

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL



**MEMORIA LABORAL  
DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO DE  
HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA  
MINERA SAN MANUEL**

**POSTULANTE: JORGE FELIX ANZA MORALES  
TUTO: ING. PAULA MONICA LINO HUMEREZ**

LA PAZ – BOLIVIA  
2018

### ***Agradecimientos:***

*A mi docente tutor. Ing. Monica Lino Humerez quien con su paciencia, predisposición, guía y motivación me ha llevado a concluir esta etapa de mi formación.*

*Al ing. Oswaldo Terán, su apoyo y colaboración durante estos años en la universidad ha sido importante.*

*Al ing. Mario Zenteno, su colaboración a los alumnos egresados es fundamental.*

*A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, quienes han transmitido conocimientos y valores a generaciones de ingenieros que forman y formarán el talento humano del país.*

*A Maria E. Condarco, quien ha sido piedra fundamental estos años en mi formación como higienista y prevencionista.*

*A Kyle Naylor, quien me ha enseñado y entrenado en la especialidad de Higiene Industrial, amigo y compañero de trabajo*

*A Marco Antezana, con su confianza y fe en mí, me ha guiado a ser mejor persona y profesional.*

*A Yerko Gonzales, Miguel Castro, Manuel Céspedes, Alejandro Rodríguez, sus consejos y experiencia han sido fundamentales para formar mi criterio como profesional*

*A Mirko Gumucio, Ivan Colque, Monica Carvajal, eternos amigos y compañeros de trabajo.*

*A Neyda Cayo, paciencia y cariño son la constante en su aliento para seguir adelante.*

*A Michell, Ariel, Erika, Patricia, Maria; Jhenny amigos inseparables*

*Ives, Ana, Roxana, Alison, Cristian, Manuel mis hermanos, sin su ayuda no habría logrado lo que me propuse.*

*Jorge F. Anza Morales*

*Dedicatoria*

*A Juan y Lourdes, mis padres quienes han dado todo para que sea una mejor persona día a día.*



CONTENIDO

AREA I.....	4
1. Descripción del área laboral.....	4
1.1. Descripción de las empresas en las que se desarrolló la experiencia laboral.....	4
1.1.1. Minera San Manuel S.A.....	4
1.1.1.1. Descripción del puesto de trabajo en Minera San Manuel: Técnico de Higiene Industrial.....	4
1.1.2. OHS Salud S.R.L.....	6
1.1.2.1. Descripción del puesto de trabajo en OHS Salud: Consultor Técnico de Higiene Industrial.....	6
1.1.3. Descripción de la empresa en la que se llevó a cabo la actividad laboral.....	7
AREA II.....	9
2.1. Planteamiento del problema.....	9
2.2. Objetivos.....	10
2.2.1. Objetivo general.....	10
2.2.2. Objetivos específicos.....	10
2.3. Justificación.....	10
2.3.1. Justificación académica.....	11
2.3.2. Justificación metodológica.....	11
2.4. Análisis de las áreas de trabajo.....	11
2.4.1. Operaciones mina.....	11
2.4.2. Molienda y concentración.....	12
2.4.3. Chancado.....	12
2.4.4. Molienda.....	14
2.4.5. Flotación.....	14
2.4.6. Filtración y exportación.....	15
2.5. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE HIGIENE INDUSTRIAL.....	17
2.5.1. Caracterización de los grupos de exposición similar.....	18
2.5.1.1. Área de trabajo.....	18
2.5.1.2. Trabajos Realizados.....	18
2.5.1.3. Agentes de riesgo ocupacional.....	18
2.5.2. Sub grupos de exposición.....	19
2.5.3. Elaboración de matriz de higiene ocupacional.....	19
2.5.4. Nivel de riesgo ocupacional.....	20
2.5.5. Plan de monitoreo.....	20
2.5.5.1. Numero de muestras requeridas.....	20
2.5.5.2. Priorización de muestreo.....	21
2.5.5.3. Ejecución de monitoreo.....	21
2.5.6. Monitoreo de ruido.....	21
2.5.6.1. Consideraciones generales.....	22
2.5.6.2. Monitoreo Ruido ambiental.....	22
2.5.6.3. Medición de ruido ambiental.....	23
2.5.6.4. Monitoreo de ruido personal.....	24
2.5.6.5. Medición de ruido personal.....	24
2.5.7. Monitoreo de partículas respirables.....	25
2.5.7.1. Muestreo de polvo y sílice.....	25
2.5.7.2. Muestreo de plomo y/o humos metálicos.....	29
2.5.7.3. Monitoreo de CIANURO Y/O Gases/VAPORES.....	31
2.5.8. Clasificación de resultados.....	33
2.6. PROGRAMA DE PROTECCION RESPIRATORIA.....	34
2.6.1. Elementos del programa de protección respiratoria.....	34
2.6.2. Lineamientos generales.....	35

---

2.6.3.	Medición de agentes químicos.....	35
2.6.4.	Medición de Agentes Químicos Programado .....	35
2.6.5.	Evaluación y selección de respiradores .....	35
2.6.6.	Evaluación médica.....	36
2.6.7.	Control a exposiciones.....	37
2.6.7.1.	Controles de ingeniería .....	37
2.6.7.2.	Controles administrativos .....	37
2.6.8.	Equipo de protección personal.....	37
2.6.9.	Prueba de ajuste .....	38
2.6.10.	Protocolos de uso.....	38
2.6.11.	Protocolos de limpieza, desinfección, almacenaje, inspección, reparación descarte.....	38
2.6.11.1.	Limpieza y desinfección .....	38
2.6.11.2.	Almacenamiento .....	39
2.6.11.3.	Inspección, reparación y descarte .....	39
2.6.11.4.	Identificación de filtros, cartuchos y máscaras .....	39
2.6.12.	Entrenamiento y formación .....	40
2.6.13.	Evaluación del programa .....	41
2.6.14.	Registros .....	41
2.6.15.	Uso del protector respiratorio .....	41
2.7.	PROGRAMA DE PROTECCION AUDTIVA.....	42
2.7.1.	Elementos del programa de conservación auditiva .....	43
2.7.2.	Mediciones de niveles de ruido .....	43
2.7.3.	Medición de ruido programado.....	44
2.7.4.	Evaluación .....	44
2.7.5.	Medidas de control .....	45
2.7.6.	Controles de Ingeniería.....	45
2.7.6.1.	Controles Administrativos .....	45
2.7.6.2.	Equipo de protección personal.....	45
2.7.6.3.	Tipo de protectores auditivos.....	46
2.7.7.	Entrenamiento.....	46
2.7.7.1.	Guía de cálculo del NRR para protección auditiva.....	47
2.8.	IMPACTO SOCIAL .....	47
2.9.	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN AUDITIVA Y PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....	48
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
	BIBLIOGRAFIA.....	52
	AREA III.....	53
3.1.	ANALISIS DE LA ACTIVIDAD LABORAL .....	53
3.2.	Exigencias y requerimientos de la sociedad y las respuestas generadas .....	53
3.3.	Formación recibida en la UMSA como herramienta de respuesta .....	54
	ANEXOS.....	56
	ANEXO A.....	56
	ANEXO B .....	58
	ANEXO C .....	60
	ANEXO E .....	62

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Trabajo desarrollado en MSM.....	5
Imagen 2. Trabajo desarrollado en OHS-Salud.....	7
Imagen 3. Diagrama de Ishikawa .....	10
Imagen 4. Chancador Primario.....	13
Imagen 5. Movimiento de chancador primario .....	13
Imagen 6. Drenado por presión .....	16
Imagen 7. Retiro de concentrado.....	16
Imagen 8. Tren de carga.....	17
Imagen 9. Carguío de mineral concentrado.....	17
Imagen 10 Mapa de ruido.....	24
Imagen 11 Componentes de un cassette.....	26
Imagen 12 tren de muestreo .....	26
Imagen 13 Calibrado de bomba .....	27
Imagen 14 Cassette armado para muestreo de plomo/humos .....	29
Imagen 15 Calibrado de bomba .....	30
Imagen 16 Instalación de equipo.....	30
Imagen 17 Almacenado de muestras.....	31
Imagen 18 tren de muestreo para gases.....	32
Imagen 19 Instalación de equipo en operador.....	32
Imagen 20 Prueba de hermeticidad .....	38
Imagen 21 uso de protección respiratoria (Colocarse).....	41
Imagen 22 Prueba de protección auditiva .....	44
Imagen 23 Protector auditivo de inserción.....	46
Imagen 24 Protector auditivo tipo copa .....	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estructura Gerencia OHS-MSM .....	4
Tabla 2 Resumen laboral.....	8
Tabla 3 Consecuencias .....	19
Tabla 4 Nivel de probabilidad.....	20
Tabla 5 Nivel de riesgo .....	20
Tabla 6 Tamaño de muestra .....	21
Tabla 7 Priorización de muestreo.....	21

## AREA I.

### 1. Descripción del área laboral.

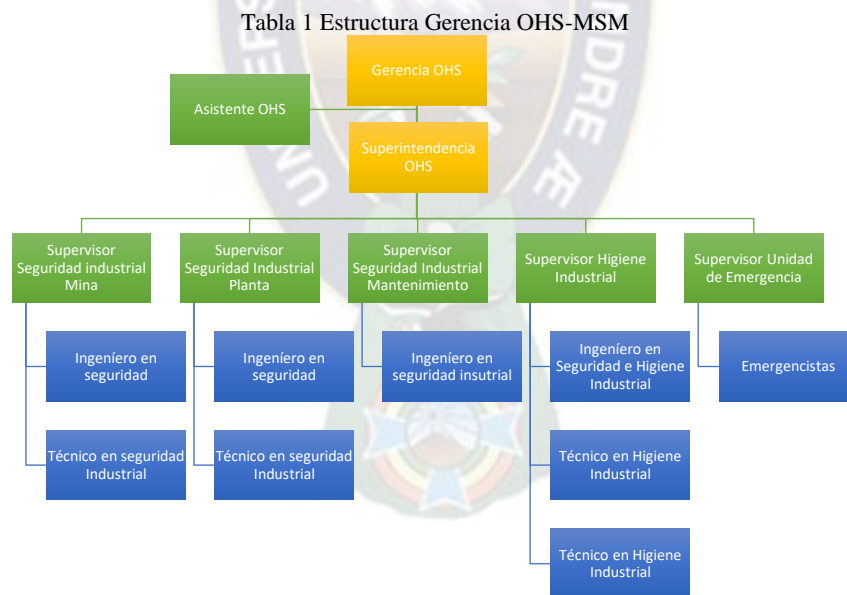
#### 1.1. Descripción de las empresas en las que se desarrolló la experiencia laboral.

##### 1.1.1. Minera San Manuel S.A.

Ubicada en la provincia Nor Lítez del departamento de Potosí, es un emprendimiento minero de Bolivia, realiza sus operaciones combinando el uso de tecnología de punta con la permanente cualificación de sus trabajadores, el estricto control de salud y seguridad laboral e industrial, la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de las comunidades; buscando aportar al desarrollo de la región en la que opera, el departamento de Potosí y el país en su conjunto.

San Manuel contiene yacimientos de zinc, plomo y plata. La mineralización de la mina San Manuel es de baja ley, pero de gran volumen y, por esta razón, el método de explotación usado es el de tajo abierto. La operación está orientada a la producción de minerales concentrados de zinc-plata y plomo-plata.

##### 1.1.1.1. Descripción del puesto de trabajo en Minera San Manuel: Técnico de Higiene Industrial.



FUENTE: Elaboración con base a organigrama de la empresa

De acuerdo a la estructura organizativa de la empresa MSM<sup>1</sup>, se cuenta con una gerencia de Seguridad e Higiene Industrial, denominada OHS, la misma que cuenta con un departamento de Higiene Industrial, responsable de la gestión de los riesgos referidos al deterioro de la salud de los

<sup>1</sup> Minera San Manuel



trabajadores, mediante la Anticipación, Reconocimiento, Evaluación y Control de los mismos en las diferentes áreas de trabajo.

Dentro de la responsabilidad del Técnico de Higiene Industrial, cargo que ha sido desempeñado ininterrumpidamente desde el mes de junio 2015, se encuentra:

- Elaboración de Matrices de Higiene ocupacional
- Caracterización de los Grupos de Exposición Similar
- Elaboración de Planes de Monitoreo de Agentes de Riesgo Ocupacional
- Ejecución de Monitoreos
- Análisis de resultados de los monitoreos de Higiene Industrial
- Elaboración de informes de monitoreos
- Socialización de resultados de monitoreos a los Grupos de Exposición Similar
- Capacitación en temas de Higiene Industrial.
- Análisis de situaciones específicas y elaboración de proyectos de mejora de condiciones de trabajo en las diferentes áreas de la organización.
- Desarrollo de programas de Conservación Auditiva
- Desarrollo de programa de protección respiratoria
- Evaluación de la eficacia del EPP.
- Elaboración de informes periódicos a la gerencia sobre el seguimiento de los programas de Higiene Industrial
- Elaboración y actualización de Procedimientos
- Gestión de equipos de monitoreo

Imagen 1. Trabajo desarrollado en MSM



FUENTE: Elaboración con base a imágenes propias

### **1.1.2. OHS Salud S.R.L.**

OHS Salud S.R.L es una empresa que presta servicios especializados en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Habiendo sido constituida en el año 2014, esta empresa de servicios ha conformado un equipo de consultores especializados para cubrir las necesidades de las empresas en materia de seguridad y salud ocupacional.

