maquinaria, equipo y repuestos destinados a la explotación, beneficio, transformación y transporte de la actividad minera, transporte por ductos y refinación de hidrocarburos. Estos incentivos han sido pieza fundamental para que las inversiones en estos sectores crecieran en forma sostenida. La inversión extranjera directa en el sector petrolero creció más de 5 veces al pasar de USD 449 millones en el 2002 a USD 2.633 millones en el año 2009, con un crecimiento del 586%.

8.11.1 Halliburton a nivel mundial.

8.11.2 Misión.

Halliburton tiene como misión “crear valor sostenible entregando excelentes productos, servicios y soluciones digitales para activos que contribuyan al éxito de nuestros clientes al: Maximizar la producción y la recuperación, incorporar reservas ubicadas en lugares de difícil acceso y mejorar la eficiencia operacional”.¹²

8.11.3 Visión.

Su visión es “ser la compañía de servicios Upstream⁷ preferida para el desarrollo de los activos de petróleo y gas a nivel mundial”. Halliburton es uno de los mayores proveedores del mundo de productos y servicios a la industria del

¹² Disponible en www.halliburton.com/Colombia

petróleo y de gas. Sus sedes principales se encuentran ubicadas en Houston, Texas, Estados Unidos y en Dubái, Emiratos Árabes Unidos, siendo esta la segunda sede principal desde 2007. La figura 3 muestra la presencia de la compañía en el mundo: Sedes principales, centros de investigación y locaciones.¹³

Imagen 7. Sedes principales, centros de investigación y locaciones de Halliburton a nivel mundial.



Fuente: Extraído de www.halliburton.com.

La compañía desempeña su labor en más de ochenta países alrededor del mundo, emplea a más de 58.000 personas. Alcanza ingresos globales por US\$14.7 billones para el 2009 y US\$18 billones para el 2010. A nivel Latinoamérica Halliburton está presente en varios países como Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, México, Panamá, Venezuela y Colombia.

13 Disponible en www.halliburton.com/Colombia

8.11.4 Halliburton en Colombia

Para 1954 Halliburton inicia su consolidación en Colombia como una compañía de servicios Upstream, inicialmente con servicios de Cementación, para años más tarde suministrar productos, servicios y soluciones integrales para la exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas. El portafolio de servicios va desde la evaluación de las formaciones a perforar hasta la perforación, completamiento, estimulación y mantenimiento del pozo.

Imagen 8. Locaciones de Halliburton en Colombia



Fuente: www.halliburton.com/Colombia

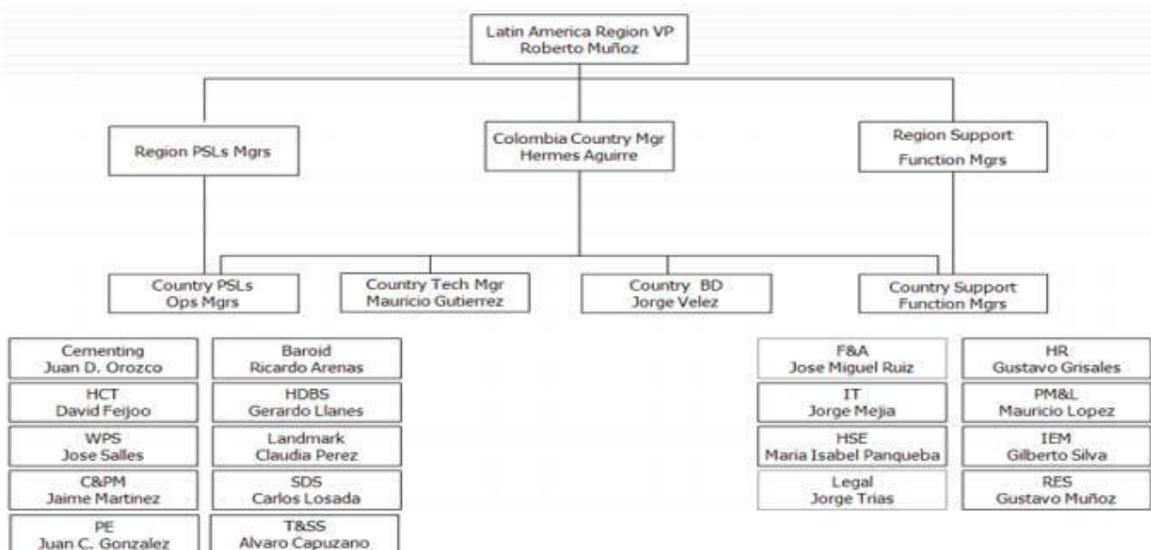
Hoy en día, la compañía emplea alrededor de 1450 personas lo que corresponde al 2.4% a nivel mundial, posee 6 bases o locaciones cada una en: Yopal, Neiva, Villavicencio, Barrancabermeja, Bogotá y Funza (incluye Cota y Toberín) siendo estas dos últimas locaciones las de mayor impacto e importancia para la compañía.

Así mismo como SF's-SupportFuntions o Grupos de Soporte a la operación de la compañía, existen 9 líneas entre las que se encuentran:

- F&A-Finanzas.

- PM&L Procurement Materials and logistic.
- RES-Real Estate/Pool Admin.
- IT-Information Technology.
- HR-Human Resources.
- HSE- Health.
- Safety.
- Environmental and Quality.
- IEM Internal Equipment Maintenance.
- Security y Legal.

Imagen 9. Estructura organizacional Halliburton en Colombia



Fuente: Extraído de www.halliburton.com/colombia.

8.11.5 PSL's - Líneas de Servicio y SF's - Líneas de Soporte.

Halliburton en Colombia se integra por nueve líneas de servicio o PSL's (Product Service line) dentro de las que se encuentran: BSS-Baroid o Fluid Services, CEM-Cementing, HCT-Completion Tools, HDBS-Drill Bits and Service, SDS-Sperry Drilling Services, WP-Wireline and Perforating,

PEProductionEnhancement, LSS-Landmark Software &Services y IEM-Maintenance.

9. Metodología

Teniendo en cuenta que la empresa Halliburton base Yopal, no cuenta con una guía formal para el proceso de sandblasting, con base en la política de salud ocupacional y seguridad, se hace énfasis en crear dicha guía que ayude a optimizar el proceso de sandblasting y a la vez sirva para mitigar el riesgo de los operarios a producir dicha enfermedad.

La implementación de dicha guía llevara a producir cambios en el procedimiento que actualmente realizan los operarios y a la vez la socialización y sensibilización de la importancia de seguir cuidadosamente las precauciones de dicho proceso.

Para realizar esta metodología se tendrá en cuenta las siguientes normas de carácter legal para este tipo de empresas:

- Enfermedad Profesional (Art. 11. Decreto-Ley 1295 de 1994)
- Ley 9ª de 1979, conocida como Código Sanitario Nacional la cual en el Título III y que reglamenta sobre agentes químicos, físicos y Biológicos entre otros.
- Decreto 2400 de 1979 conocido como Estatuto de Seguridad Industrial en el capítulo VIII, artículo 154.
- Decreto 2222 de 1993 por el cual se expide el reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo 4. Marco legal abierto
- Decreto 1832 de agosto 3 de 1994.
- Decreto 614 de 1984 el cual sienta las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional en el País.
- La Agencia Internacional para la Prevención del Cáncer (IARC) lo ha clasificado como 1, es decir, como agente carcinógeno para los seres humanos.

