

**Cilindro de agua para humectación en proceso de
Perforación Secundaria, para Mina Rajo Abierto.**

René Patricio Pizarro Garrido.

IST

RESUMEN

Un problema recurrente en la minería de hoy en el mundo es controlar el polvo en suspensión de los diferentes procesos y operaciones que se generan en la industria minera.

De acuerdo a la situación demostrada a través de estudios del Instituto de salud pública de Chile. "Situación de exposición laboral a sílice en Chile", se estima que un 5,4% de la fuerza de trabajo ocupada tiene exposición a sílice. El Ministerio de Salud y el Ministerio del Trabajo y Previsión Social, suscribieron una declaración conjunta en julio del año 2007, donde se comprometen a desarrollar e implementar un Plan Nacional Tripartito e Intersectorial para la erradicación de la Silicosis en Chile al año 2030.

El presente sistema propuesto se desarrolla para disminuir la polución de polvo en el ambiente la cual consiste en el diseño y fabricación de un cilindro de agua con carro de arrastre para la humectación del proceso de Perforación Secundaria, a través de redes húmedas, esta medida es única en Chile para rajo abierto, permitiendo disminuir la concentración de polvo ambiental.

INTRODUCCIÓN

La descripción de las etapas del presente proyecto del Cilindro de Humectación para perforación secundaria a rajo abierto que se ha diseñado y fabricado, permite disminuir la concentración de polvo con contenido de cuarzo en las operaciones mineras a rajo abierto lo cual mejora las condiciones del proceso, además de contribuir a la disminución considerable de los niveles de exposición de los trabajadores que realizan labores en la perforación secundaria.

El presente proyecto lo que busca es generar finalmente las instancias y conocimientos para que las empresas que tienen este tipo de trabajos puedan replicarlas en sus operaciones, con el fin de contribuir a nivel mundial la erradicación de esta enfermedad tan letal llamada silicosis que causa la muerte a nuestros trabajadores y mucho dolor a sus familias.

MARCO TEORICO

La silicosis se produce por la inhalación de dióxido de silicio en sus formas cristalinas, comúnmente denominadas sílice. La enfermedad se puede presentar luego de exposiciones intensas por períodos de meses a unos pocos años (menos de 5 años) constituyendo lo que se conoce como “silicosis aguda”, patología muy grave y con alta mortalidad. La forma de presentación más frecuente, tanto en Chile como en el mundo, es la silicosis crónica que corresponde a una granulomatosis pulmonar irreversible. En las etapas iniciales, esta enfermedad no provoca síntomas al trabajador, pero en las más avanzadas, el afectado presenta serios problemas de los cuales puede llegar hasta la insuficiencia respiratoria y la muerte del trabajador.

Entre los años 2004 y 2005, el Departamento de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) efectuó un estudio exploratorio nacional sobre los niveles de sílice a que están expuestos los trabajadores de distintos rubros productivos. Se recolectó 364 muestras de aire en puestos de trabajo de 31 rubros diferentes en 132 empresas. Los resultados mostraron que en el 35% de los rubros evaluados se sobrepasó el Límite Ponderado Permisible (LPP) de sílice definido en Decreto Supremo 594. En un 60% de las muestras, las concentraciones ambientales mostraron valores iguales o superiores a la mitad

del LPP. Utilizando el criterio de trabajador expuesto como aquel que permanece más del 30% de la jornada laboral semanal en presencia de sílice, se estimó que el 5,4% de la Fuerza de Trabajo Ocupada está expuesta a este compuesto. Si bien la cantidad de trabajadores expuestos estimada en este estudio supone un alto número de enfermos, la mayoría de los casos registrados en nuestro país provienen del sector minero.

La silicosis es también un problema mundial, por lo que desde el año 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) están implementando una estrategia global tendiente a erradicar la enfermedad del planeta para el año 2030. Nuestro país ha adherido a esta iniciativa a través de los Ministerios de Salud y del Trabajo y Previsión Social en una declaración conjunta realizada el 13 de Julio del año 2007. En respuesta a esta determinación, el Ministerio de Salud de Chile implementó el Plan Nacional para la Erradicación de la Silicosis, PLANESI, que guía el accionar de los distintos actores sociales en el marco del cumplimiento de la legislación vigente y en los roles institucionales de los organismos responsables.