Entre los servicios prestados se encuentran:

- Medicina del trabajo (Controles de salud pre-ocupacional, intra-ocupacional y de retiro, evaluación y calificación de invalidez, determinación de aptitud, etc.)
- Capacitación (capacitación en primeros auxilios, manejo defensivo, trabajo en altura, espacio confinado, etc.)
- Asesoría legal en temas de salud y seguridad en el trabajo (Matrices de requisitos legales, verificación y auditorías de cumplimiento, apoyo y soporte en inspecciones y auditorías de la autoridad competente)
- Seguridad e Higiene Industrial (asistencia técnica para la mejora de las condiciones y ambiente de trabajo, monitoreo de agentes de riesgo ocupacional (como ruido, iluminación, temperatura, polvo); matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos, desarrollo de cultura y liderazgo en seguridad)
- Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (Normas OHSAS 18001, ISO 45001, ILO OHS 2001, Empresa saludable e integración con otros sistemas de gestión como el de Gestión Ambiental, de la Calidad, de Responsabilidad Social Empresarial y otros)
- Preparación de emergencias (formación de brigadas, desarrollo de competencias en brigadistas, planes y programas para la gestión de emergencias y desastres y continuidad de los negocios)
- Ergonomía (prevención de trastornos musculo esqueléticos y confort en los puestos de trabajo)

#### **1.1.2.1. Descripción del puesto de trabajo en OHS Salud: Consultor Técnico de Higiene Industrial.**

Al tratarse de una empresa consultora las actividades desarrolladas en la empresa OHS Salud S.R.L fueron en calidad de consultor especialista externo, entre las principales actividades desarrolladas se encuentran:

- Elaborar matrices de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos de higiene industrial.
- Ejecutar programas de monitoreo de Higiene Industrial.
- Desarrollar proyectos de mejora de las condiciones de Seguridad para los diferentes clientes.
- Inspecciones operativas en clientes del rubro Industrial, Minero y de Servicios.

- Capacitar a trabajadores y mandos medios en temas de Seguridad Industrial.

Dichas actividades fueron ejecutadas entre el periodo de agosto de 2015 a agosto de 2018.

Imagen 2. Trabajo desarrollado en OHS-Salud



FUENTE: Elaboración con base a imágenes propias

### 1.1.3. Descripción de la empresa en la que se llevó a cabo la actividad laboral.

La empresa Minera San Manuel S.A. (MSM) cuenta con estándares de calidad, seguridad y medio ambiente, ha promovido la implementación de un Sistema de Gestión Integrado, por lo que MSM cuenta con las siguientes certificaciones:

- ISO 9001 Calidad
- ISO 14001 Medio ambiente
- OHSAS 18001 Seguridad y Salud Ocupacional
- ISO/IEC 27001 Seguridad de la información
- NB/512001 Empresa saludable
- ISO/IEC 17025 Acreditación de laboratorio químico.
- IS-BAO Operación de aeronaves

Como parte de la Gestión de Riesgos para los trabajadores, se tiene constituido un Sistema de Gestión de Riesgos que involucra la participación de las siguientes áreas:

- Seguridad Industrial
- Higiene Industrial
- Salud Ocupacional

Cada uno de estos componentes tiene el objetivo el de prevenir la ocurrencia de accidentes laborales y conservar la salud de los trabajadores que intervienen en los diferentes procesos de MSM.

---

El área de Higiene Industrial, parte del principio de que todas las enfermedades laborales son prevenibles, siempre y cuando se aplique el paradigma de higiene industrial “anticipación reconocimiento evaluación y control” AREC.

Tabla 2 Resumen laboral

Puesto	Responsabilidades	Actividades
Practicante Higiene industrial Gestión 2014-2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soporte en manejo de datos históricos de monitoreo.</li> <li>- Caracterización de áreas de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda, compilación y verificación de resultados de monitoreo</li> <li>- Informes de higiene industrial</li> </ul>
Consultor en información Higiene Industrial Gestión 2015-2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control y actualización de resultados de monitoreo</li> <li>- Manejo de inventarios de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informes mensuales de resultados</li> <li>- Verificación, gestión del mantenimiento de equipos.</li> </ul>
Técnico en Higiene Industrial Gestión 2016 a la fecha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de base de datos de monitoreo</li> <li>- Monitoreo de agentes de riesgo ocupacional</li> <li>- Análisis de puestos de trabajo para el control de riesgos ocupacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidar bases de datos de diferentes formatos en un solo formato.</li> <li>- Revisión, actualización de estándares de monitoreo</li> <li>- Revisión de requisitos legales para cumplimiento de monitoreo</li> <li>- Elaboración, gestión y actualización de matriz de EPP</li> </ul>

FUENTE: Elaboración con base en datos personales

## **AREA II.**

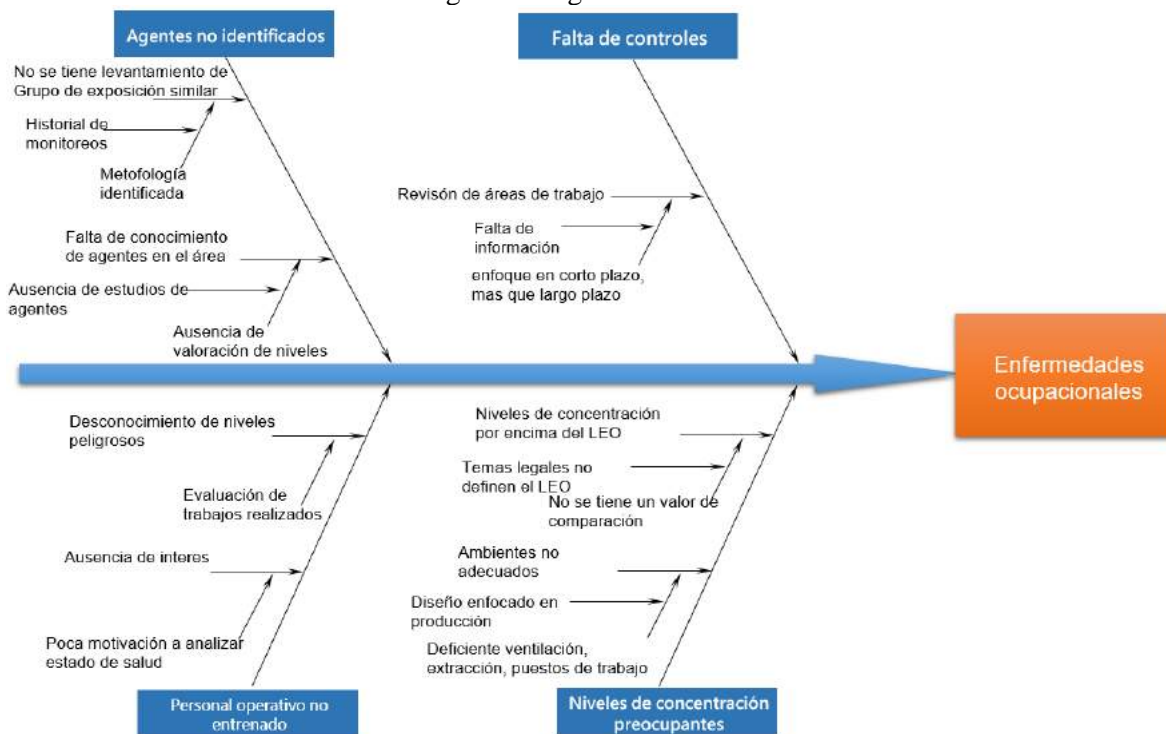
### **2.1. Planteamiento del problema.**

El cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores es una de las prioridades que debe tener la organización para las cuales estos trabajan, si bien la alta competitividad los precios internacionales de los minerales, la logística de transporte de materia prima, etc. son preocupaciones que deben ser tomados en cuenta para poder ser competitivas en un mercado siempre cambiante donde la eficacia y eficiencia de producir concentrados y refinados de mineral hacen que la empresa sea rentable o no; sin embargo el cuidado a la salud de aquellos trabajadores que hacen posible la producción de los minerales concentrados es si acaso no la mayor de las inquietudes de las empresas.

La seguridad industrial y todos los aspectos asociados a esta son comúnmente dejados de lado, debido a que principalmente suponen costos que podrían ser invertidos en otras tareas y áreas enfocadas a la producción y productividad. Bajo esta temática el gestionar de manera adecuada y de acuerdo a los estándares y normas establecidas los peligros y riesgos presentes en un proceso es de vital importancia pues el ahorro de costos intrínsecos a la gestión de los riesgos, puede generar un valor agregado no contable a primera vista, pero si en el largo plazo.

La higiene industrial como disciplina de la seguridad industrial gestiona aquellos agentes de riesgo ocupacional que no son perceptibles en el corto plazo pues la presencia de alguna disminución en la capacidad auditiva, respiratoria, visual y de cualquier índole en la salud del trabajador, no se presenta hasta mucho tiempo después de que el operador ha dejado de laborar.

Imagen 3. Diagrama de Ishikawa



FUENTE: Elaboración propia

## 2.2. Objetivos

### 2.2.1. Objetivo general.

Diseñar un programa de monitoreo a través de una metodología para agentes de riesgo ocupacional, aplicables a todas las actividades de Minera San Manuel.

### 2.2.2. Objetivos específicos.

- Determinación de una metodología para la identificación de Grupos de Exposición Similar.
- Identificar Métodos de muestreo y análisis para agentes de riesgo ocupacional.
- Diseño de un programa de protección respiratoria
- Diseño de un programa de conservación auditiva.
- Establecer el beneficio social del programa.

## 2.3. Justificación.

¿Qué metodología utilizar para evaluar los agentes de riesgo ocupacional?, ¿Cómo evaluar los riesgos de agentes físicos y químicos?, Pueden ser algunas de las preguntas que se realizan, los directivos, ingenieros en seguridad industrial, personal operativo, etc.; la manera más apropiada de responder a estas preguntas es considerar el diseño de un programa de monitoreo de higiene industrial.

La presente memoria determina los criterios, metodologías y estándares aplicables para valorar el nivel de exposición de los trabajadores de Minera San Manuel a diferentes agentes de riesgo ocupacional, que niveles de los agentes son preocupantes y la manera en que los grupos de exposición ocupacional deberán tener un entrenamiento y/o control de agentes.

### **2.3.1. Justificación académica.**

El tema de esta memoria laboral, pretende aportar al conocimiento y desarrollo en temáticas de higiene industrial, campo en el cual Bolivia no ha alcanzado niveles de conocimiento, estándares y criterios que son necesarios conocerlos para aplicarlos en el campo práctico.

### **2.3.2. Justificación metodológica.**

En el desarrollo de la presente memoria se utilizan criterios y métodos definidos por organizaciones como NIOSH<sup>2</sup>, AHIA<sup>3</sup>, ACGIH<sup>4</sup>, las cuales realizan investigación, análisis y determinación de niveles y estándares para lugares de trabajo donde se conoce que existe algún nivel de agente de riesgo ocupacional.

### **2.4. Análisis de las áreas de trabajo.**

Antes de implementar procedimientos, protocolos, instructivos de control que corresponden al nivel de concentración en diferentes áreas, es necesario caracterizar las áreas de trabajo a fin de determinar las condiciones ambientales de trabajo, los agentes a los cuales podría estar expuesto el personal y el tipo de trabajo desarrollado.

Minera San Manuel tiene procesos de concentración desde el proceso de voladura y transporte de material hasta la exportación de concentrado, a continuación se desglosa las principales operaciones que se presentan en el trabajo de enriquecimiento del mineral.

#### **2.4.1. Operaciones mina.**

Debido a que los yacimientos de zinc y de plomo es de baja ley, pero de gran volumen la explotación del mineral se realiza por el método de tajo abierto.

Para ello se movilizan grandes cantidades de roca, de las cuales aproximadamente 40.000 [t] son enviadas a planta de concentración para su tratamiento.

El tipo de explotación es a cielo abierto, que permite el movimiento de grandes cantidades de material

---

<sup>2</sup> National Institute of Occupational Safety And Health por sus siglas en ingles

<sup>3</sup> American Industrial higiene Association por sus siglas en ingles

<sup>4</sup> American Conference of Governmental Industrial Hygienists por sus siglas en ingles

---

Para realizar el movimiento de material desmonte y mineral, cuenta con las operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío, acarreo y equipos de soporte mina.