- La sílice figura en la lista de sustancia peligrosa (HazardousSubstanceList) ya que está sujeta a reglamentos de la OSHA y ha sido citada por la ACGIH, el NIOSH, el NTP y la IARC (47,48).
- En Colombia, el Ministerio de Salud estableció las normas del sistema de vigilancia de eventos prioritarios en la Ley 9ª de 1979 o Código Sanitario Nacional en su Título VII y Decreto reglamentario 1562 de 1984 (48).
- El Decreto 614 de marzo de 1984.
- La Resolución 1016 de marzo de 1989 del Ministerio del Trabajo en el artículo 10.
- El Decreto 1295 del 22 de junio de 1994.
- Artículo 67 del Decreto 1295 de junio 22 de 1994.
- Decreto 2400 de 1979 conocido como Estatuto de Seguridad Industrial en el capítulo VIII, artículo 154.
- Decreto 2566 del 2009, por el cual se adopta la Tabla de enfermedades profesionales, define la silicosis como enfermedad producida por manipulación de agentes químicos polvos (57).
- Resolución 2844 del 16 de agosto de 2007.

La siguiente metodología comprender los siguientes pasos para su proceso de implementación.

10. Diagnostico

10.1 Procedimiento para la obtención de datos

Fue necesario realizar 3 visitas a la base Yopal, con el fin de obtener información para levantamiento de los datos empleados, las 2 visitas se realizaron en un periodo de 2 meses, en la cual se me facilito ya que soy empleado en dicha base y con autorización del supervisor quien me permitió el ingreso en mis días de descanso para tal fin.

La primera visita a la empresa se realizó inspección visual a las instalaciones, condiciones de trabajo y la ejecución del proceso de sandblasting, en las cuales se pudo determinar los peligros a los cuales están expuestos los operadores que ejecutan dicha tarea.

En la segunda visita, teniendo en cuenta la primera visita, se realiza una reunión en el área de trabajo, con el fin de aplicar una encuesta a los operadores sobre aspectos de seguridad y de esta manera recopilar información clave para nuestro proyecto.

10.1.1 Observación directa

El proceso de recolección de información de forma directa, en este caso la inspección visual realizada a la ejecución del proceso de limpieza sandblasting, se pudo evidenciar que por cada tarea no se lleva un histórico detallado de las condiciones de realización del trabajo y el tiempo de exposición del operario ejecutando dicha labor, a la vez no existe en el momento información relevante de los riesgos para la salud. Dicha información se considera altamente confiable ya que a la vez se realizó retroalimentación con los operarios de los puntos que se observaron.

10.1.2 Listas de Chequeo

Con base en la información recopilada en las inspecciones visuales del desarrollo del proceso, se elaboraron listas de chequeo (**Anexo 1**), dichas listas nos sirvieron para valorar el estado de la empresa en temas de seguridad en el proceso de limpieza sandblasting.

En la lista de chequeo se asignó la siguiente valoración para los ítems:

Excelente=5.

Bueno=4.

Regular=3.

Malo=2

No existe=0.

Según el análisis de resultados, se pudo concluir que:

1. Previo el inicio del trabajo no son informados de los riesgos de exposición excesiva del polvo de sílice.
2. La señalización del área de trabajo es escasa.
3. No existe una guía detallada del proceso en ejecución.
4. No se realiza limpieza del área después de ejecutar el trabajo.
5. No saben los efectos para la salud.

Todo lo anterior es de vital importancia para la elaboración de matriz.

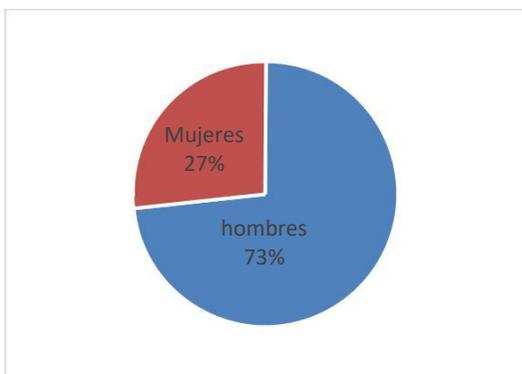
10.1.3 Encuestas

Teniendo como base la población que son todos los operadores que ejecutan el proceso de sandblasting en la base Yopal, se seleccionan 11 operarios para realizar dicha encuesta (Anexo 2). Los resultados de la encuesta fueron los siguientes:

Pregunta 1.

Imagen 10. Sexo

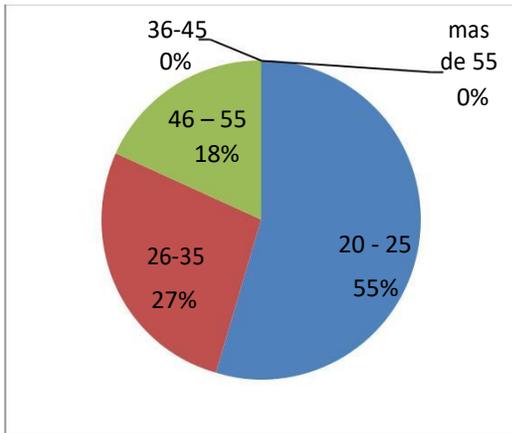
El 73% son hombres y el 27% son mujeres.



Fuente. Elaborado por el autor

Pregunta 2.

Imagen 11. Edad.

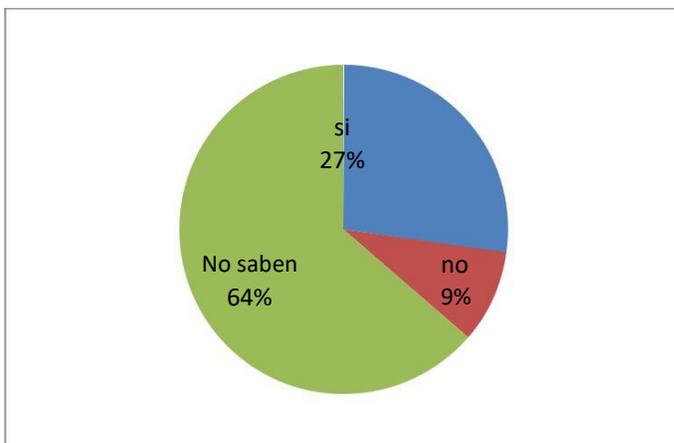


Fuente. Elaborado por el autor

El 55% de los operarios esta entre edades de 20 a 25 años, el 27% está en 26 a 35 años, con lo anterior concluimos que si estos empleados continúan realizando esta actividad por largo tiempo tendrían mayor probabilidad de padecer silicosis, debido a que estarían mayor tiempo expuestos.

Pregunta 3.

Imagen 12. El área de trabajo es debidamente demarcada:

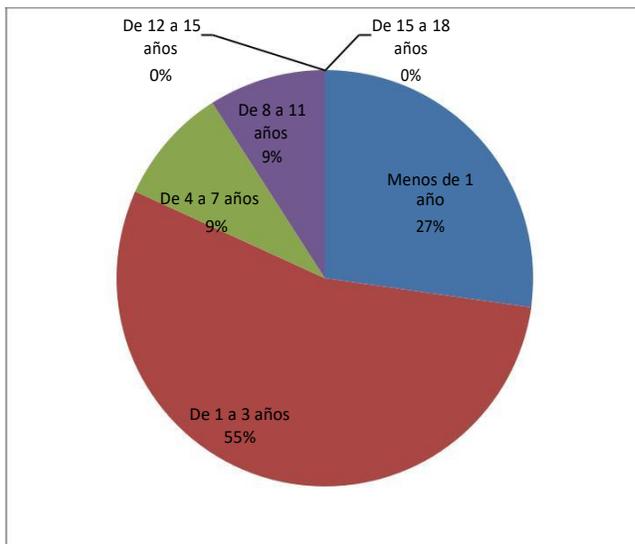


Fuente. Elaborado por el autor

El área de trabajo es debidamente demarcada: La demarcación del área es de gran importancia, lo cual preocupa que el 64% opine que a veces se demarca, es inaceptable que el 9% no se demarca y el 27% si se demarca el área de trabajo.