Prevenir la Silicosis es un gran desafío, requiere que ningún trabajador se exponga a sílice lo cual es una tarea muy compleja de conseguir en los procesos sobre todo en las operaciones mineras. Las medidas de control en la fuente generadora de sílice cristalina respirable no son siempre posibles. La protección respiratoria personal que se usa habitualmente tampoco garantiza que la sílice no alcance los alvéolos pulmonares de trabajadores que laboran en ambientes contaminados.

Por lo tanto con el método propuesto de desarrollar un Cilindro de Humectación para perforación secundaria en rajo abierto es una idea innovadora y tecnológica que se puede replicar por muchas otras empresas con el fin de erradicar la silicosis del país y del mundo.

OBJETIVO

Implementar un sistema que permita disminuir la concentración de polvo en suspensión de las operaciones de perforación secundaria a rajo abierto y que este sistema móvil se pueda adaptar a cualquier condición de trabajo en el rajo, con el objeto de que los trabajadores que realizan trabajos de operación de perforaciones secundarias o de asistencia en dichas operaciones, no se vean afectados por los niveles de exposición los cuales pueden afectar la salud de los trabajadores, y de la mano producir efectos que atenten con la vida del trabajador o con la calidad de vida de sus familias.

METODOLOGÍA

El Sistema de Cilindro de Humectación para las operaciones de perforación secundaria a rajo abierto considera establecer dos etapas fundamentales las cuales se detallan a continuación:

- a) Estudio previo del Diseño del Cilindro

- b) Certificación de los Equipos.

ESTUDIO PREVIO DEL DISEÑO DEL CILINDRO

El estudio considera los siguientes puntos:

- Estudio de factibilidad técnica debido al tránsito de equipos de alto tonelaje.
- Estudio para el llenado de agua, en estación de llenado.

El estanque que se requiere certificar es un estanque presurizado de aire y agua que opera a 120 psi máximo, el alcance de este estudio es solo para el estanque y sus válvulas adosadas que lo componen, en relación a los aspectos legales indicados en el DS 655 / art. 23/ puntos 14, y 33 del DS 132 / art. 380, Reglamento de Seguridad Minera, para lo cual el estanque es llevado donde proveedor autorizado para realizar pruebas de inspección y resistencia.

Las especificaciones del Estanque son las Siguietes:

Presión de Trabajo: 120 psi

Volumen estimado: 135000

Peso estanque vacío: 62 kg

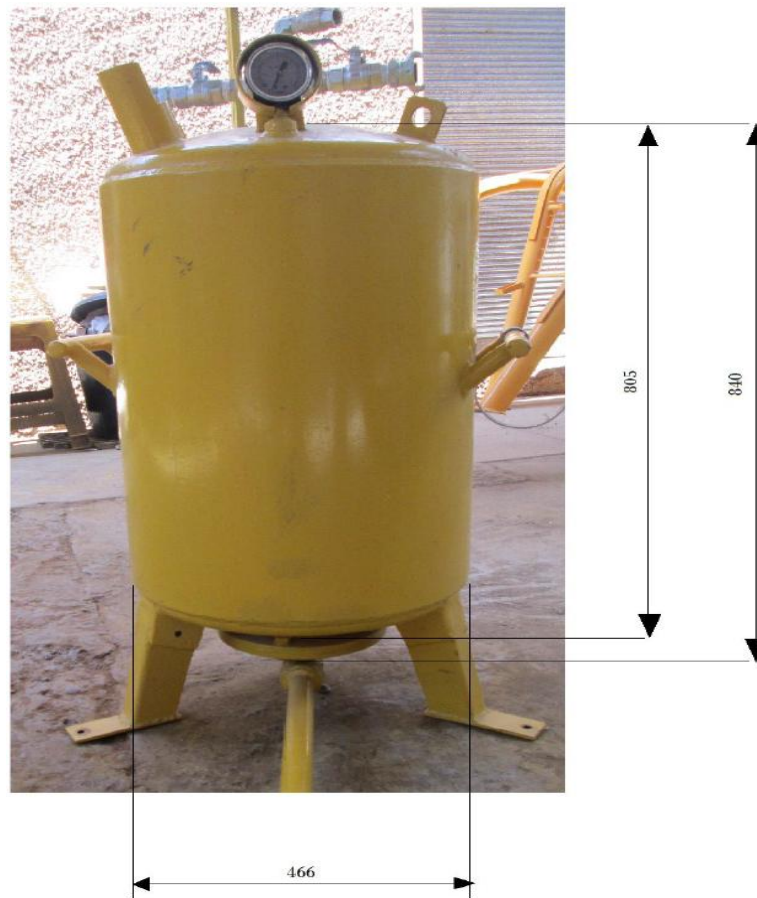
Espesor estanque: 6 mm

Material:

Tabla 1 Especificaciones del Estanque

	Esfuerzo de fluencia [$\frac{Kgf}{cm^2}$]	Esfuerzo de ruptura [$\frac{Kgf}{cm^2}$]
A37-24ES	2400	3700
Perno Grado 5	5262	7832

Imagen 1 Dimensiones del Estanque



CERTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Imagen 2 Certificación de Equipos

CERTIFICADO N° 011214			
FECHA: 15 de Diciembre de 2014		PAGINA 1 de 1	
SOLICITANTE	Jorge Romero	CONTACTO	Patricio Carrasco
PRODUCTO	Estanque de aire & agua a presión máxima de trabajo de 120 psi.		
IDENTIFICACION DEL PRODUCTO	N° 011214		
ASPECTOS LEGALES A EVALUAR	Decreto 655/ Art. 33 y Art. 23 ; DS. 132/ Art. 380		
LUGAR Y FECHA DE INSPECCION	Taller Kaivo3R, Belloto norte ; 15 Diciembre de 2014		
ALCANCES			
El presente certificado es válido únicamente para el estanque con aire comprimido identificado con el N° 011214 por un periodo de un año a contar de la fecha de inspección. Se certifica que el estanque fue inspeccionado y sometido a prueba de presión de 195 psi no evidenciando defectos que afecten la resistencia del mismo, además se probó la válvula de seguridad verificando su operatividad a 150 psi, y el regulador de presión quedó regulado a un máximo de 80 psi. El presente certificado no excluye las inspecciones y mantenimiento que se debe hacer el propietario del estanque dependiendo del uso, calidad del agua y nivel, calidad del aire que se utilicen entre otros aspectos a considerarse. Se excluyen las conexiones externas al estanque de la certificación.			
PARAMETROS VERIFICADOS			
1.-	DISEÑO	EVALUACION	
1.1	Memoria de Cálculo		
1.1.1	Estudio de Resistencia	Evaluación realizada por sección	
1.1.2	Fecha Emisión	dic-14	
1.1.3	Responsable (empresa calculista)	KAIVO3R	
1.1.4	Presión de Trabajo	120[psi]	
1.1.4	Presión de Prueba	195 [psi]	
1.1.5	Dimensiones	. Diámetro Interior Estanque	454 [mm]
		.Espesor	6 [mm]
		. Material utilizado en la memoria de cálculo	A37-24ES
1.1.6	Pernos Flange inferior	. Tipo	M10 x1,5" Grado 5
2.-	FABRICACION	EVALUCION	
2.1	Calidad de Materiales		
2.1.1	Calidad Especificada en Memoria de Cálculo (A37-24ES)	Cumple	
2.1.2	Calidad Pernos Flange	Cumple	
2.2	Estado interior de Estanque		
2.2.1	Inpección por Corrosión	Cumple	
2.2.2	Estado cordones de soldadura	Cumple	
2.3	Calidad de soldadura		
2.3.1	Criterios de aceptación de la soldadura según inspección visual y tintas penetrantes	Cumple	
2.4	Componentes Adicionales		
2.4.1	Manómetro	Cumple	
2.4.2	Válvula de Reducción de Presión (regulada a 80 psi)	Cumple	
2.4.3	Válvula de Seguridad probada a 150 [psi]	Cumple	
2.4.4	Sistema de Drenaje	Cumple	
2.4.5	Indicación Técnica de Presión máxima de Trabajo (120 psi)	Cumple	

Las principales características del diseño y la fabricación del Cilindro de Humectación corresponden a:

- a) La resistencia del estanque supera el valor requerido de 195 psi para la prueba de presión cálculo, obteniendo un factor de seguridad de 4,6.