- a) **Perforación.** El objetivo es realizar taladros en los bancos, con la profundidad requerida, para luego introducir en ella explosivo, para lo cual se cuenta con los equipos PV271 y PV31 marca Atlas Copco
- b) **Voladora.** Según operación unitaria, el objetivo es la fragmentación de rocas (mineral y desmonte) a un diámetro adecuado para el posterior procesamiento en las chancadoras y molinos.
- c) **Carguío.** Operación unitaria, que se encarga del carguío quebrado a las unidades de acarreo para esto se tienen equipos PC4000, PC8000 marca Komatsu.
- d) **Acarreo.** Operación que tiene el fin de transportar el material con mineral al proceso de concentración

Adicionalmente a las tareas operativas se tienen los procesos de apoyo a la operación en mina, que consisten en dar soporte tanto en mantenimiento, mantenimiento de vías de acarreo, irrigación de caminos, entrenamiento y capacitación en manejo de equipos, planificación a corto y largo plazo, geología mina y gestión de flota.

#### **2.4.2. Molienda y concentración.**

Como la roca mineralizada que se extrae de los yacimientos son muy bajas en concentración, siendo necesario someter el mineral a un proceso que eleve el contenido de elementos para obtener un producto con valor comercial; se cuenta para ello con una planta de concentración que permite obtener un producto enriquecido que se denomina concentrado, quedando, como resultado del proceso, un desecho de material sin valor económico denominado cola.

Los minerales que contienen los elementos que produce, se presentan en forma de sulfuros y óxidos de los cuales sólo los sulfuros son tratados en la planta de concentración por flotación. Los sulfuros son minerales cuya composición básica es el azufre combinados con diferentes metales. Los productos que salen de la planta son el sulfuro de zinc (esfalerita) y el sulfuro de plomo (galena).

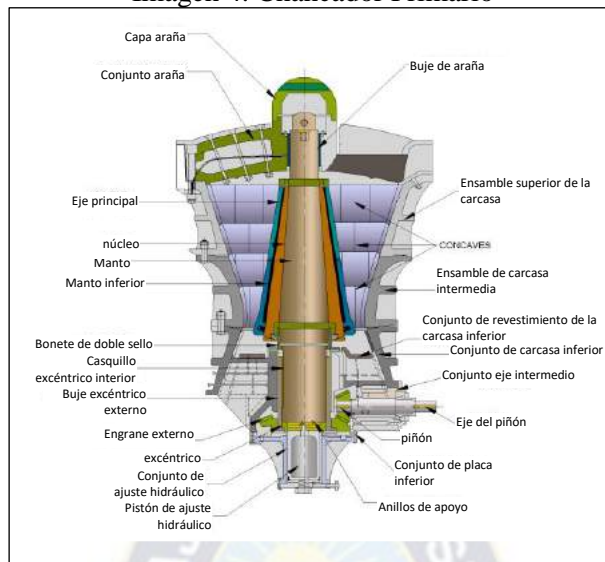
El objetivo de la planta es el de separar estos sulfuros entre ellos y de la cola o material estéril mediante etapas secuenciales de trituración, molienda, flotación diferencial, y filtrado, a fin de obtener dos concentrados enriquecidos, secos y listos para ser comercializados.

#### **2.4.3. Chancado.**

El material extraído en mina es transportado al área de trituración por los camiones de alto tonelaje (trucks) para luego ser cargado al triturador cónico o chancador primario imagen 4.



Imagen 4. Chancador Primario

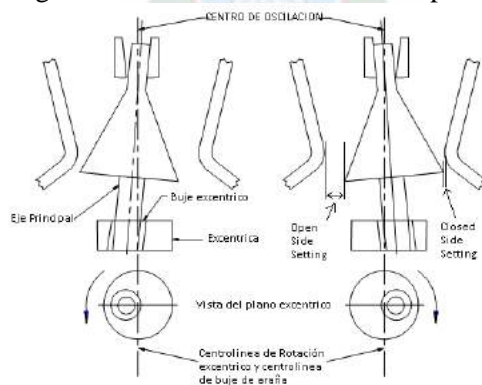


FUENTE: Instructivo Chancado Molienda MSM

La etapa de trituración primaria tiene por objetivo disminuir el tamaño del material extraído de la mina hasta llegar a un tamaño medio de 15 centímetros de diámetro, considerado adecuado para poder ser alimentado a los molinos que son usados en la siguiente etapa. El mineral depositado en el chancador es reducido debido al movimiento excéntrico que tiene el eje principal, este movimiento permite tener un espacio como se muestra en la imagen N°5, para que el mineral pase por gravedad a la recámara de retención, mientras que el extremo opuesto por conminución reduce el tamaño del mineral, para que cumpla con las necesidades del proceso.

Este equipo además está complementado por un detector de metales con separador magnético, una pica rocas hidráulico para las rocas muy grandes o sobre-tamaño que deben ser reducidas en tamaño y poder ingresar a la alimentación del chancador.

Imagen 5. Movimiento de chancador primario



FUENTE: Instructivo Chancado Molienda MSM

#### **2.4.4. Molienda.**

Al material seco proveniente de la pila de acumulación se le añade cal, en forma de lechada previamente preparada en un molino vertical, y esta mezcla ingresa al molino semi autógeno (SAG), donde se inicia el proceso de la molienda.

Al interior del enorme molino SAG de 36 pies de diámetro, el material procedente del stock pile se mezcla con agua durante la molienda. Esta mezcla se denomina pulpa.

La pulpa que sale del molino SAG es clasificada en un tamiz cilíndrico denominado trommel. La carga gruesa es re circulada al molino SAG por un sistema de correas transportadoras y la pulpa fina es vertida a un cajón del cual se alimenta a los molinos de bolas para continuar con la reducción de tamaño para posterior tratamiento.

Los molinos de bolas, cada uno de 22 pies de diámetro, están ubicados en paralelo y trabajan en circuito cerrado con dos baterías de hidrociclones, los que permiten clasificar la pulpa en dos fracciones. La fracción gruesa retorna a molienda y la fracción fina de aproximadamente 0.15 milímetros de diámetro es enviada al siguiente proceso de separación por el método de flotación diferencial.

#### **2.4.5. Flotación.**

El proceso de flotación se inicia cargando la pulpa en tanques con agitación denominados “celdas de flotación”, agregando algunos reactivos químicos y agitando la mezcla. Por las características propias del mineral que se procesa en esta planta, primero se realiza la flotación del mineral de plomo y luego la del mineral de zinc.

Ingresa aire por succión natural a la celda para permitir la formación de pequeñas burbujas en el interior de la pulpa a las que, por efecto de reactivos espumantes como el MIBC y reactivos modificadores como el sulfato de zinc, cianuro de sodio (para la etapa de flotación de plomo) y sulfato de cobre (para la flotación del zinc), se promueve la adherencia de las partículas del mineral que se desea seleccionar. De esta manera el mineral es arrastrado hasta la superficie en forma de espuma para luego ser retirado de la celda de flotación.

Para flotar el plomo se utiliza como colectores Aerophine 3418A y Danafloat 468 y para flotar el zinc se aplica Danafloat 468.

Estos procesos se efectúan en circuitos de varios bancos de celdas en serie cada uno y se obtiene como productos los concentrados de plomo y de zinc, previa a un proceso de remolienda y clasificación, desde donde el material fino es enviado al circuito de flotación de limpieza y re-limpieza donde el concentrado es finalmente extraído. Los concentrados se envían al proceso de espesamiento y filtrado.

Las colas o relaves que son los residuos finales del proceso son enviadas al espesador de colas donde se recupera el agua para recircular al proceso, antes de enviar al depósito de colas.

Concluida la flotación, los productos obtenidos, que contienen un alto porcentaje de agua, pasan a la etapa de espesamiento, donde se produce la separación de sólidos (concentrado) y líquidos (agua de proceso) en estanques circulares metálicos denominado espesadores.

Los concentrados (zinc-plata y plomo-plata) que salen de los espesadores son enviados por separado al área de filtración donde se extrae el agua en dos circuitos independientes equipados con filtros prensa hasta obtener una humedad inferior al 9%, quedando el concentrado seco y listo para su carguío y transporte por vía férrea hacia el puerto.

El agua recuperada en este proceso es bombeada al área de flotación para su reutilización.

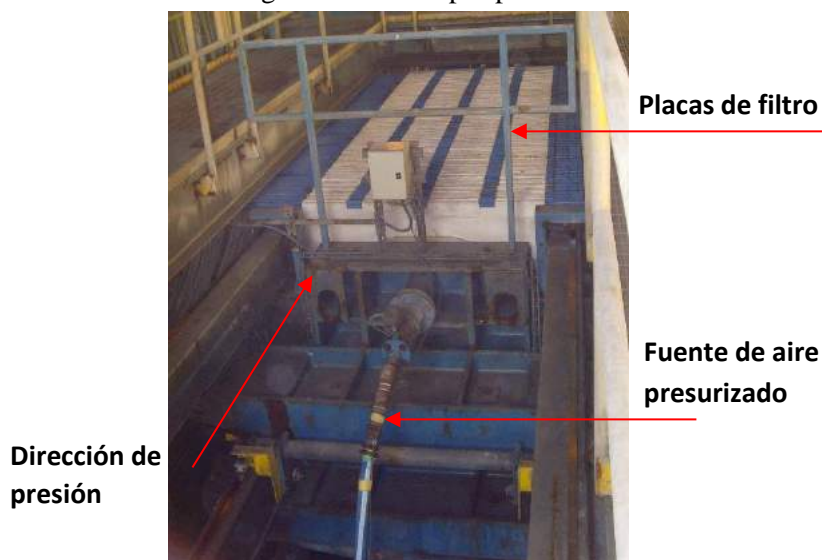
#### **2.4.6. Filtración y exportación.**

Este proceso inicia recepcionando el material procedente de espesadores al 60% de sólidos de concentrado de Zinc – Plata y Plomo – plata, en los tanques de almacenamiento 310 TK 610 Y 310 TK 710 respectivamente, de los cuales mediante bombeo se hace la alimentación a los filtros de prensa, 3 filtros para el concentrado de Zn y 1 filtro para el concentrado de Plomo, donde por la acción de la presión que se ejerce, se expulsa la humedad del material, para luego ser transportado al área de carguío.

De acuerdo a la cantidad transferida de los espesadores de planta el concentrado es almacenado en los tanques auxiliares 310-TK-620 y 310-TK-621 dentro de los cuales se acumula el concentrado de zinc. Y el tanque 310-TK-610 en el cual se almacena el plomo. El filtrado de concentrado de zinc cuenta con dos líneas de drenado, el filtrado de plomo cuenta con un compresor al igual que la de bulk.

De acuerdo a las necesidades del proceso de filtrado la pulpa será transferida directamente al filtro o será contenida temporalmente en alguno de los tanques auxiliares, la pulpa que será filtrada es trasladada a las placas del filtro y como se muestra en la Imagen 6 por compresión se reduce la humedad de la pulpa que en promedio oscila dentro de un 8% como aceptable, el ciclo de compresión es de 220 segundo dentro de los cuales la fuente de aire presurizado coadyuva al reducir la humedad.

Imagen 6. Drenado por presión



FUENTE: fotografías propias tomadas en planta

Una vez realizado la compresión de la pulpa está es retirada mediante las cintas transportadoras 320CV201 o 320CV202 (para concentrado de zinc), 320CV101 (para concentrado de plomo) y transferida a la cinta transportadora 320SA203 (para concentrado de zinc) 320SA103 (para concentrado de plomo), la cual deposita el mineral concentrado en el silo de almacenamiento 330 - BN-306 (para concentrado de zinc), 320-BN-305 (para concentrado de plomo)

Imagen 7. Retiro de concentrado



FUENTE: fotografías propias tomadas en planta

En el área de carguío es en donde el material es almacenado en contenedores de 21 y 17 [t]. de concentrado de Plomo – Plata y de Zinc – Plata, respectivamente, con la acción de varios equipos como ser el puente grúa, tren de carga, contenedores y otros, haciendo un total diario de 40 contenedores que equivalen a 680 Ton de producción

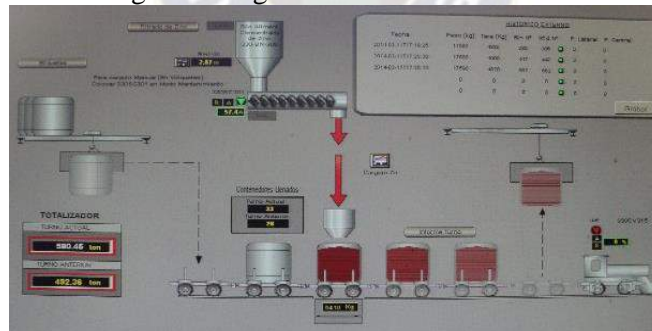
Imagen 8. Tren de carga



FUENTE: fotografías propias tomadas en carguío

Posteriormente el mineral es cargado en los contenedores tipo olla mediante el equipo 330SC301 (para concentrado de zinc) y 330SC302 (para concentrado de plomo), los cuales por movimiento del tornillo sin fin transfieren la carga a los contenedores, alineados en 5 unidades, como se muestra en la imagen 8 estos son trasladados mediante el equipo 330CV315 de accionamiento eléctrico al patio de carga, para su posterior carguío

Imagen 9. Carguío de mineral concentrado



FUENTE: Sistema de control de procesos

## 2.5. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE HIGIENE INDUSTRIAL.

Acorde a las necesidades y estándares en seguridad y salud ocupacional es necesario anticipar, reconocer evaluar y controlar aquellos agentes de riesgo ocupacional en el ambiente de trabajo, motivo por el cual es requerido un programa de monitoreo de higiene industrial, el cual contempla desarrollar:

### **2.5.1. Caracterización de los grupos de exposición similar.**

¿Qué agentes de riesgo ocupacional monitorear?, es la pregunta que se realiza antes de iniciar cualquier monitoreo; entonces es necesario determinar mediante análisis de procesos, relevamiento de áreas de trabajo, los posibles agentes a ser monitoreados. Una manera de tener claro los peligros a la salud es agrupar a todo el personal según características comunes, es decir que compartan una exposición similar tanto en concentración como en tipo de agente, es diferenciar al personal según los siguientes parámetros:

- AREAS DE TRABAJO (Procesos Industriales)
- TRABAJOS REALIZADOS
- AGENTES DE RIESGO OCUPACIONAL PRESENTES

#### **2.5.1.1. Área de trabajo.**

Se tomará en cuenta el área de trabajo donde se desarrollen las actividades de los trabajadores durante toda la jornada laboral o por lo menos gran parte de esta. Si bien estas áreas pueden ser ambientes cerrados no excluyen aquellas tareas donde el trabajador realiza sus actividades cotidianas a cielo abierto. Se deberá tener cuidado en caracterizar a un grupo de trabajo que realiza parcialmente sus actividades cotidianas en distintas áreas de trabajo, para lo cual el técnico verificará las exposiciones a los ARO<sup>5</sup> para incluir a los trabajadores al GES<sup>6</sup> correspondiente.