Pregunta 4.

Imagen 13 Años de experiencia como operador de limpieza sandblasting.

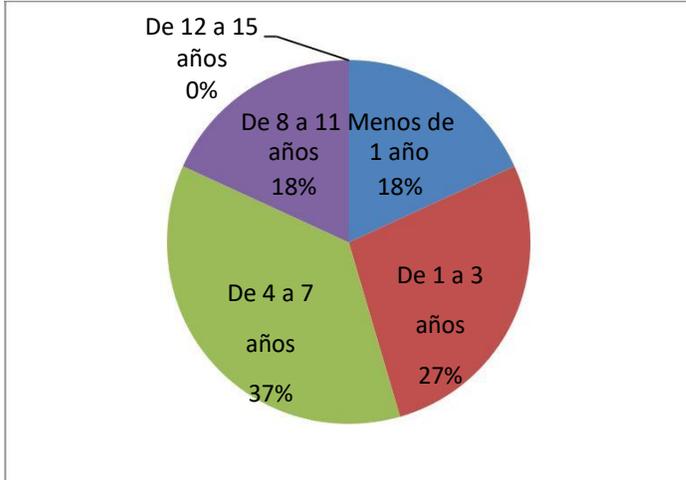


Fuente. Elaborado por el autor

Para esta operación se necesita personal calificado, capacitado el cual el 27% llevan menos de un año el 55% entre 1 a 3 años el 9% 4 a 7 años el 9% 8 a 11 años el 27% menos de 1 año; Experiencia de 12 a 15 y 15 a 18 años ningún operario.

Pregunta 5.

Imagen 14 Tiempo que lleva en la empresa Halliburton.

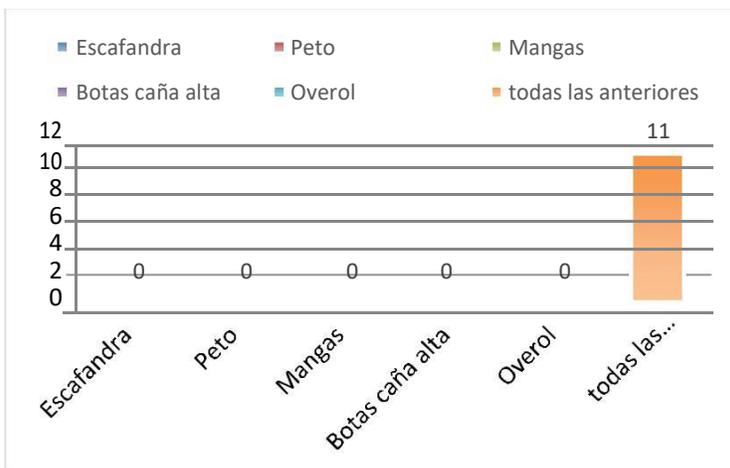


Fuente. Elaborado por el autor

El porcentaje de operarios que llevan de 4 a 7 años es del 37%, de 1 a 3 años el 27%, menos de 1 año el 18% de 12 a 15 años el 0% de 8 a 11 años y el 18%.

Pregunta 6.

Imagen 15. Utiliza los EPP adecuados para realizar el proceso de sandblasting

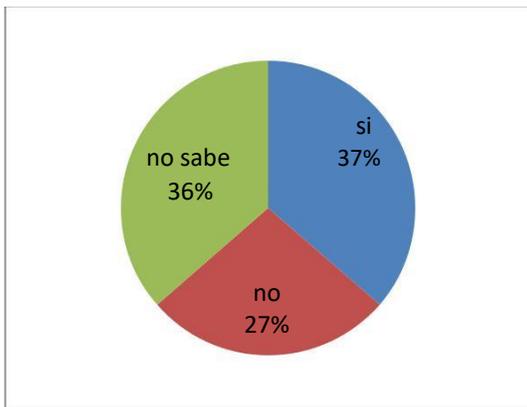


Fuente. Elaborado por el autor

Todos los operarios de sandblasting encuestados utilizan todos los EPP listados en la pregunta.

Pregunta 7.

Imagen 16. Verifica que los filtros de aire y carbón, del equipo de suministro de aire estén certificado y aptos para trabajar

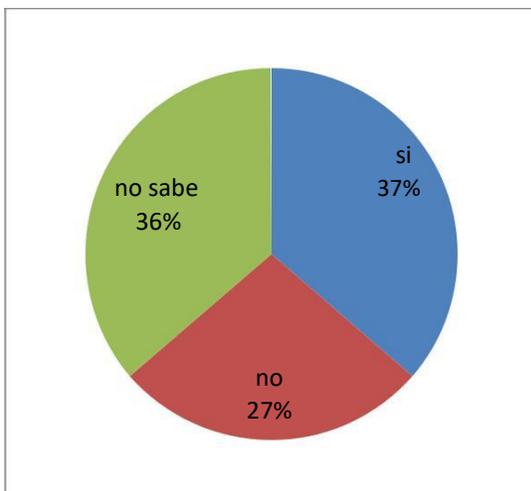


Fuente. Elaborado por el autor

Los revisan el 37% no saben el 36 % no los utilizan 27 %.

Pregunta 8.

Imagen 17. Hace uso de mascarilla para material particulado que cumpla con la norma NIOSH N95

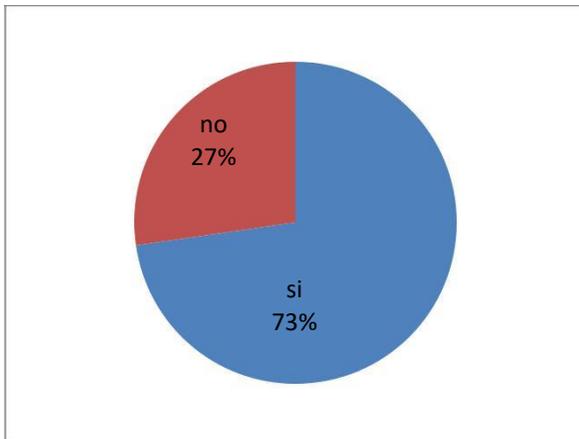


Fuente. Elaborado por el autor

El 37% de encuestados saben que la mascarilla para material particulado que cumple con la norma NIOSH N95, 36% no sabe y el 27% no usa mascarilla bajo la norma.

Pregunta 9.

Imagen 18 Tiene conocimiento de las medidas de primeros auxilios en caso de emergencia con los químicos.