- b) Las tintas penetrantes no evidenciaron defectos en los cordones principales de soldadura.
- c) La inspección interior del estanque no evidenció daños por corrosión y oxidación.
- d) En las pruebas de presión el estanque fue sometido a una presión de 200 Psi sin evidenciar desperfectos.
- e) La válvula de seguridad mostró buen funcionamiento abriendo a la presión de 150 Psi.
- f) Se concluye que el estanque puede certificarse a una presión de trabajo de 120 psi. y cumple DS 655 / art. 23/ puntos 14, y 33 ; DS 132 / art. 380. Reglamento de Seguridad Minera.
- g) Verificación de la resistencia del cilindro (Memoria de cálculo)
- h) Inspección de soldadura
- i) Identificación del estanque
- j) Manómetros para medir presión interna del cilindro
- k) Uniones de chicago con abrazaderas de seguridad para evitar golpes por desacoples
- l) Se confeccionó plataforma de llenado con líneas de agua y acoples para cilindro mencionado.
- m) Se reduce el nivel de exposición a polvo sílice producido en el proceso de perforación secundaria, evitando con esto la posibilidad de contraer silicosis, mejorando el ambiente de trabajo.
- n) El cilindro además se encuentra afianzado al carro con cadenas y pernos, se mejora barra de tiro de la camioneta debido a que los caminos no son regulares

ASPECTOS LEGALES

DS 132/ Art 380:

Artículo 380

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Seguridad Minera D.S 132 art 380 se indica que todo recipiente destinado a contener fluido bajo presión, como acumuladores o similares, deberá ser construido con materiales de resistencia especificada para ello; provistos de manómetro con indicación en su esfera de la presión máxima de trabajo, válvulas de reducción de presión y de seguridad debidamente selladas, las que deberán ser probadas periódicamente, y un sistema de drenaje de

humedad. El recipiente deberá además, tener una placa con especificaciones técnicas donde se indique entre otros, la presión máxima a que puede ser sometido.

Imagen 3 Sistema de Humectación Utilizada en Terreno



CONCLUSIÓN

El sistema de humectación por medio de la utilización de Cilindro de agua es un proyecto innovador que establece un control operacional que apunta a contribuir con la erradicación de la Silicosis en el país. Tal proyecto ha sido ya reconocido este año obteniendo el premio Tucapel Gonzalez Garcia 2016 en la

categoría Innovación en la Prevención de Riesgos Laborales, premio entregado por la Ministra del Trabajo y Previsión Social Ximena Rincón y otorgado por la Superintendencia de Seguridad Social SUSESO de la cual corresponde al primero en Chile recibido en esta categoría.

Sin lugar a dudas que este sistema innovador apunta a mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores mineros y sus familias contribuyendo a una opción tecnológica que apunta no tan solo con el plan nacional de erradicación de la silicosis sino que también al cumplimiento marco del convenio 187 que Chile mantiene con la organización Internacional del Trabajo OIT en el sentido de establecer lineamientos de implantar una cultura preventiva en torno de la seguridad y salud en el trabajo.

Como antecedente las principales dificultades del sistema están orientadas a la capacidad y volumen del estanque, el cual debe ser alimentado constantemente por bidones de agua más pequeños cuando es consumido en operaciones más extensas el consumo original del estanque, también el diseño del carro en ciertas condiciones no puede acceder a terrenos muy irregulares lo que se ha solucionado con las extensión en metros de las mangueras de alimentación conectadas a la perforadora.

Uno de los principales aprendizajes ha quedado directamente en los operadores de la perforación secundaria los cuales han tomado conciencia de lo importante del uso del sistema de humectación para su salud, los trabajadores están muy conscientes y agradecidos de lo importante del sistema para mejorar su calidad de vida.

El compromiso y responsabilidad tanto de la línea de supervisión como de los trabajadores en el uso del sistema queda plasmado en un procedimiento de trabajo seguro para el uso del cilindro de agua, el cual debe ser manipulado con todos los controles operacionales necesarios en materias de seguridad tanto para su traslado como para su utilización en la faena.

Como desafío se ha propuesto mejorar la capacidad en volumen del estanque pero no alterar el peso del equipo en su conjunto, sino más bien buscar alternativas de materiales más ligeros y ergonómicos que permitan un mejor traslado y posicionamiento en aquellos lugares de difícil acceso.

Foto 1 Ministra del Trabajo y Previsión Social Ximena Rincón haciendo entrega de Premio Tucapel Gonzalez Garcia 2016 por proyecto de Innovación en Edificio de la OIT – Santiago de Chile



BIBLIOGRAFÍA

Reglamento de Seguridad Minera D.S 132.

Plan Nacional para la Erradicación de la Silicosis.

Memorias de Cálculo de Cilindro de Agua para humectación de perforación secundaria.

Certificados de Pruebas de Presión y soldadura de Estanque.