#### **2.5.1.2. Trabajos Realizados.**

La caracterización de un grupo de exposición similar toma en cuenta los trabajos realizados, estos deberán ser equivalentes o en su defecto deberán compartir actividades comunes para poder incorporar a un trabajador a un GES, si bien un trabajador es incluido en un grupo de exposición similar es posible que se pueda incorporar a más de 1 dependiendo de las tareas comunes que este tenga con 2 o más GES, esta caracterización estará sujeta al criterio y experiencia del Técnico en Higiene el cual evaluará la factibilidad de incorporar a un trabajador a más de 1 GES.

#### **2.5.1.3. Agentes de riesgo ocupacional.**

Los agentes de riesgo ocupacional a los cuales están expuestos los trabajadores durante toda la jornada laboral, no se deberán tomar en cuenta exposiciones no probables y donde no existe peligro de una exposición aguda significativa.

---

<sup>5</sup> Agentes de riesgo ocupacional

<sup>6</sup> Grupo de Exposición Similar

---

La conjunción de los tres criterios descritos anteriormente dará lugar a la conformación de un GES.<sup>7</sup>

### 2.5.2. Sub grupos de exposición.

Debido a factores inherentes a las actividades, agentes de exposición y/o al nivel crítico de exposición de un ARO dentro el grupo, se posible dividir un GES en sub-grupos a fin de realizar un análisis más profundo de las exposiciones, y de qué manera afectan estas exposiciones al trabajador estos subgrupos deberán ir identificados con el código del grupo de exposición similar principal al cual se realiza la subdivisión. Los grupos y subgrupos identificados se muestran en el [anexo A](#).

### 2.5.3. Elaboración de matriz de higiene ocupacional.

Al igual que el enfoque en seguridad industrial, la gestión de riesgos de higiene industrial busca identificar aquellos agentes presentes en las áreas de trabajo, determinar el nivel de riesgo a la salud y seguridad del personal, verificar que existan controles y en caso de no ser suficientes estos implementar medidas de control o prevención.

Para cada GES se evalúa la probabilidad de exposición a un ARO<sup>8</sup> de acuerdo a datos/informes históricos; en el caso de que no se presenten datos/informes sobre la exposición a un ARO esta valoración de probabilidad se realiza de acuerdo a experiencia. Para la asignación de un nivel de probabilidad se toma en cuenta las categorías descritas en el [anexo B](#).

Tabla 3 Consecuencias

Consecuencias	Menor	Media	Grave	Mayor	Catastrófico
<b>Categorías de Consecuencias Sociales y Ambientales (no económicas)</b>					
<b>Salud</b>	Efecto en la salud reversible de poco interés, lo que requiere tratamiento de primeros auxilios en la mayoría. Puede incluir irritación leve de los ojos de la garganta, la nariz o la piel y, o molestias musculares menores no acostumbradas	Preocupación de los efectos sobre la salud reversibles que se suele dar lugar a un tratamiento médico. Puede incluir efectos de la temperatura; efectos de viaje; el estrés; y las quemaduras solares	Preocupación de los efectos graves reversibles sobre la salud que normalmente resultaría en una enfermedad con el tiempo. Puede incluir los efectos asociados agudos / a corto plazo con efectos de temperaturas extremas; o los efectos musculo esqueléticos; efectos de la vibración; efectos sobre el sistema nervioso; algunas enfermedades infecciosas.	Fatalidad individual o efectos irreversibles para la salud o enfermedad discapacitante. Puede incluir las enfermedades crónicas progresivas y / o efectos agudos / a corto plazo de alto riesgo.	Varias muertes o enfermedades discapacitante graves a varias personas. Puede incluir efectos de carcinógenos, mutágenos, teratógenos y tóxicos para la reproducción (conocidos y sospechosos) y potencialmente mortales, sensibilización respiratoria y la malaria.

FUENTE: una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008

<sup>7</sup> Para una mejor comprensión de la conformación de los GES deberá remitirse al capítulo 4 de “una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008” de AIHA

<sup>8</sup> Agente de riesgo ocupacional

#### 2.5.4. Nivel de riesgo ocupacional.

El proceso de estimar el nivel de riesgo correspondiente a un ARO y un GES, se realiza combinando la consecuencia con la probabilidad de exposición ocupacional de dicha exposición ocupacional, como se define en la siguiente tabla.

Tabla 4 Nivel de probabilidad

Probabilidad	Exposición a sustancias
Casi seguro	Exposición frecuente (diaria) a > 10 veces LEO
Probable	Exposición frecuente (diaria) a > LEO
Posible	Exposición frecuente (diaria) a > 50% de LEO Exposición infrecuente a > LEO
Improbable	Exposición frecuente (diaria) a > 10% de LEO Exposición infrecuente a > 50% de LEO
Raro	Exposición frecuente (diaria) a < 10% LEO Exposición infrecuente a > 10% de LEO

FUENTE: una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008

Una vez determinado la valoración de consecuencia y probabilidad se valora el nivel de riesgo utilizando la siguiente tabla.

Tabla 5 Nivel de riesgo

$$RIESGO\ OCUPACIONAL = PROBABILIDAD \times CONSECUENCIA$$

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA				
	1 – Menor	2 – Media	3 – Serio	4 – Mayor	5 – Catastrófico
A- Casi seguro	Moderado	Alto	Crítico	Crítico	Crítico
B – Probable	Moderado	Alto	Alto	Crítico	Crítico
C – Posible	Bajo	Moderado	Alto	Crítico	Crítico
D – Improbable	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Crítico
E – Raro	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto

FUENTE: una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008

La valoración tanto de consecuencia como de probabilidad de exposición ocupacional y los tipos de ARO's a los que están expuestos los GES se listan en el [ANEXO C](#) (Matriz de riesgos de higiene industrial según GES), posteriormente se planea el monitoreo y medición de higiene industrial de acuerdo a la valoración.

#### 2.5.5. Plan de monitoreo.

##### 2.5.5.1. Numero de muestras requeridas.

El total de personal incluido dentro un GES determinara la cantidad muestras requeridas para un monitoreo de un ARO, la tabla siguiente contempla recomendaciones de NIOSH para un nivel de confianza del 90%.



Tabla 6 Tamaño de muestra

# DE PERSONAS GES (SEG)	# DE MUESTRAS RECOMENDADAS (n)
≤ 8	N-1
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-24	13
25-29	15
30-37	16
38-49	17
≥50	18

FUENTE: una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008

### 2.5.5.2. Priorización de muestreo.

El nivel de riesgo determinado de la valoración la consecuencia con la probabilidad de exposición ocupacional ya sea este crítico, alto, moderado o bajo fija el monitoreo con mayor prioridad de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 7 Priorización de muestreo

RIESGO	PRIORIZACION
CRITICO	50 a 100% de muestras recomendadas por lo menos cada 2 años
ALTO	25 a 50% de muestras recomendadas por lo menos cada 2 años
MODERADO	10 a 25% de muestras recomendadas cada 3 años
BAJO	0 a 10% de muestras recomendadas cada 4 años

FUENTE: una estrategia para la evaluación y gestión de las exposiciones ocupacionales 3ra edición 2008

### 2.5.5.3. Ejecución de monitoreo.

Una vez determinado y cuantificado las muestras a realizarse por GES y Sub-GES con el plan de monitoreo estructura se procede a tomar muestras de los agentes, no sin antes haberse identificado las metodologías y protocolos que deben utilizarse para realizar dicho monitoreo. La cantidad de muestras tomadas deberán ser anotadas y actualizadas en el plan de monitoreo de grupos de exposición similar como se muestra en el Anexo d

### 2.5.6. Monitoreo de ruido.

El monitoreo de ruido está encaminado a caracterizar los niveles de presión sonora que presenta el área de trabajo de manera referencial, el técnico en higiene determina las áreas donde el riesgo de pérdida auditiva es latente. Para lo cual deberá realizar un monitoreo de ruido ambiental y ruido personal.

### **2.5.6.1. Consideraciones generales.**

Como norma, si no se indica expresamente lo contrario, las mediciones de nivel de presión sonora deberán efectuarse con filtro de ponderación “A”. Este filtro se ha adoptado como norma para mediciones de exposición laboral a ruido, y proporciona una buena información sobre la interferencia en el habla, evaluación de molestias hacia la comunidad, etc. Además, considerando la velocidad de respuesta del indicador, se establece como norma medir con respuesta lenta.

Recolectar los datos para un análisis posterior que nos ayuden a dar respuesta a las siguientes preguntas.

- ¿Cuán ruidosa es cada área de trabajo?
- ¿Qué equipo o proceso está generando el ruido?
- ¿Qué trabajadores están expuestos al ruido?
- ¿Por cuánto tiempo están expuestos?

En casos de mediciones personales deberán realizar durante un lapso de tiempo que sea representativo de la jornada laboral, con un dosímetro personal a la altura del oído o lo más cercano posible de la zona auditiva del trabajador.

Si se evaluará el riesgo de daño auditivo se utilizará el concepto de nivel de presión sonora continua equivalente (nivel promedio ponderado en el tiempo), basado en una jornada laboral, debido a las fluctuaciones de niveles de ruido presentes en el área de trabajo.

### **2.5.6.2. Monitoreo Ruido ambiental.**

Para realizar monitoreo de ruido ambiental de carácter general se debe utilizar equipos que puedan medir el nivel de presión sonora del ambiente de trabajo, se utilizarán sonómetros que tengan mínimamente las siguientes características.

- Selector del modo de Respuesta: Este permite seleccionar el modo de respuesta del indicador y puede ser:

- Slow: Respuesta lenta
- Fast: Respuesta rápida
- Imp: Respuesta de impulso

Respuesta lenta es la selección que se realiza generalmente para un muestreo.

- Selector de filtros de ponderación: Este permite seleccionar el filtro de ponderación que se desea utilizar, dependiendo del tipo de medición que se esté realizando, en general lo sonómetros tienen las opciones:

- A : Filtro de ponderación A
- C : Filtro de ponderación C

Z : Respuesta lineal

Generalmente se utiliza ponderación A para un muestreo.

- Selector de rangos: Permite elegir un rango adecuado para un nivel de presión sonora. Es recomendable utilizar un rango superior al rango de presión sonora establecido dentro de un área, de esta manera no se tendrán lecturas erróneas.