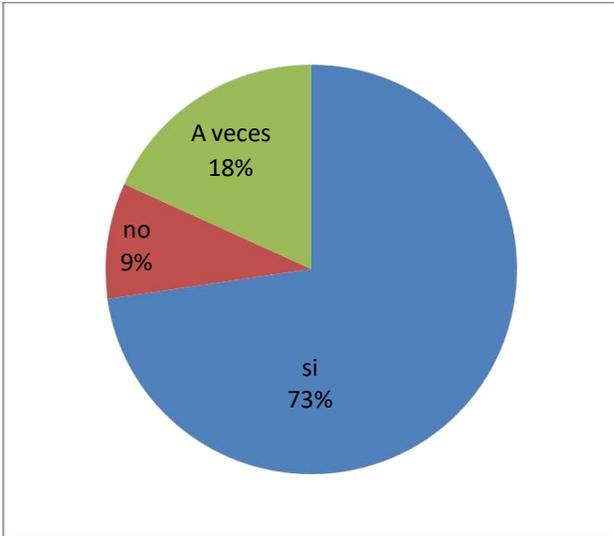


Fuente. Elaborado por el autor

El 73 % de los operarios tienen conocimiento de las medidas de primeros auxilios con químicos y el 27% no tienen conocimiento.

Pregunta 10.

Imagen 19 Cuando realiza la limpieza sandblasting se dispone de botiquín de primeros auxilios en el área de trabajo.

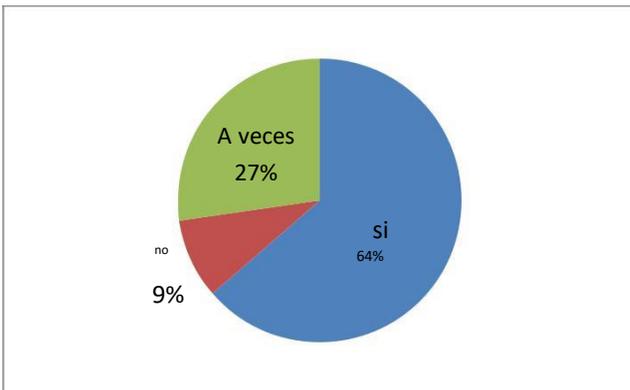


Fuente. Elaborado por el autor

El 73% dice que si se dispone del botiquín, el 18% a veces y el 9% responde que no.

Pregunta11.

Imagen 20 Se controla la interferencia aislando, demarcando el sitio de sandblasting de los trabajos simultáneos.

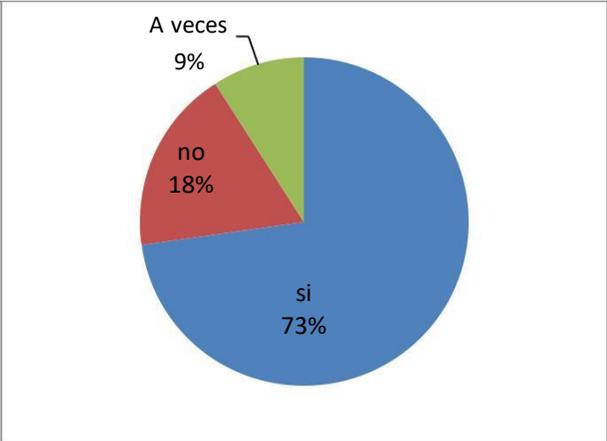


Fuente. Elaborado por el autor

El 64% de los operadores encuestados manifestaron que si se aísla y se demarca el área de trabajo; un 27% dice que a veces y el 9% dice que no.

Pregunta 12.

Imagen 21 Realizar inspección preoperacional de la tolva, el disparador de agua y deja registro por escrito.

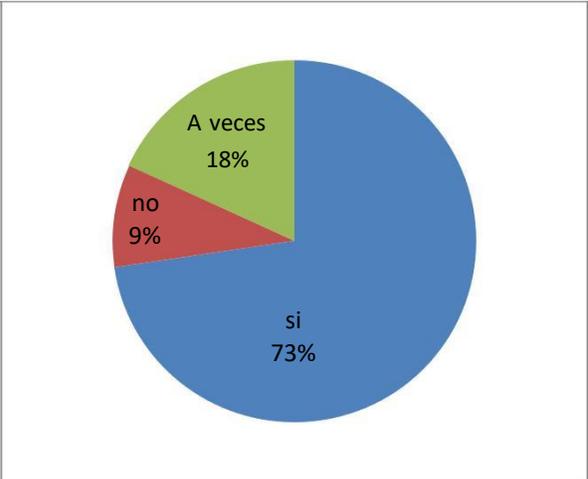


Fuente. Elaborado por el autor

El 73% de los encuestados dicen que sí, no el 18 % a veces 9%.

Pregunta 13.

Imagen 22 Usa doble protección facial (gafas, careta facial) Para el trabajo.



Fuente. Elaborado por el autor

El 73 % si utiliza doble protección facial, el 9% no utiliza y el 18% a veces utiliza doble protección facial.

Pregunta 14.

Imagen 23 Usa permanente de doble protección auditiva (de inserción y de copa).

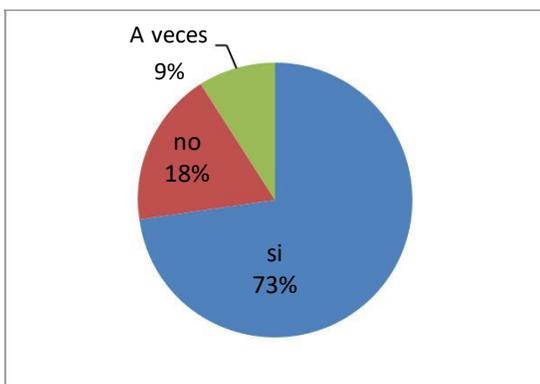


Fuente. Elaborado por el autor

Un 73 % si usa doble protección auditiva, el 9% no usa doble protección y el 18 % a veces.

Pregunta 15.

Imagen 24. En la actividad permanece el vigía de seguridad: si el 80 % hace de vigía



Fuente. Elaborado por el autor

El 18% dice que no permanece el vigía de seguridad durante el trabajo, el 73% opina que si permanece y el 9% a veces.

10.2 Identificación de Peligros

Teniendo en cuenta los pasos que realizan los operadores en la empresa Halliburton base Yopal para realizar el proceso de sandblasting, se analiza la información obtenida, teniendo en cuenta las condiciones del sitio de trabajo en el cual se realizan, la periodicidad (rutinarias/no rutinarias o en situación de emergencia), los equipos, herramientas y materiales empleados. con el fin de identificar los factores de esos riesgos y de esta forma determinar el estado real actual de la empresa Halliburton, base Yopal y poder tomar como referencia los más críticos; y a partir de estos proponer mecanismos de control para disminuirlos o prevenirlos.

Tabla 2. Identificación de peligros.

DESCRIPCION DE PELIGROS				
MECANICO	FISICOS	LOCATIVOS	QUIMICO	AMBIENTALES
Manipulación de equipos y herramientas.	Trabajos Simultáneos.	Trabajo en espacio Confinado con Deficiencia de Oxígeno.	Emisión de material particulado.	Manejo del agua para el inhibidor. Blasting (inhibidor a base de agua y arena) Uso de Inhibidores y químicos (Ferrogard-903) Se anexa hoja de seguridad. No se genera impacto ambiental ni riesgo toxicológico al trabajador expuesto.

Manejo inadecuado del chorro de arena	Operación de sistemas a presión (80 a 130 PSI)	Trabajos en alturas hasta de 17 mts: SANDBLASTING desde Bugui.	Emisión de vapores químicos	Uso de Pintura, Thiner y químicos
Trabajos Simultáneos	Exposición a ruido generado por equipos	Utilización de andamio Cup Lock para sandblasting anillo 3, 4 y escalera interna		Lluvias y/o tormentasEléctricasExposición prolongada al solNeblina
Trabajos con Compresor (equipos presurizados)	Wet Blasting utilizando el Manlift (Trabajo en Alturas).	Áreas obstruidas		Contacto con Productos químicos
Herramientas y materiales en desorden	Mangueras presurizadas 80 a 120 PSI	Pintura en Espacio Confinado con Suficiencia de Oxígeno		
		Trabajos en alturas hasta de 17 mts: SANDBLASTING desde Bugui.		

10.2.1 Metodología de Evaluación de riesgos

La metodología de evaluación utilizada es de adaptación propia de la empresa y está basada en algunas metodologías de tipo cualitativo que involucran los siguientes criterios de valoración: Probabilidad y Consecuencia.

Tabla 3. Matriz de análisis de riesgos.

HALLIBURTON					MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS					
CONSECUENCIAS POTENCIALES					VALORACION DE LA PROBABILIDAD					
					A	B	C	D	E	F
Categoría de severidad del peligro	Palabra descriptiva	Personal enfermedad o lesión	Perdida de bienes	Medio ambiente	Frecuente	Razonablemente Probable	Ocasional	Remoto	En extremo no probable	Imposible
I	Catastrófico	Fatal o incapacidad permanente por lesión o enfermedad	> \$1'000.000	Daño al medio ambiente en términos largos (5 años o más) o que requiere más de \$1'000.000		1				
II	Crítico	Enfermedad o lesión severa	\$200.000 a \$1'000.000	Daño al medio ambiente en términos medianos (1-5 años o más) o que requiere más de \$200.000 a \$1'000.000 para corregir y/o multas.			2			
III	Marginal	Lesión o enfermedad menor	\$10.000 a \$200.000	Daño al medio ambiente en términos cortos (menos de 1 año) o que requiere más de \$10.000 a \$200.000 para corregir y/o multas.				3		
IV	Insignificante	No lesión o enfermedad	<\$10.000	Daño al medio ambiente menor que puede ser reparado fácilmente con menos de \$10.000 para corregir y/o multas.						
Valoración de la probabilidad					Código de prioridad del riesgo (CPR)					
Nivel de Descripción					Código de acción requerida					
A frecuente: Probablemente puede ocurrir repetidamente durante una actividad/operación					1. RIESGO ALTO: Imperativo disminuir el riesgo a un nivel más bajo.					
B razonablemente posible: Probablemente puede ocurrir repetidamente durante una actividad/operación					2. RIESGO MEDIO: La operación puede requerir aprobación de la gerencia.					
D ocasional: Probablemente puede ocurrir repetidamente durante una actividad/operación					3. Operación permitida					
E remoto: Probablemente puede ocurrir repetidamente durante una actividad/operación					NOTA: UN CODIGO DE PRIORIDAD DEL RIESGO MENOR QUE 3, NO ES ACEPTABLE PARA PELIGROS QUE TIENEN AL PERSONAL COMO BLANCO					
I mposible: Probablemente puede ocurrir repetidamente durante una actividad/operación					Blancos: P Personal, E equipo, DT tiempo perdido, DC datos, ENV ambiente, I entrelace					

1. Peligro: Manipulación de equipos y herramientas.

Efecto del Riesgo: Golpes, machucones, lesiones personales.

Severidad / Probabilidad: II Critico / Frecuente

CPR: Riesgo Alto.

Medidas de Reducción del Riesgo:

Realizar preoperacional de las herramientas y equipos dejar registro escrito.
Verificar que las mangueras no estén aplastadas, ni cuarteadas, rechazar las mangueras deterioradas
Personal con las competencias necesarias de acuerdo al oficio

2. Peligro: Manejo inadecuado del chorro de arena

Efecto del Riesgo: Lesiones y/o fracturas en muñecas, brazos, piernas y rostro, Golpes, machucones, resbalones, cuerpo extraño en ojos

Severidad / Probabilidad: II Critico / Ocasional

CPR: Riesgo Medio.

Medidas de Reducción del Riesgo:

El personal que realiza esta actividad debe ser calificado y con experiencia.
Usar los elementos de protección personal (casco, guantes, gafas, ropa de trabajo, protección auditiva, escafandra, botas caña alta, peto, mangas).
Mantener señalizada y demarcada el área a sandblastear.

Colocar letrero de: "NO CERRAR VÁLVULA" y bloquear el acceso a la tolva.

En el interior del tanque los operadores deben guardar una distancia entre 120 grados del punto de aplicación.

3. Peligro: Exposición a ruido generado por equipos

Efecto del Riesgo:Disminución de la capacidad auditiva.

Severidad / Probabilidad: II Marginal / Ocasional

CPR: Riesgo Medio.

Medidas de Reducción del Riesgo:

Usar permanentemente protección auditiva de inserción

4. Peligro: Operación de sistemas a presión (80 a 130 PSI).

Efecto del Riesgo:Daños a propiedades o lesiones a las personas por rotura de mangueras o sobrepresión en la tolva. Conato de incendio.

Severidad / Probabilidad: II Critico / Ocasional

CPR: Riesgo Medio.

Medidas de Reducción del Riesgo:

Verificar correctos ajustes de las mangueras, acoples con los pines de seguridad y

guaya anti látigo.
Las tolvas deben ser certificadas, verificar que se haga limpieza a los filtros de mall.
Debe drenarse a diario los filtros del pulmón.
Verificar que las mangueras resistan hasta un 40% por encima de la presión de trabajo. LAS TOLVAS DEBEN TENER EL PARE AUTOMÁTICO (HOMBRE CAÍDO)
Realizar y documentar inspección preoperacional de todos los equipos a utilizar
Contar con personal calificado y con experiencia en esta actividad. Verificar certificados y hoja de vida.
Habilidad y entrenamiento de los operadores en la manipulación de las válvulas anexas evitando sobrepresiones (verificar presión con manómetro, verificar fugas, estado de válvulas y aterrizaje del equipo).
Verificar el estado de la tolva sin fisuras y ni oxidación. Prohibido el uso de tolvas o partes hechizas
Verificar que la tapa superior de la tolva se encuentre debidamente asegurada y limpia.
Ubicación de un extintor multipropósito por cada compresor, realizar inspección mensual y dejar registro escrito.
Seguir el procedimiento del plan de atención de primeros auxilios en caso de incendio así mismo si hay que movilizar al trabajador se hará en la ambulancia que se tiene en el campo
Debe capacitarse a los trabajadores sobre el uso del extintor
Debe aterrizar el compresor.

5. **Peligro:** Trabajo en espacio Confinado con Deficiencia de Oxígeno en área clase 1, división 1.

Efecto del Riesgo:

Afecciones respiratorias (silicosis).

Lesiones personales por proyección de partículas.

Lesiones personales por inadecuada operación de equipo.

Asfixia, ahogamiento por deficiente suministro de aire.

Explosión por acumulación de polvo y chispas de los extractores.

Severidad / Probabilidad: III Marginal / Ocasional

CPR: Riesgo Bajo.

Medidas de Reducción del Riesgo:

Uso de escafandra y suministro de aire fresco a través del "pulmón" del equipo.
Instalación de Extractores en los manholes del espacio confinado y comunicación permanente entre los sandblasteadores y el vigía de seguridad. Los extractores deben ser Explosión Proof, Clase 1, división 1, Nema. 7
Uso de escafandra y suministro de aire fresco a través del "pulmón" del equipo. Ropa de trabajo peto, botas caña alta, camisa manga larga y pantalón
Contar con personal calificado y con experiencia en esta actividad (competente). Verificar certificados y hoja de vida
Monitorear el buen funcionamiento del suministro de aire hacia el sandblasteador.
Dispones de vigía a la entrada del tanque y sistemas de comunicación entre los operadores de sand blasting y el vigía.
Instalación de extractores Explosión Proof, Clase 1, división 1, Nema 7- Ubicación de extintor multipropósito.
Uso de Lámparas Explosión Proof, Clase 1, división 1, Nema 7.
Retirar obstáculos en el piso dentro del espacio confinado.