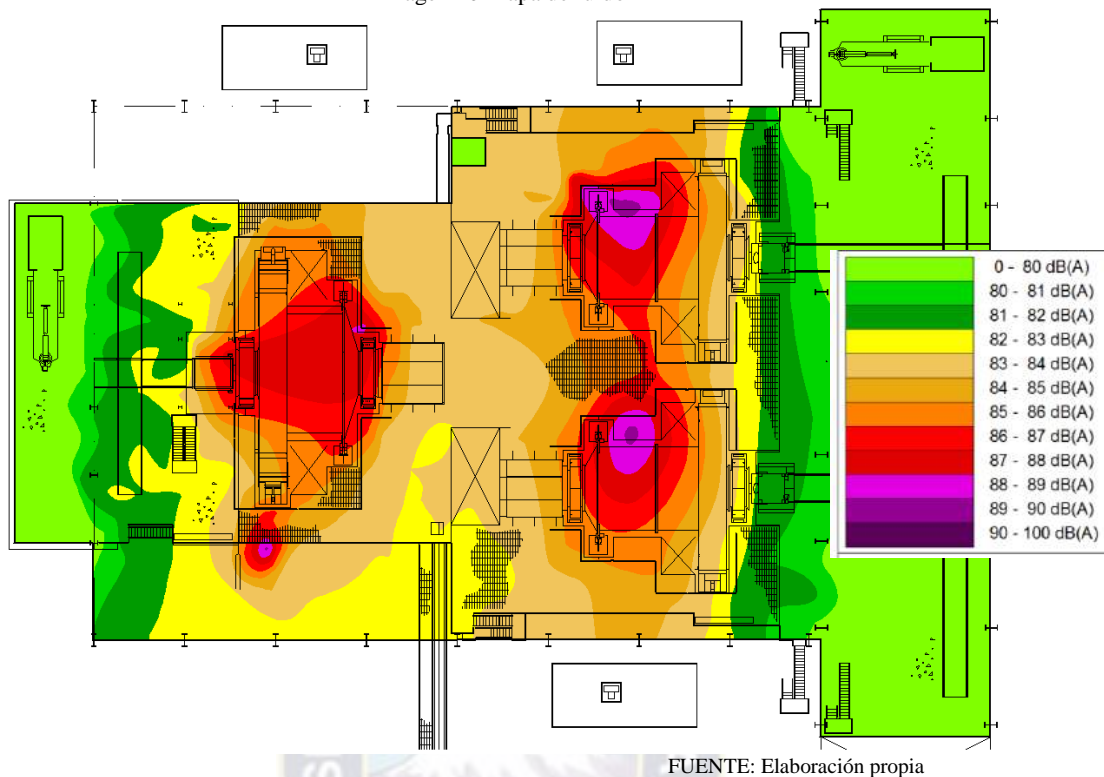
### **2.5.6.3. Medición de ruido ambiental.**

Para la medición de ruido ambiental el técnico definirá los puntos en los cuales se tomarán muestras de ruido, apoyándose en el plano referencial de ubicación de las distintas áreas. El técnico realizara el monitoreo tomando en cuenta los siguientes pasos.

- Verificar el estado de las baterías de los equipos y si es necesario reemplazar las baterías.
- Configurar el equipo para el tipo de medición que se realizara (respuesta lenta, dbA, rango apropiado).
- Realizar una calibración previa al muestreo de ruido.
- Registrar los datos en los planos referenciales anotando la medida tomada en ese punto.
- Al finalizar el monitoreo realizar una calibración de verificación del sonómetro.
- Está calibración deberá tener una desviación máxima de  $\pm 0,5$  dB, entonces la medición con este instrumento se considerará válida. De lo contrario todos los datos recabados será desechados para realizar un nuevo monitoreo.

Con los datos recabados se procederá a introducir estos al software NOISEATWORK para diseñar el Mapa de Ruido ambiental.

Imagen 10 Mapa de ruido



#### 2.5.6.4. Monitoreo de ruido personal.

El monitoreo de ruido personal se realiza con dosímetros. Debido a que el trabajador está expuesto a niveles de ruido de diferentes intensidades durante su jornada laboral por las características inherentes al trabajo este se desplazará por distintas áreas y secciones donde el ruido será fluctuante.

#### 2.5.6.5. Medición de ruido personal.

Para obtener un buen dato sobre la exposición a ruido se seguirán los siguientes pasos.

- Verificar el estado de las baterías de los equipos y si es necesario cargar o reemplazar las baterías.
- Configurar el equipo para la toma de muestra, utilizando el software DMS (Detection Management Software).
- Definir el tipo medición que se realizará, (medición de jornada completa o duración corta).
- Una vez finalizado el monitoreo realizar la calibración del equipo y verificar que este no tenga una variación mayor a  $\pm 0.5$  dB, si presentará una variación mayor a 0,5 dB la medición será tomada como nula
- Determinar la gráfica de exposición a ruido mediante el software DMS (Detection Management Software),

### **2.5.7. Monitoreo de partículas respirables.**

El muestreo de Material Particulado se realizará para plomo, Sílice Libre Cristalizada y Polvo No Clasificado, ambos en Fracción Respirable, y/u otro agente identificado Matriz de riesgos Higiene Industrial según GES [ANEXO C](#). En la recolección de muestras se debe tomar en cuenta el tipo de partícula, para lo cual se toman como referencias las metodologías descritas en el Manual de Métodos analíticos de NIOSH (NMA 0600 PNOR, NMA 7500 Sílice, NMA 7300 plomo humos metálicos).

#### **2.5.7.1. Muestreo de polvo y sílice.**

De acuerdo a las características y metodología de análisis de muestras, según sea necesario y donde se identifique exposiciones según matriz de riesgos de higiene industrial [ANEXO C](#) se realizará muestreo de polvo y sílice. Debido a que los elementos para muestreo de polvo y sílice son similares y sólo varían en el tipo de análisis. Los accesorios y elementos para conformar un tren de muestreo son iguales y se listan a continuación.

Equipos y accesorios

- Bomba de muestreo portátil con flujo ajustable desde 0.05 hasta 5 L/min.
- Filtro de PVC de 37 mm de diámetro, 5 µm de tamaño de poro
- Cassette de muestreo de tres secciones
- Ciclón estandarizado para partículas de tamaño respirable
- Mangueras de conexión y pinzas de sujeción
- Calibrador de flujos
- Etiquetas de rotulado
- Acople metálico para calibración de tren de muestreo con ciclones
- Tarjeta de muestreo

Teniendo los elementos para el armado del tren de muestreo se debe seguir la siguiente secuencia para el muestreo de polvo/sílice.

- Armado del tren de muestreo
- Calibrado de bomba.
- Muestreo.
- Post calibración.

### Armado del tren de muestreo.

Utilizando un cassette pre-pesado (PVC de 37 mm, 5 µm) y armado, se ensambla el casete junto al ciclón. En el caso de que no se tuviera un cassette pre-elaborado se deberá ensamblar el conjunto de cojinete, filtro parte media del casete y ciclón como se muestra en la imagen 11.

Tomando un filtro se procede a pesarlo en la balanza electrónica, una vez pesado se debe colocar este en el cassette, se extrae un cassette de muestreo se lo desarma en tres secciones entonces se procede a introducir el soporte de filtro y el filtro de PVC para luego cerrarlo haciendo presión, posteriormente se coloca el ciclón en la parte inferior del cassette de muestreo sellando así el compartimiento de muestreo en el cassette Como se muestra en la imagen 11.

Imagen 11 Componentes de un cassette



FUENTE: <https://www.skinc.com/catalog>

Posteriormente al armado del cassette de muestreo debe realizarse el ensamblado con la bomba de muestreo, esta debe estar identificada en el formulario de muestreo Anexo E de acuerdo a su número de serial, el conjunto bomba, manguera, casete y medios de muestreo (tren de muestreo) deberá estar armado de acuerdo a la siguiente Imagen.

Imagen 12 tren de muestreo



Fuente: elaboración propia

### Calibrado de bomba.

De acuerdo a requerimientos del manual de métodos analíticos de NIOSH 7500; 600 y según recomendaciones del fabricante del ciclón el flujo de calibración deberá ser lo más cercano a 2,5 l/min.

Se realiza la calibración del flujo de aire de succión del tren de muestreo, utilizando la cámara de calibración y el calibrador como se muestra en la imagen 13. Para lo cual se debe encender el calibrador de flujo, programarlo para que realice 10 mediciones y genere un promedio, anotando el mismo en el formulario de muestreo Anexo E en el espacio para la Pre calibración.

Imagen 13 Calibrado de bomba



Fuente: elaboración propia

### Muestreo.

Para tener una trazabilidad de las muestras éstas deben estar codificadas y anotadas en el formulario de muestreo [Anexo E](#) tomando en cuenta el número correlativo de acuerdo a la base de datos de monitoreo de material Particulado. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para un buen muestreo.

- Una vez instalado el tren de muestreo, revisar que no existan obstrucciones o desconexiones que puedan provocar un error en la toma de muestras.
- Durante la jornada de trabajo, verificar la correcta posición del equipo, así como su funcionamiento.
- En la instalación del tren de muestreo en trabajadores, el cabezal de muestreo se deberá ubicar en posición vertical a nivel de la zona respiratoria, con el vortex orientado hacia el frente.

El técnico en Higiene deberá realizar el seguimiento de muestreo anotando en el formulario de muestreo [Anexo E](#), las observaciones y/o puntos que pudieran ser relevantes en el análisis de la muestra durante toda la jornada de muestreo.

Una vez finalizado el muestreo el transporte de los trenes de muestreo desde el sitio de evaluación al laboratorio de higiene Industrial u otro ambiente preparado para el desmontaje del tren de muestreo debe realizarse siempre en posición vertical.

#### **Post calibración de bomba.**

El técnico en Higiene Industrial deberá realizar la calibración final del flujo de aire de muestreo en el equipo de calibración, este valor será anotado en el formulario de muestreo [Anexo E](#), se debe tener en cuenta que la diferencia del flujo en la post calibración y pre calibración no supere el 5%, de ser ese el caso la muestra se identifica, para posiblemente anularla según el criterio. Se deberá anotar el tiempo transcurrido desde el inicio del muestreo hasta su finalización para realizar el cálculo del volumen muestreado.

De los cassettes de muestreo deberán retirarse el ciclón y estos reemplazados por la tercera parte del cassette para posteriormente ser almacenados en un contenedor exclusivo para este propósito.

Todas las muestras recabadas serán enviadas a un laboratorio certificado y/o identificado por MSM como competente, para el análisis de las muestras de acuerdo a sus metodologías y procedimientos.

#### **Cálculos aplicados.**

Los cálculos aplicados para el muestreo y análisis son:

Calculo de la diferencia de 5% en el flujo de muestreo:

$$\Delta Q = \frac{(Q_{mayor} - Q_{menor})}{Q_{menor}} \times 100$$

Donde:

$\Delta Q$  = Diferencia de caudal(l/min)

$Q_{mayor}$  = Caudal que registra el valor mayor en la calibración de flujo(l/min)

$Q_{menor}$  = Caudal que registra el valor menor en la calibración de flujo(l/min)

Calculo de caudal de muestreo:

$$Q_M = \frac{(Q_i + Q_f)}{2}$$

$Q_M$  = Caudal de muestreo(l/min)

$Q_i$  = Caudal Inicial(l/min)

$Q_f$  = Caudal Final(l/min)

Calculo de volumen de muestreo:

$$V_M = Q_M \times t_M$$

Donde:

$V_M$  = Volumen de muestreo(litros)

$Q_M$  = Caudal de muestreo(l/min)

$t_M$  = tiempo de muestreo(min)



### 2.5.7.2. Muestreo de plomo y/o humos metálicos.

Debido a la toxicidad el plomo y/o humos metálicos estos deben ser muestreados. Si bien el muestreo de plomo tiene características similares al muestreo de polvo/sílice presenta diferencias. Los equipos y accesorios necesarios para un muestreo de plomo se listan a continuación.

#### Equipos y accesorios

- Bomba de muestreo portátil con flujo ajustable desde 0.05 hasta 5 L/min.
- Filtro de MCE<sup>9</sup> de 37 mm de diámetro, 8 µm de tamaño de poro
- Cassette de muestreo de dos secciones
- Mangueras de conexión y pinzas de sujeción
- Calibrador de flujos
- Etiquetas de rotulado
- Tarjeta de muestreo
- Cojinete soporte de filtro de MCE

Teniendo los elementos para el armado del tren de muestreo se debe seguir la siguiente secuencia:

#### Armado del tren de muestreo.

El conjunto de cassette para un tren de muestreo consiste en colocar el cojinete de soporte de filtro en la salida del cassette a fin de que este soporte la succión de la bomba seguido del filtro MCE de 37 mm el cual deberá recoger las partículas de plomo. Se introduce la entrada de succión del cassette y se sella los bordes con bandas contraíbles, como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen 14 Cassette armado para muestreo de plomo/humos



Fuente: elaboración propia

Posteriormente al armado del cassette de muestreo debe realizarse el ensamblado con la bomba de muestreo, esta debe estar identificada en el formulario de muestreo [Anexo E](#) de acuerdo a su número de serial.

*El armado del tren de muestreo es similar al de un tren de muestreo de polvo/sílice, la diferencia estriba en que no se introduce un ciclón y se utiliza un filtro diferente.*

---

<sup>9</sup> **Mixed Cellulose Ester** por sus siglas en ingles

### **Calibrado de bomba.**

De acuerdo a requerimientos del manual de métodos analíticos de NIOSH 7300 el flujo de calibración deberá ser lo más cercano a 1.5 L/min. Se realiza la calibración del flujo de aire de succión del tren de muestreo como se muestra en la imagen 15. Para lo cual se debe encender el calibrador de flujo, programarlo para que realice 10 mediciones y genere un promedio, anotando el mismo en el formulario de muestreo [Anexo E](#) en el espacio para la Pre calibración.

Imagen 15 Calibrado de bomba



Fuente: elaboración propia

### **Muestreo.**

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para un buen muestreo.