Disponibilidad de Primeros auxilios en el área

6. **Peligro:** Trabajos en alturas hasta de 17 mts: SANDBLASTING desde Bugui.

Efecto del Riesgo: Lesiones a personas (fracturas, golpes), Fatalidad.

Severidad / Probabilidad: II Catastrófico / Remoto

CPR: Riesgo Alto.

Medidas de Reducción del Riesgo:

Verificar los puntos de anclaje del bugui, hacer prueba de carga y dejar registro escrito. Asegurarse que los tabloncillos estén en buen estado, y que se amarren con manila al bugui. No se admiten rotos o sueltos.

Trabajador sujetado a línea de vida en cable de acero de 1/2" con tres pernos de anclaje independiente del bugui. Utilización de arnés de doble eslinga.

Diligenciar el certificado de apoyo en alturas y adjuntar el procedimiento de rescate.

Realizar evaluación médica antes de la actividad

Verificar el estado del Bugui y las certificaciones de elaboración que otorgue el fabricante.

Verificar la capacidad del Bugui y hacer prueba de carga (con bultos de arena) con un 300% por encima de la capacidad recomendada por el fabricante.

Verificar que la línea de vida no quede trabajando sobre aristas vivas.

Retirar al personal que no esté involucrado en la actividad. Señalizar y restringir el acceso

Inspección preoperacional diaria de arneses y demás elementos para trabajo en altura.

11. Conclusiones

- Tras realizar las visitas a la empresa Halliburton base Yopal, se pudo concluir que las condiciones en las que ejecutan actualmente el proceso de sandblasting, tiene bastantes deficiencias y que por esta razón se ve la importancia de elaborar una guía que permita dar a conocer a los operadores la enfermedad silicosis, como prevenirla y las condiciones en cuanto a seguridad industrial y salud ocupacional se deben tener en este trabajo.
- La aplicación de herramientas de recolección de información como la encuesta, inspección visual de la ejecución del trabajo fue clave para determinar los peligros relevantes de dicho proceso, por ende evaluar los riesgos teniendo en cuenta la matriz de la empresa y de esta manera determinar el nivel del riesgo y definir los controles respectivos.
- Implementar una guía de salud ocupacional y seguridad industrial para el proceso de sandblasting en la empresa Halliburton base Yopal mejoraría de manera significativa las condiciones laborales de sus empleados, y podría evitar en un futuro la enfermedad de silicosis.
- El conocimiento de las enfermedades profesionales que se pueden llegar a sufrir por las condiciones laborales y tener claro si hay falta de elementos que permitan la prevención de las mismas, es fundamental para poder actuar a tiempo.
- La implementación del guía propuesta es decisión final del supervisor de la base Yopal, puesto que se le presenta como una alternativa para prevenir y

mejorar las falencias a nivel de seguridad industrial y salud ocupacional que posee la empresa en el proceso de sandblasting.

12.Recomendaciones

- Demarque el área de trabajo para evitar el paso de personal no autorizado al área de trabajo de sandblasting.
- Implementar la guía en la empresa Halliburton base Yopal, siempre que se ejecute el trabajo de sandblasting y de parte de la autoridad del trabajo verifique la revisión de la guía elaborada por todos los operadores que vayan a ejecutar dicho proceso.

13. Propuesta

13.1 Definiciones y Conceptos¹⁴

- **Sílice:** Término genérico con el que es conocido el dióxido de silicio (SiO₂). Es un componente importante de la arena, rocas y minerales, siendo uno de los minerales más abundantes en la corteza terrestre. En estado libre se presenta bajo diferentes formas cristalinas o amorfas. Se encuentra igualmente en estado combinado formando silicatos. Desde el punto de vista de efectos patógenos, es importante hacer la distinción entre las diferentes formas, siendo la sílice cristalina la que presenta el mayor poder patógeno. Las principales variedades de la sílice cristalina incluyen el cuarzo (Nº CAS: 14808-60-7), cristobalita (Nº CAS: 14464-46-1), y tridimita (Nº CAS: 15468-32-3). El cuarzo es el más común en la naturaleza. La cristobalita y la tridimita se encuentran en rocas volcánicas. Las tres formas están interrelacionadas y pueden cambiar su forma bajo diferentes condiciones de temperatura y presión. Este documento se refiere únicamente a la exposición a la sílice cristalina, en sus tres variedades principales.

- **Polvo:** Suspensión de materia sólida, particulada y dispersa en la atmósfera, producida por procesos mecánicos y/o por el movimiento del aire.

- **Fracción respirable del polvo:** Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas (UNEEN-481:1995 “Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles”).

- **Neumoconiosis:** Grupo de enfermedades causadas por la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares debidas a su presencia. Se

¹⁴http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_487_Protocolo_silicosis.pdf

incluyen en el grupo de las enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID).

- **Silicosis:** Enfermedad pulmonar causada por la inhalación y depósito de partículas de sílice cristalina. Es una de las principales neumoconiosis enfermedades profesionales causadas por inhalación de sustancias: polvo de sílice libre.

Es la forma más importante de neumoconiosis. Las partículas de sílice depositadas en el tejido pulmonar son atrapadas por las células para ser fagocitadas (la fagocitosis es el fenómeno por el que ciertas células engloban y eliminan microorganismos y restos celulares), estas células se rompen tal que se produce muerte celular y la liberación de las partículas de sílice previamente atrapadas, las cuales producen una nueva fagocitosis. Esto lleva a la formación de nódulos y fibrosis pulmonar generando dificultad respiratoria hasta llegar a causar la muerte y/o condiciones en el organismo para desarrollar cáncer. Cuanto más elevada es la concentración a que están expuestos los trabajadores y más larga la exposición, tanto mayor el riesgo de contraer la silicosis.

Esta enfermedad puede ser diagnosticada con base en los síntomas (falta de aire, fiebre, dificultad respiratoria, esfuerzo físico) y un análisis de rayos-X de daño de pulmón inducido por polvo.

13.2 Riesgos Para La Salud

El principal riesgo en este tipo de operaciones es la inhalación del material particulado fino, que puede contener trazas de **Sílice Cristalina**, sustancia que produce una enfermedad crónica inflamatoria en los pulmones llamada **silicosis**. Otros efectos respiratorios incluyen rinitis crónica, asma bronquial crónica, bronquitis espasmódica e infiltración eosinófila pulmonar por la acción mecánica de las partículas de polvo depositadas en las membranas mucosas o que penetran el sistema respiratorio.

Las personas que padecen enfermedades bronquiales, rinitis crónica, asma alérgica y dermatitis eczematosa o eritomatosa no deben exponerse a esta clase de materiales.

El contacto con la piel también debe evitarse estrictamente porque el polvo fino puede causar irritación y posibles alergias dependiendo de la sensibilidad de la persona. También son frecuentes las ulceraciones a causa de la acción mecánica.

13.3 Importancia de la exposición a Sílice en Colombia

La ocurrencia de silicosis ha disminuido dramáticamente, en muchos países desarrollados como resultado de la disminución en la exposición debido a la implementación de medidas de control. En Colombia, la información sobre la exposición ocupacional a polvo de sílice es muy escasa. En la 13ª sesión del Comité Conjunto OIT/ OMS de Salud Ocupacional realizada el año 2005, se reportó que en Colombia existían 1.8 millones de trabajadores expuestos a sílice.