- Una vez instalado el tren de muestreo, revisar que no existan obstrucciones o desconexiones que puedan provocar un error en la toma de muestras.
- Durante la jornada de trabajo, verificar la correcta posición del equipo, así como su funcionamiento. En lo posible debe situarse el casete cerca de la zona respiratoria como se muestra en la imagen N°16

Imagen 16 Instalación de equipo



Fuente: elaboración propia

### **Post calibración.**

El técnico en Higiene Industrial deberá realizar la calibración final del flujo de aire de muestreo en el equipo de calibración, este valor será anotado en el formulario de muestreo [Anexo E](#), se debe tener en cuenta que la diferencia del flujo en la post calibración y la Pre calibrado no supere el 5%, de ser ese el caso la muestra se anula.

Una vez realizada la post calibración todas las muestras serán almacenadas temporalmente en la cámara de almacenamiento como se muestra en la imagen 17.

Imagen 17 Almacenado de muestras



Fuente: elaboración propia

Los cálculos aplicados para determinar el volumen de muestreo son iguales a los descritos dentro el punto cálculos aplicados.

### **2.5.7.3. Monitoreo de CIANURO Y/O Gases/VAPORES.**

A diferencia del monitoreo de material Particulado los gases se muestrean con tubos de gel de sílice o cal sodada como se puede verificar en las metodologías de NIOSH NAM 06010 HCN y NAM 7903 Gases ácidos,

Los elementos necesarios para realizar el muestreo de gases y/o vapores son:

- Bomba de muestreo portátil con flujo ajustable desde 0.05 hasta 5 l/min.
- Tubos de gel de sílice o cal sodada (de acuerdo al tipo de muestra a recabar)
- Mangueras de conexión
- Regulador de presión constante
- Clip cobertor de tubos
- Calibrador de flujos
- Etiquetas de rotulado

La secuencia de muestreo es la que se describe a continuación.

### **Armado del tren de muestreo.**

Dependiendo del tipo de muestreo a realizar (HCN o Gases ácidos), se instalará en secuencia la bomba, regulador de presión constante, manguera de conexión y clip cobertor de tubo. Como se muestra en la figura

Imagen 18 tren de muestreo para gases



Fuente: elaboración propia

Debe tomarse en cuenta que el tubo de muestreo debe ser roto en sus extremos con la herramienta prevista para este propósito quedando los extremos libres.

#### **Calibrado de bomba.**

La bomba deberá ser fijada en el valor más bajo posible de flujo sin afectar la precisión de esta, debido a que para este tipo de muestreo los flujos requeridos son muy bajos, no obstante, el regulador de presión constante adosado a la bomba hace que se pueda obtener flujos bajo.

Una vez armando el tren de muestreo se procede a encender la bomba. Unido al extremo del tubo de muestreo se acopla la manguera que une al calibrador, se procede a realizar la calibración, regulando la velocidad de flujo con el tornillo de ajuste de flujo que contiene el clip cobertor.

Para gases ácidos el flujo deberá ser entre 0.2 a 0.5 l/min, mientras que para HCN el flujo deberá estar entre 0.05 a 0.2 l/min.

Una vez anotado en el formulario de muestreo [Anexo E](#), el promedio de flujo mostrado por el calibrador se procede a cubrir el tubo de muestreo con el cobertor para instalar en el operador

#### **Muestreo.**

El tren de muestreo deberá ser instalado en el operador como se muestra en la siguiente imagen

Imagen 19 Instalación de equipo en operador



Fuente: elaboración propia

Las recomendaciones para un buen muestreo

- La abertura del clip debe estar cerca del área de respiración.
- No se debe obstruir la abertura.

- En lo posible debe recomendarse no estrangular la manguera debido a que el flujo bajo no permite saber si el equipo está funcionando.
- Por tratarse de gases nocivos deben anotarse minuciosamente todos los detalles en el trabajo. Como tiempo en el que se realiza trabajo con estos, fuentes de ventilación, y otros datos importantes que considere el técnico en higiene.

#### **Post calibración de bomba.**

Se realizará la calibración final del flujo en el equipo de calibración, este valor será anotado en el formulario de muestreo [Anexo E](#), se debe tener en cuenta que la diferencia del flujo en la post calibración y pre calibración no supere el 5%, de ser ese el caso la muestra se identifica, para posiblemente anularla según el criterio del supervisor de Higiene Industrial.

Todas las muestras recabadas serán enviadas a un laboratorio certificado y/o identificado por MSM como competente, para el análisis de las muestras de acuerdo a sus metodologías y procedimientos.

#### **2.5.8. Clasificación de resultados.**

Los resultados obtenidos del análisis químico por un laboratorio analítico no necesariamente presentan resultados exactos, existe un rango de precisión que es afectado por variables durante el proceso de muestreo y también por equipos y metodologías analíticas del laboratorio que realiza el análisis de muestras; debido a que existen estas variables aplicamos la siguiente metodología que nos permite clasificar los resultados:

Determinar el SAE de acuerdo al agente (en colaboración con el laboratorio analítico).

Determinar la razón de severidad de la muestra, con la siguiente ecuación.

$$y = \frac{x}{LEO}$$

Donde:

y = Razón de severidad

x = Resultado del análisis de muestra.

LEO = Límite de exposición ocupacional (de acuerdo a cada agente)

Calcular el límite inferior de confiabilidad (LIC) de acuerdo a:

$$LIC = Y - SAE$$

Donde:

y = razón de severidad

---

SAE = Error Analítico de muestreo

Calcular el límite superior de confiabilidad (LSC) de acuerdo a:

$$LSC = Y + SAE$$

Donde:

y = razón de severidad

SAE = Error Analítico de muestreo

Si el LIC es mayor a 1, hay una confianza al 95% que la exposición del empleado en la muestra tomada supera el LEO y que la muestra por lo tanto se clasifica como una sobreexposición.

Si el LSC es menor a 1, hay una confianza al 95% que la exposición del empleado en la muestra tomada no supera el LEO y que la muestra por lo tanto se clasifica como “por debajo del LEO”.

En la situación inusual donde el LIC es menor que 1 pero el LSC es mayor que 1, este resultado no se puede considerar como una sobreexposición, sin embargo, no se puede decir si el resultado exacto ha sido por encima o por debajo del LEO. En caso que se presente este tipo de resultado se debe considerar un muestreo de seguimiento.

## **2.6. PROGRAMA DE PROTECCION RESPIRATORIA.**

Un programa de protección respiratoria está orientado a resguardar al personal que es expuesto a niveles de agentes químicos sobre los límites de exposición ocupacional identificados por MSM, este programa se aplica a todo el personal en áreas operativas y administrativas donde se verifique que las personas expuestas a niveles elevados de agentes químicos.

Los puntos de enfoque para el programa de conservación respiratoria son:

- Determinar los grupos de exposición similar que ingresarán al programa, en base a los resultados del monitoreo de higiene industrial
- Entrenar al personal de MSM expuesto niveles de agentes químicos por encima del LEO
- Determinar medidas de control para la protección respiratoria

### **2.6.1. Elementos del programa de protección respiratoria.**

De acuerdo a las actividades desarrolladas en Minera San Manuel en los puestos de trabajo se encuentran los agentes químicos en forma de material particulado, neblina, humo, gases, pulverizaciones y vapores que contaminan la atmósfera del lugar de trabajo representan un peligro

---

para la salud del trabajador, el monitoreo de aire identifica y cuantifica estos contaminantes que se encuentran en el aire para determinar el nivel de protección necesario, Minera San Manuel S.A. administra su Programa de Protección Respiratoria para medir estos niveles en las áreas de trabajo, evaluando y controlando la exposición del personal; el programa de protección respiratoria contiene:

- Proceso de selección del respirador
- Exámenes médicos
- Pruebas de ajuste
- Protocolos de uso, limpieza, desinfección, almacenaje, inspección, reparación y descarte
- Protocolos para garantizar la calidad, la cantidad y el flujo de aire adecuados
- Capacitación sobre peligros respiratorios, limitaciones de uso y mantenimiento

#### **2.6.2. Lineamientos generales.**

El personal del área de trabajo donde se ha identificado niveles de exposición por encima del LEO<sup>10</sup> será incluido en el programa de protección respiratoria recibiendo entrenamiento para el uso, limpieza y mantenimiento del respirador de tal forma que su mal uso no represente un riesgo para la salud.

#### **2.6.3. Medición de agentes químicos.**

Para medir los niveles de agentes químicos se utilizarán los protocolos y equipos descritos en el programa de monitoreo de higiene industrial

#### **2.6.4. Medición de Agentes Químicos Programado.**

Se ejecuta el monitoreo anual en las áreas definidas por GES según protocolos y equipos descritos en el Anexo d, evaluando los siguientes aspectos:

- Agentes químicos presentes.
- Tiempo de exposición.
- Trabajo o actividad.

#### **2.6.5. Evaluación y selección de respiradores.**

---

<sup>10</sup> Límite de exposición ocupacional

---

De acuerdo a la evaluación de los riesgos respiratorios en el lugar de trabajo identificados en la Matriz de Riesgos Higiene Industrial [ANEXO C](#), se identifica los contaminantes en su estado químico y forma física incluyendo el nivel de riesgo. En caso de no identificar o calcular razonablemente la exposición del personal se considerará al entorno como un peligro inmediato para la salud y la vida (IDLH<sup>11</sup>, en inglés).

Se seleccionará los respiradores según los peligros identificados (resultados del análisis de monitoreo) y los factores del lugar de trabajo (concentración y toxicidad) y según los siguientes criterios:

- Los respiradores deben estar certificados por NIOSH y ser utilizados para la protección contra aquellos contaminantes para los cuales han sido aprobados.
- En atmósferas IDLH, únicamente personal de la unidad de respuesta a emergencias de MSM, usará un equipo de respiración autónomo (SCBA<sup>12</sup>, siglas en inglés) con sistema de presión para rostro completo, no está permitido su uso para trabajos rutinarios o bajo condiciones normales.
- En atmósferas que no son IDLH y operaciones específicas como Arenado y otros, para brindar protección contra partículas, debe asegurarse de que el equipo tenga certificación de NIOSH como un filtro para partículas de aire de alta eficiencia (HEPA)<sup>13</sup> o que tenga un respirador purificador de aire (APR)<sup>14</sup> equipado con un filtro que tenga una certificación NIOSH para partículas.
- La vida útil de los purificadores de aire está limitada por la concentración del contaminante, la tasa de respiración del usuario, los niveles de temperatura y humedad del lugar de trabajo

#### 2.6.6. Evaluación médica.

Unidad Médica de MSM deberá realizar evaluaciones médicas al personal para determinar si la persona tiene o no aptitud física para el uso del respirador. El examen médico debe ser realizado antes de someter al personal a una prueba de ajuste o de que tenga que usar el respirador en el lugar de trabajo.

---

<sup>11</sup> **immediately dangerous to life or health** por sus siglas en ingles

<sup>12</sup> **self-contained breathing apparatus**, por sus siglas en ingles

<sup>13</sup> **High Efficiency Particulate Air** por sus siglas en ingles

<sup>14</sup> **Air Purifying Respirator** por sus siglas en ingles

---



Los resultados del examen inicial o los descubrimientos del médico laboral serán comunicados al personal mediante una copia escrita de sus recomendaciones asegurándose que la persona comprenda los resultados del examen. El médico laboral además aplicará el Cuestionario Médico para el Uso del Respirador.

Se proveerá evaluaciones médicas adicionales al personal que reporta signos y/o síntomas relacionados a su habilidad para utilizar un respirador tal como corta respiración, mareos, dolor de pecho o dificultad y sonido al respirar.

### **2.6.7. Control a exposiciones.**

#### **2.6.7.1. Controles de ingeniería.**

- Instalación de cabinas en área de operaciones para los operadores en la planta de proceso.
- Programa de Mantenimiento de equipos y maquinaria, equipos mineros en operación.
- Control de partículas en vías mediante regado.
- Mitigación de dispersión de polvo (domo).

#### **2.6.7.2. Controles administrativos.**

- Capacitación y entrenamiento en protección respiratoria
- Actualización de la señalización de uso obligatorio de protector respiratorio en áreas donde se determine.

### **2.6.8. Equipo de protección personal.**

El uso del protector respiratorio es obligatorio para los empleados que tienen la potencial de estar expuestos a agentes químicos por encima del LEO<sup>15</sup>. Algunas guías para la protección respiratoria son:

- Certificación del protector respiratorio según NIOSH
- El protector respiratorio deberá ajustarse a todo el contorno en la cara.
- Debe usarse sin llevar vello facial (barba).
- Usar talla adecuada del protector respiratorio conforme al rostro.

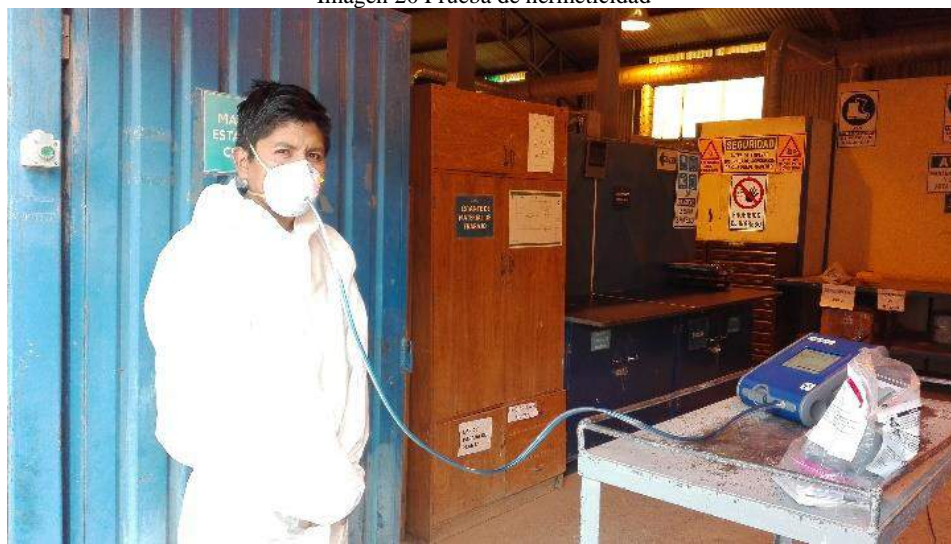
---

<sup>15</sup> Límite de exposición similar

### 2.6.9. Prueba de ajuste.

El personal que ha sido definido para utilizar protección respiratoria o forme parte del programa realizará una prueba de ajuste con el equipo que utiliza en el área de trabajo, verificando el ajuste correcto en cuanto a tamaño y modelo y pase la prueba cuantitativa, la misma debe ser documentada.

Imagen 20 Prueba de hermeticidad



Fuente: elaboración propia

### 2.6.10. Protocolos de uso.

Con el fin de asegurar el uso correcto del protector respiratorio no se permitirá al personal con vello facial (barba), lentes de seguridad u otra condición que interfiera con el sellado o hermeticidad el uso de protectores respiratorios.

El personal que utiliza protección respiratoria no debe quitarse este mientras realiza sus tareas, antes de reemplazar, remover, ajustar o descartar el respirador o alguna pieza de éste (filtro, cartucho, etc.). También podrá salir del área si detectan gases o vapores a través del respirador, cambios en la resistencia respiratoria, fuga u otro defecto de la misma

### 2.6.11. Protocolos de limpieza, desinfección, almacenaje, inspección, reparación descarte.

#### 2.6.11.1. Limpieza y desinfección.

Los respiradores deberán ser limpiados y guardados basándose en las instrucciones del fabricante. El supervisor debe asegurarse de que su personal limpie y desinfecte los respiradores de acuerdo a lo siguiente:

- Los protectores respiratorios de uso personal se deben limpiar y desinfectar según sea necesario para mantenerlos en buen estado.
- Los protectores respiratorios para uso de más de una persona se deben limpiar y desinfectar antes que cada persona los utilice, ejemplo casco del arenador.
- Los protectores respiratorios utilizados para emergencias se deben limpiar y desinfectar después de cada uso.
- Los protectores respiratorios que se utilizan para las pruebas de ajuste o para adiestramientos se deben limpiar y desinfectar después de cada uso.

#### **2.6.11.2. Almacenamiento.**

El supervisor debe proveer un lugar apropiado para almacenar los respiradores y asegurarse de que el personal los guarda o almacena en éste. Esto se hace para protegerlos de contaminantes, polvo, extremos de temperatura, luz, humedad excesiva, sustancias químicas y para prevenir deformaciones en la pieza de cara y la válvula de exhalación.

#### **2.6.11.3. Inspección, reparación y descarte.**

El personal debe asegurarse de que los respiradores se inspeccionan de la siguiente manera:

- Los protectores respiratorios deben inspeccionarse antes de utilizarse y durante el proceso de limpieza.
- Se debe verificar el funcionamiento de la máscara, el ajuste de las correas y la condición de sus partes (filtros, cartuchos y válvulas).
- Los protectores respiratorios que se utilizan en situaciones de emergencia (SCBA) se deben inspeccionar de acuerdo a las recomendaciones la Unidad de Respuesta a Emergencias de MSM o del fabricante.
- Los protectores respiratorios que no pasen la inspección o que tengan defectos se removerán, descartarán o repararán de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del fabricante.

#### **2.6.11.4. Identificación de filtros, cartuchos y máscaras.**

---

Se debe garantizar que todos los filtros, cartuchos y máscaras utilizados en el lugar de trabajo estén etiquetados y codificados con etiquetas aprobadas por NIOSH. Además, de garantizar que las etiquetas no sean eliminadas y se mantengan legibles siguiendo las recomendaciones del fabricante.

#### **2.6.11.5. Calidad y uso del aire proporcionado.**

El Supervisor deben asegurarse de que el aire suministrado al personal debe estar de acuerdo a lo que establece MSM (19.5 – 23.5 % O<sub>2</sub>), además de no contener otros gases y/o vapores que estén por encima del LEO y que afecten la salud del trabajador

Para aquellas actividades donde la evaluación del riesgo indique la necesidad de utilizar equipos con suministro de aire comprimido, tales como trabajos de arenado u otros, se debe cumplir con los siguientes lineamientos:

- Los filtros deben ser reemplazados si se detectan gases o vapores a través del respirador, cambios en la resistencia respiratoria, fuga u otro defecto de la misma.
- Asegurarse que los acoplamientos del aire para respirar sean incompatibles con las fuentes de suministro para el aire no-respirable del lugar de trabajo o de otros sistemas de gases.

#### **2.6.12. Entrenamiento y formación.**

Se proporcionará entrenamiento e información al personal que participe del programa de protección respiratoria de acuerdo a:

- Tipos de Agentes de Riesgo Ocupacional.
- Las limitaciones y capacidades del respirador
- Cómo inspeccionar, realizar mantenimiento y almacenar el respirador
- Como usar (colocarse - quitarse) y revisar el sello del respirador (prueba positiva - negativa).
- Los síntomas médicos que podrían limitar o evitar el uso del respirador.
- Cómo utilizarlo en situaciones de emergencia o en caso de falla del respirador.

Se debe volver a realizar un entrenamiento cuando ocurran cambios en los procesos, se utilicen tipos nuevos de respiradores, se observen imprecisiones en el conocimiento o uso del protector respiratorio por parte del personal.

#### 2.6.13. Evaluación del programa.

Se realizará evaluaciones anuales en el lugar de trabajo para asegurarse de que el programa de protección respiratoria sea implementado adecuadamente y que continúe siendo efectivo.

#### 2.6.14. Registros.

Se conservará la información por escrito relacionada con las pruebas de ajuste, esta información facilitará la participación del personal en el programa de protección respiratoria. Los registros de los exámenes médicos relacionados serán administrados, conservados y estarán disponibles en la Unidad Médica de MSM.

Los registros de las pruebas de ajuste cuantitativas serán generados por el equipo contador de partículas y conservadas hasta la siguiente prueba.

#### 2.6.15. Uso del protector respiratorio.

Imagen 21 uso de protección respiratoria (Colocarse)





Fuente: elaboración propia

## 2.7. PROGRAMA DE PROTECCION AUDTIVA.

La exposición al ruido en el lugar de trabajo es un riesgo a la salud de las personas respecto a la pérdida de la audición inducida por el ruido (NIHL<sup>16</sup>), no es traumática ni se percibe cuando ocurre, esta pérdida se acumula gradualmente y sus efectos se aprecian mucho después de que se haya causado el daño. Es así que Minera San Manuel S.A. dirige su Programa de Conservación Auditiva para monitorear los niveles de ruido en los lugares de trabajo, evaluar y controlar la exposición del personal.

El nivel de ruido se debe cuantificar antes de determinar si un empleado está expuesto a un nivel peligroso de ruido. MSM identifica 87.1 decibeles (dBA) en base a un promedio ponderado de tiempo (TWA) de doce horas como el límite de exposición ocupacional (LEO) para la exposición a ruido. Cualquier valor que exceda el LEO exige que se implemente medidas de control para reducir la exposición a 87.1 dB o menos.

Los puntos de enfoque para el programa son:

---

<sup>16</sup> Noise Induced Hearing Loss por sus siglas en ingles.

- Determinar los grupos de exposición similar que ingresarán al programa de conservación auditiva
- Proveer entrenamiento al personal que está incluido en el programa de protección auditiva
- Determinar medidas de control para la protección auditiva

### **2.7.1. Elementos del programa de conservación auditiva.**

Bajo el estándar de MSM para la exposición de ruido ocupacional, todos los trabajadores con exposiciones en un Tiempo Promedio Ponderado de 12 horas de trabajo superiores a 82.1 dBA (TWA) deben ser incluidos en el programa de conservación auditiva. Este programa de conservación auditiva contempla:

- Medición del Nivel de Ruido (sonometría y dosimetría)
- Evaluación de la exposición de ruido.
- Pruebas audiométricas anuales de los trabajadores expuestos.
- Mantenimiento de los resultados de audiometría en expedientes.
- Controles administrativos y de equipo de protección personal del Ruido.
- Disponibilidad de los protectores de oído.
- Entrenamiento y educación del trabajador.
- Monitoreo de confirmación si el nivel de ruido supera el LEO de 87.1 dBA.

### **2.7.2. Mediciones de niveles de ruido.**

Para medir los niveles de ruido se utilizarán: sonómetros y dosímetros de ruido ambos instrumentos usualmente pueden medir decibeles en dos o tres escalas de frecuencia diferentes (A, B y C). En MSM las mediciones de ruidos se realizarán con la escala A, que es la que más se asemeja al oído humano (Así las frecuencias a las que responde el oído humano)

Los Sonómetros se usarán para los estudios preliminares de ruido, para determinar si existen áreas de trabajo que exceden el umbral de acción de 82.1 dB y serán manejados por personal de OHS - Higiene industrial.

Identificadas las áreas que presentan niveles por encima de 82,1 dB se realizará estudios de dosimetría para determinar los niveles de ruido, el estudio deberá ser por lo menos 80% del tiempo de jornada completa.

En cuanto a la calibración de estos instrumentos se los realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante del instrumento, "deben calibrarse para garantizar una precisión en la medición".

### **2.7.3. Medición de ruido programado.**

Se ejecutará el monitoreo de áreas y personal según el Instructivo de Monitoreo y Medición de MSM, evaluando los siguientes aspectos:

- Nivel de ruido.
- Tiempo de exposición.
- Trabajo desarrollado.
- Actividades dentro del trabajo

### **2.7.4. Evaluación.**

Lo más importante de la evaluación del trabajador es la prueba de audiometría, conforme al programa de pruebas de audiometría de Unidad Médica de MSM se realizarán audiogramas de base y anuales. Los audiogramas se utilizarán para documentar el nivel de audición del trabajador. El audiograma de base establecerá un punto de referencia para comparar los próximos audiogramas anuales a realizarse.

Al comparar el audiograma anual con el audiograma de base, se evaluará si un empleado ha experimentado alguna pérdida de la audición declarable durante el periodo de trabajo.

Imagen 22 Prueba de protección auditiva



Fuente: elaboración propia



### **2.7.5. Medidas de control.**

El control de exposición de los empleados a niveles excesivos de ruidos se considera un factor determinante principalmente cuando el monitoreo de ruido indique si los niveles de exposición de los empleados superan el LEO de 87.1 dB. Donde se utilizarán “controles confiables de ingeniería o administrativos y si estos controles no logran reducir los niveles de ruido dentro de los niveles aceptables, se proporcionará y utilizará equipo de protección personal para reducir los niveles de ruido dentro de los niveles aceptables”.

### **2.7.6. Controles de Ingeniería.**

Reducción de la cantidad de ruido emitido en el entorno de trabajo por:

- Instalación de cabinas en área de operaciones para los operadores en la planta de proceso
- Aislamiento de la fuente de emisión de ruido.
- Programa de Mantenimiento de equipos y herramientas mecánicas, neumáticas y otros.
- Programa de Mantenimiento de equipos mineros.

#### **2.7.6.1. Controles Administrativos.**

- Capacitación y entrenamiento en protección auditiva.
- Reducción del tiempo de permanencia del personal en un entorno de alto ruido
- Actualización de la señalización de uso obligatorio de protectores auditivos en áreas donde se identifique que los niveles están por encima del límite de exposición ocupacional.

#### **2.7.6.2. Equipo de protección personal.**

El equipo de protección personal debe cumplir con lo siguiente:

Los protectores auditivos tendrán el nivel de reducción de ruidos (NRR) impreso en su envase.

- Con el mayor resultado obtenido del monitoreo de cada área se calcula su eficiencia descrito en el punto 2.7.7.1.
- Los protectores de copa que se ajustan a toda la oreja externa lateral de la cabeza reemplazarán su almohadilla si está rota o se siente dura o muy blanda.

- Los tapones pre moldeados de espuma que se insertan directamente en el canal auditivo serán reemplazados después de cada día.
- En niveles de ruido mayores de 105 dBA o al trabajar con instrumentos neumáticos, se usarán orejeras y tapones (doble protección) para protección adecuada según el NRR del proveedor.