Las administradoras de Riesgos Profesionales y en cumplimiento de su responsabilidad en la prevención y el control de las lesiones y enfermedades de origen profesional, se une al esfuerzo por el control del sílice y la prevención de la enfermedad pulmonar secundaria a través de este documento orientador del Sistema de Vigilancia para el control del polvo de sílice presente en los lugares de trabajo y que hace parte del Modelo Empresa Saludable.¹⁵

¹⁵ https://www.arlsura.com/pag_serlinea/distribuidores/doc/documentacion/doc_sve_preencion_silicosis.pdf

13.4 La Silicosis: Características Clínicas, Complicaciones

Factores determinantes fuentes de exposición a polvo de sílice

El polvo de sílice ingresa al organismo por inhalación. El aire inhalado pasa a través de las vías respiratorias superiores, la tráquea, bronquios y finalmente alcanza los bronquiolos terminales en donde se encuentran los alvéolos responsables del intercambio gaseoso, las paredes de los espacios alveolares son muy delgadas y vulnerables a los agentes en el ambiente. Las pequeñas partículas (menores de 10µm de diámetro aerodinámico) pueden depositarse en los bronquiolos terminales y en los alvéolos.

Los efectos sobre la salud asociados con el polvo de sílice cristalina están relacionados con la capacidad fibrogénica de la sílice inhalada, que puede llevar a la ocurrencia de enfermedad pulmonar ocupacional: Silicosis (neumoconiosis), cáncer pulmonar y al aumento del riesgo de tuberculosis pulmonar.

El término neumoconiosis literalmente significa “polvo en los pulmones” y está definido por la Organización Internacional del Trabajo – OIT como “la acumulación de polvo en los pulmones y reacción del tejido a su presencia”.

La inhalación de polvo de sílice por un largo período de tiempo y en concentraciones suficientes, puede desencadenar en la formación de lesiones fibróticas que forman nódulos fibróticos específicos.

Tamaño de Partícula y Cantidad Inhalada: Los materiales o productos que contienen sílice representan un peligro en la medida que ésta alcance un tamaño de polvo respirable (partículas de tamaño menor a 10 micrones). Cuando se inhalan partículas de gran tamaño, éstas son atrapadas por los cilios y la membrana mucosa del sistema respiratorio. Las partículas son atrapadas por el

mucus, las que constantemente son barridas por los pequeños cilios hacia la nariz y boca.

Para que se genere silicosis, las partículas de sílice deben ser de tamaño respirable. Por otra parte es importante destacar que las partículas inferiores a 40 micrones no son visibles a simple vista.

Porcentaje de Sílice Libre: El % de sílice libre que contiene un material, también influye en la generación de silicosis toda vez que se genere polvo respirable producto del fraccionamiento del material. Mientras mayor sea este %, mayor daño puede ocurrir.

Duración de la Exposición: Mientras más tiempo esté una persona expuesta a altas concentraciones de sílice cristalina, mayor es la posibilidad de desarrollar silicosis.

Sílice Recién Fracturada: La exposición a sílice recién fracturada representa una situación de mayor riesgo debido a la presencia en su superficie de radicales libres altamente reactivos (este riesgo está presente en el trabajo con chorro de arena, perforación de rocas, entre otros).

13.5 Elementos de Protección Personal

Se recomienda minimizar la exposición mejorando las condiciones en los sitios de trabajo, con medidas de control, por ejemplo: ventilación, distancia de los operarios, duración de las jornadas diarias, entre otras.

Protección respiratoria

Según la ACGIH, el TLV o límite máximo de exposición permisible para la **fracción respirable de la sílice cristalina** es 0,025 mg/m³ y según NIOSH es de 0,05 mg/m³.

El valor IDLH (inmediato peligro para la vida o la salud) es 25 mg/m³.

El polvo respirable es la parte del polvo contenido en el aire que tenga un tamaño suficientemente pequeño como para poder penetrar hasta los alvéolos pulmonares.

Considerando la naturaleza de la labor, la nube de polvo fino generada, puede superar fácilmente el TLV; lo que indica, que el ambiente local está muy contaminado. Debido a lo anterior, la protección más adecuada para el operador y el ayudante es **respirador full-face con línea de aire** (protege toda la cara, no son necesarias las monogafas).

Protección Corporal

Overol Completo en material que no permita la acumulación o impregnado de las partículas finas de arena. Se sugiere utilizar overol impermeable.

El overol impermeable debe incluir una capucha para proteger la cabeza de la acumulación de polvo, si no hay peligro de golpes, se puede eliminar el casco. Botas y Guantes también en material grueso y liso que no permita impregnación de partículas, pueden ser de caucho.

Protección Auditiva

Se debe utilizar protección auditiva; tal que, se verifique su desempeño, cada protector está diseñado para atenuar cierto ruido. El protector se selecciona principalmente estudiando la frecuencia e intensidad del ruido.

13.6 Marco Legal

Marco Legal Las Empresas para el control del polvo de sílice en los lugares de trabajo deben adoptar las normas generales que se mencionan a continuación:

- Ley 9ª de 1979, conocida como Código Sanitario Nacional la cual en el Título III y que reglamenta sobre agentes químicos, físicos y Biológicos entre otros.
- Decreto 2400 de 1979 conocido como Estatuto de Seguridad Industrial en el capítulo VIII, artículo 154 , precisa que los niveles máximos permisibles para sustancias peligrosas para la salud , se fijarán de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud.
- Decreto 614 de 1984 el cual sienta las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional en el País.
- Decreto 1335 de 1987 por el cual se expide el reglamento de seguridad en las labores subterráneas.
- Decreto 2222 de 1993 por el cual se expide el reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo abierto
- Decreto 35 de 1994 por el cual se dictan algunas disposiciones en materia de Seguridad Minera
- Decreto 1832 de Agosto 3 de 1994, por el cual se adopta la Tabla de enfermedades profesionales, define la silicosis como enfermedad producida por manipulación de agentes químicos polvos.

13.7 Fuentes de Exposición a Polvo de Sílice

“Silicosis Crónica”: Es la forma más común de silicosis. En los primeros años el trabajador no presenta síntomas, posteriormente comienza con tos progresiva y disnea de esfuerzo (dificultad para respirar al realizar ejercicios). La radiografía de tórax se caracteriza por presentar opacidades redondeadas pequeñas en los lóbulos superiores. Tiene un periodo de latencia de 10 a 20 años. Puede evolucionar a Fibrosis Pulmonar Masiva, forma complicada de la silicosis. Esta forma puede evolucionar aún después de haberse interrumpido la exposición.

“Silicosis Acelerada”: Se produce cuando el trabajador ha estado expuesto a altas concentraciones de sílice cristalina por períodos de 5 a 10 años. El patrón radiográfico es similar a la forma crónica, pero el deterioro de la función pulmonar es más rápido y el trabajador presenta con mayor frecuencia Tuberculosis y enfermedades autoinmunes.

“Silicosis Agudas”: Se produce cuando el trabajador ha estado expuesto en forma masiva a sílice cristalina. El periodo de latencia es de algunas semanas a 5 años. Clínicamente se caracteriza por disnea (sensación de dificultad respiratoria), compromiso del estado general, baja de peso y por presentar una radiografía de tórax con llenado alveolar difuso. Frecuentemente evoluciona a Insuficiencia Respiratoria severa.

13.8 Medidas de Control y Capacitación

Se recomienda minimizar la exposición mejorando las condiciones en los sitios de trabajo, con medidas de control, por ejemplo: ventilación, distancia de los operarios, duración de las jornadas diarias, entre otras.

Protección respiratoria

Según la ACGIH, el TLV o límite máximo de exposición permisible para la **fracción respirable de la sílice cristalina** es 0,025 mg/m³ y según NIOSH es de 0,05 mg/m³.

El valor IDLH (inmediato peligro para la vida o la salud) es 25 mg/m³.

El polvo respirable es la parte del polvo contenido en el aire que tenga un tamaño suficientemente pequeño como para poder penetrar hasta los alvéolos pulmonares.

Considerando la naturaleza de la labor, la nube de polvo fino generada, puede superar fácilmente el TLV; lo que indica, que el ambiente local está muy contaminado. Debido a lo anterior, la protección más adecuada para el operador y el ayudante es **respirador full-face con línea de aire** (protege toda la cara, no son necesarias las monogafas).

De considerarse por alguna razón (ya sea el procedimiento, condiciones de operación, etc.) que la concentración de la sílice es inferior al TLV y la concentración de oxígeno en el sitio está entre 19 y 21%, el ayudante puede utilizar **respirador full-face con filtro HEPA** (Filtro de Alta Eficiencia para Partículas). En condiciones habituales de operación, éste tipo de filtro se saturaría muy rápido por la alta concentración de partículas en el medio, requiriendo ser cambiado casi cada hora.

Si el oxígeno es insuficiente, ambos (operador y ayudante) deben utilizar el respirador full-face con línea de aire, no se necesitan monogafas.

Se debe verificar que el equipo en cualquier marca tenga el filtro HEPA ya mencionado y que esté aprobado por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH).

Imagen 25. Respirador full-face con filtro



ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD			
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA			
INGENIERIA INDUSTRIAL			
LISTA DE CHEQUEO			
SAND BLASTING			
	Si	No	N/A
1 Esta el equipo inspeccionado y aprobado por:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Hay Equipo de aire respirable para el operador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Se cuenta con un equipo Independiente para suministrar aire limpio al operador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Los filtros se encuentran en buen estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) La línea de aire se encuentra en buenas condiciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) La escafandra del operador se encuentra en buen estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 La succión de aire se realiza vientos arriba del punto de sandblasting?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Existe evaluación de riesgos en donde se evalúe el impacto sobre equipos y personas en el área?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Hay protección respiratoria para los ayudantes? (mascarillas para partículas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Si la neblina de arena se dirige a personas y/o equipos, están éstos adecuadamente protegidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7 Están instaladas adecuadamente las barreras para el control de emisión de polvo o partículas?

8 Identifique la dirección de viento, para evaluar la eficacia de las medidas de protección?
Seguridad.

Observaciones:

Nombre _____

Firma _____

Fecha: _____

ANEXO 2

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

Nombre:

Fecha:

Marque con una X.

1. Sexo:

Masculino

Femenino

2. Edad:

20 - 25

46 - 55

26 - 35

Más de 55

36 - 45

3. El área de trabajo es debidamente y demarcada:

Sí

A veces

No

4. Años de experiencia como operador de limpieza sandblasting:

Menos de 1 año

De 12 a 15 años

De 1 a 3 años

De 15 a 18 años

De 4 a 7 años

Más de 19 años

De 8 a 11 años

5. Tiempo que lleva en la empresa Halliburton:

Menos de 1 año

De 8 a 11 años

De 1 a 3 años

De 12 a 16 años

De 4 a 7 años

6. Cuáles de los siguientes EPP utiliza para el proceso de SANDBLASTING:

Escafandra

Overol

Peto

Ninguna de las anteriores

Mangas

Botas caña alta

7. Verifica que los filtros de aire y carbón, del equipo de suministro de aire estén certificado y aptos para trabajar:

Si

A veces

No

8. Hace uso de mascarilla para material particulado que cumpla con la norma NIOSH N95:

Si

A veces

No

9. Tiene conocimiento de las medidas de primeros auxilios en caso de emergencia con los químicos.

Si

No

10. Cuando realiza la limpieza sandblasting se dispone de botiquín de primeros auxilios en el área de trabajo:

Si

No

A veces

11. Se controla la interferencia aislando, demarcando el sitio de sandblasting de los trabajos simultáneos:

Si

No

A veces

12. Realizar inspección preoperacional de la tolva, el disparador de agua y deja registro por escrito:

Si

No

A veces

13. Usa doble protección facial (gafas, careta facial) Para el trabajo:

Si

No

A veces

14. Usa permanente de doble protección auditiva (de inserción y de copa)

Sí No A veces

15. En la actividad permanece el vigía de seguridad:

Sí No A veces

ANEXO 3

IMÁGENES ENCUESTAS – BASE HALLIBURTON YOPAL

Imagen 26. Fotografía de encuesta a operadores de sandblasting.



Bibliografía

HALLIBURTON LATÍN AMÉRICA S.A. Documento disponible en: www.fen.com.co/objects/docs/.../Halliburton%20Descripcion.pdf

HALLIBURTON CORPORATE PROFILE. Our Business. Información disponible en <http://www.halliburton.com/AboutUs/default.aspx?navid=968&pageid=2280>

MANUAL DE GESTIÓN COLOMBIA. Disponible en: www.halliburton.com/Colombia HMS Halliburton Management System, Línea de HSE. MA-COL-SS-QM-001

REPORTE SECTORIAL BPR BENCHMARK, Explotación y Exploración Petrolera. 2009. Disponible en: <http://www.bpr.com.co/index.html>

SECTOR MINERO Y PETROLERO EN COLOMBIA 2009. Documento disponible en: http://www.acp.com.co/assets/documents/asuntos%20economicos/exploracion%20y%20produccion/2010/doctecnico_prorroga_aranceles_2010.pdf

Qué es el chorro de arena [en línea] [Consulta: 01 de julio de 2011]. <http://archivosseguridadlaboral-manueldomene.blogspot.com.co/2012/01/la-abrasion-con-chorro-de-arena.html>

Qué es limpieza abrasiva [en línea] [Consulta: 01 de julio de 2011]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3397_C.pdf

Recubrimientos DUPON: Preparación de Superficies [en línea] México. [Consulta: 01 de julio de 2011]. <http://www.superpinturas.com.mx/productos/dupont/industrial/pdf/epoxicos/corlar25P.pdf>

Sherwin Williams. Control de la corrosión [en línea] [Consulta: 10 de julio de 2011].

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/35191/1/aquirrebenitezcesareo.pdf>

-“Proceso de chorro de arena” <http://blog-abrasivosmaquinaria.blogspot.mx/> 1 de septiembre del 2013.

- “Equipo de Sand Blast” <http://www.chipaxa.com/imagenes/GrafCorrosion.jpg> 17 de septiembre del 2013.

- “Equipos de succión” <http://www.indisaonline.8m.com/anteriores/12.htm> 17 de septiembre del 2013.

- “Tipos de cabinas” <http://www.fevi.it/-ing/sabbiatrici-italjet.php> 8 de octubre del 2013.

- “Pistolas de succión” <http://www.chipaxa.com/paginas/Pistolas.htm> 22 de octubre del 2013.

- “Equipos de succión” <http://www.chipaxa.com/paginas/EquipoSuccion.htm> 23 de octubre del 2013.

https://www.arlsura.com/pag_serlinea/distribuidores/doc/documentacion/sve_silico_sis.pdf

[12] CONCEPTO METODOLOGIA Recuperado
de: <http://definicion.de/metodologia/>