### 2.7.6.3. Tipo de protectores auditivos.

Imagen 23 Protector auditivo de inserción



Fuente: elaboración propia

Imagen 24 Protector auditivo tipo copa



Fuente: elaboración propia

### 2.7.7. Entrenamiento.

El entrenamiento se establecerá con prioridad a los GES y Sub-GES que tengan una exposición a ruido de 82.1 dBA de promedio ponderado durante toda la jornada laboral (12 Hrs).

El programa de entrenamiento será repetido anualmente para cada GES y Sub-GES incluido en el programa de conservación auditiva. La información proporcionada en el programa de entrenamiento será actualizada anualmente.

Los puntos focales en los cuales se centrará el entrenamiento serán:

- Diferencia entre ruido y sonido – y cuando pueden llegar a ser peligrosos para la salud
- Los efectos del ruido en la audición (fisiología)
- El propósito de los protectores auditivos (Nivel de Intensidad (dB), Tiempo de exposición, Intervalo entre las exposiciones, Frecuencia -alta frecuencia: más nociva que baja frecuencia)

- Las instrucciones sobre su selección, ajuste, uso y cuidado; las ventajas, desventajas, la atenuación de los tipos de protectores auditivos
- El propósito de las pruebas de audiometría.

### **2.7.7.1. Guía de cálculo del NRR para protección auditiva.**

El cálculo del nivel de reducción de ruido (NRR) se debe realizar tomando en cuenta las recomendaciones de OSHA:

Por temas de cumplimiento, se resta 7 del NRR. Esto se hace debido a que es improbable un uso ideal del dispositivo de protección auditiva por las personas en el lugar de trabajo.

Ejemplo: Se ha medido una exposición de jornada completa de un operador en mina. Su nivel de exposición era un TWA de 92 dBA. Durante toda la jornada, utilizaba un dispositivo de protección auditiva con un NRR de 30 dB. Para analizar la situación en temas de cumplimiento en este caso, restaríamos 7 del NRR para después ajustar la exposición real de la persona.

$30 - 7 =$  un nuevo NRR de 23 dBA

Exposición sin protección auditiva = 92

Exposición con protección auditiva en temas de cumplimiento =  $92 - 23 =$  TWA de 69 dBA

Sin embargo, por recomendación de OSHA se recomienda por temas de protección de salud de las personas realizar un ajuste al NRR para asegurar la protección adecuada para la mayoría de las personas que no utilizan el dispositivo de forma ideal, este ajuste se hace restando 7 del NRR asignado al dispositivo y después multiplicando este valor por 0,5

Utilizando el anterior ejemplo se tiene:

$NRR = 30 - 7 = 23$  dBA

$NRR = 23 * 0,5 = 11,5$  dbA

## **2.8. IMPACTO SOCIAL.**

El diseñar, implementar y llevar a cabo un programa de monitoreo de higiene industrial, con sus programas constituyentes, inciden en los costos de la organización; y como sucede usualmente el

---

valor agregado y el beneficio para la empresa y las partes interesada (comunidad, trabajadores, inversores, etc.) no se ve reflejado en el corto plazo.

Es necesario realizar una proyección en el largo plazo; el beneficio e impacto social percibido por todos los trabajadores cuando se retiran del trabajo se ve plasmado en que pueden gozar de una salud plena y acorde con las expectativas que tienen estos respecto del bienestar y salud.

Si bien no existen datos y estadísticas en Bolivia que detallen los casos de la cantidad de enfermedades ocupacionales que se presentan en un periodo de tiempo; y donde es difícil hacer una evaluación económica respecto de establecer un programa de monitoreo como tal. El impacto que tiene se puede valorar como:

- Genera un valor agregado para la empresa, pues determina el estado y nivel de exposición que tienen los trabajadores de la empresa, pues se puede evitar enfermedades ocupacionales
- En el caso de presentarse niveles preocupantes, determinar los controles y acciones que debe tomar la organización a fin de minimizar y reducir dichos niveles.
- Sirve como base para realizar más estudios y análisis de los puestos de trabajo.
- Sirve como evidencia del cumplimiento legal.

## **2.9. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN AUDITIVA Y PROTECCIÓN RESPIRATORIA.**

En este acápite se hace un estudio breve de lo que significa la implementación de un programa de conservación auditiva y protección respiratoria, aplicada a un trabajador expuesto a niveles por encima de los límites permisibles.

El análisis Costo/beneficio, permite la toma de decisiones a la compañía, en esta medida si el resultado es favorable, entonces convendrá implementar un programa de conservación auditiva.

Para este caso se establecerá si es o no justificable la inversión en programas preventivos (A) contra la situación de no contar con un programa de conservación auditiva y respiratoria (B).

### **Situación A, Con programa.**

Para ello establecemos los siguientes factores en base a los componentes de un programa de conservación auditiva:

- Exámenes de Salud anuales (audiometrías, espirómetros, rayos x)
- Dotación de EPP (asumiendo tapón auditivo de silicona, protector respiratorio descartable)
- Entrenamiento al trabajador (una vez al año)
- Costos de monitoreo (una vez al año)

**Situación B, Sin programa.**

Para esta situación, se considera lo establecido en la Ley de Pensiones CAPÍTULO V INVALIDEZ POR RIESGO PROFESIONAL:

*ARTÍCULO 35.- (REQUISITOS DE COBERTURA).*

*Para obtener una Prestación de Invalidez por Riesgo Profesional, el Asegurado Dependiente deberá cumplir conjuntamente los siguientes requisitos de cobertura a la fecha de invalidez:*

- a) Ser menor de sesenta y cinco (65) años de edad.*
- b) Tener un grado de invalidez calificado mayor al diez por ciento (10%) y de origen profesional.*
- c) En caso de Accidente de Trabajo, que éste se produzca mientras se encuentre en relación de dependencia laboral y que origine la invalidez del Asegurado Dependiente, o En caso de Enfermedad de Trabajo, que la invalidez se produzca mientras se encuentre en relación de dependencia laboral o dentro de un plazo de doce (12) meses computados desde el mes siguiente de concluida la relación de dependencia laboral.*

*ARTÍCULO 36.- (CUANTÍA).*

*I. La cuantía de la pensión o indemnización por Riesgo Profesional en favor del Asegurado Dependiente, se calculará considerando el grado de invalidez calificado y el Referente Salarial de Riesgos, de acuerdo a lo siguiente:*

- a) Si la calificación determina un grado de invalidez igual o mayor al sesenta por ciento (60%), la Pensión de Invalidez será equivalente al cien por ciento (100%) del Referente Salarial de Riesgos del Asegurado Dependiente.*
- b) Si el grado de invalidez es igual o mayor al veinticinco por ciento (25%) y menor al sesenta por ciento (60%), la Pensión de Invalidez será igual al resultado de multiplicar el grado de Invalidez por el Referente Salarial de Riesgos.*
- c) Si el grado de invalidez es igual o mayor al diez por ciento (10%) e inferior al veinticinco por ciento (25%), el Asegurado Dependiente recibirá por una sola vez, una indemnización equivalente a cuarenta y ocho (48) veces su Referente Salarial de Riesgos por el grado de su invalidez.*

A manera de ejemplo, se establecerá un grado de invalidez por hipoacusia ocupacional de 10%, que es la mínima requerida para que sea considerada invalidez por riesgo ocupacional, entonces tenemos los siguientes factores:

- Grado de invalidez variable de 10 a 25%

- Salario básico de un empleado en Planta o Mina aproximado Bs 5 000
- Costo de invalidez única vez en base a grado de invalidez (salario en base al porcentaje de grado de invalidez)

**Situación A**

Item	Cantidad por año	Costo Unitario (Bs)	Costo (Bs)
Examen ocupacional (audiometría,	1	180	180
Examen ocupacional (espirometría, rayos x)	1	270	270
Dotación de EPP auditivo	24	15	360
Dotación de EPP respiratorio descartable	48	18	864
Entrenamiento al trabajador	1	50	50
Costos de Monitoreo	1	1000	1000
Costo total			2724

**Situación B**

Item	Cantidad por año	Costo Unitario (Bs)	Costo (Bs)
Pensión por grado de invalidez entre 10 a 25%	1	240000	240000

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Costo situación B} - \text{Costo Situación A}}{\text{Costo Situación A}}$$

$$\frac{C}{B} = \frac{240000 - 2724}{2724}$$

$$\frac{C}{B} = 87$$

Comparando la situación A con la situación B, podemos concluir que el costo de programas de conservación auditiva y protección respiratoria tiene mayores beneficios para la empresa, debido a que el costo de no contar con dichos programas implica un 87% más que el costo de implementarlo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Se elaboró la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de higiene industrial, con la cual se determina el nivel de riesgo de agentes de riesgo ocupacional para los distintos Grupos de Exposición Similar.
- De acuerdo al tipo de agente de riesgo se identificó las metodologías de análisis de muestras y valoración de la exposición.
- En Bolivia no se tiene establecido metodologías y protocolos para realizar la cuantificación de una exposición a ciertos agentes de riesgo ocupacional.
- Bolivia no tiene establecido valores estándar sobre exposición a agentes químicos y/o físicos, a excepción de la norma para exposición a ruido NTS-002 la cual corresponde al sector de la construcción.
- El desarrollar un mapa de ruido es referencial de la exposición a ruido pues los valores tomados son discretos en horario a diferencia del muestreo de ruido personal.
- No se tiene determinado un valor referencial para una exposición ya sea esta crónica o aguda, lo cual hace que las empresas no tengan bases para determinar límites de exposición.
- Es necesario que cualquier programa de monitoreo de higiene industrial cuente con el apoyo comprometido de la alta dirección, pues conlleva una alta inversión que inicialmente puede ser considerada como un gasto.
- Si bien el presente proyecto desarrolla un programa de monitoreo en base a criterios y estándares de NIOSH, AHIA y ACGIH instituciones reconocidas internacionalmente, este puede ser tomado como referencia para desarrollar estándares y normas Bolivianas.

## BIBLIOGRAFIA.

- Ashley K. & O'Connor P. (2017) *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*, 5<sup>th</sup> Edition. National Institute for Occupational Safety and health.
- Albiano N. y Villaamil Lepori E. (2105) *Toxicología laboral – Criterios para el monitoreo de la salud de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas* 4ta edición ampliada, Quilmes Argentina, Ediciones Emede S.A.
- Pedro M. A. y Joao S. y Monica B. y Rui M. y Sergio A y Goncalo P. (2013) *Occupational Safety and Hygiene*, 9th edition, Boca raton EEUU., Taylor & Francis Group.
- Emilio C. y Xavir G. (2012) *Especialización en higiene industrial*, Cataluña España, Universitat Oberta de Catalunya
- Barbara A. Plog & Patricia J Quinlan (2001), *Fundamentals of Industrial Hygiene* 5th edition, EEUU, National Safety Council.
- Alla F. & Dean Lillquist (2011), *Industrial Hygiene – Reference & Study Guide* 3th edition, EEUU, American Industrial Hygiene Association.
- Jorge Letayf, & Carlos González *Seguridad, Higiene y control ambiental* edit. McGrawHill
- Stewart, Chutoransky, Dennerllein, Goldsmith, Horowitz, Labato, Mcwilliams. (2007) *Occupational safety: a professional reference* Millenium Associactes.
- Oscar M. (1992) *Successful Management of the Analytical Laboratory*. Michigan EEUU, Lewis Publisher.



## **AREA III.**

### **3.1. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD LABORAL.**

Es relevante el aporte a la sociedad el establecimiento y diseño de programas, estándares y protocolos de para el monitoreo y control de agentes de riesgo ocupacional; los cuales sirven como base para determinar las acciones que una organización debe tomar en cuenta para asegurar que todos sus trabajadores están protegidos mientras laboran en sus instalaciones.

### **3.2. Exigencias y requerimientos de la sociedad y las respuestas generadas.**

**¿Cómo el trabajo desempeñado le ayudo a desarrollar su capacidad de resolver y anticiparse problemas?**

El trabajado desarrollado en una primera instancia ayuda al postulante a identificar posibles oportunidades de crecimiento y mediante la investigación y aplicación de nuevas metodologías y protocolos, y el apoyo de la gerencia se pone en práctica el uso de materiales, equipos y software para la aplicación de protocolos los cuales ayudan a determinar el nivel de exposición de distintos agentes.

**¿Qué conocimientos y destrezas le fueron exigidos?**

Fueron requeridos conocimientos de ciencias exactas, programación de sistemas, ciencias médicas las cuales son base para determinar y cuantificar el nivel de riesgo de los distintos agentes de riesgo ocupacional.

**¿Qué problemas le supuso el manejo de recursos humanos, materiales y técnicos en el trabajo desarrollado y como los resolvió?**

**Recurso humano:**

La mayoría del personal con el que se interactuó son trabajadores con una formación básica, la mayoría tiene una percepción equivocada en lo que se refiere a higiene industrial de seguridad industrial. Las ideas preconcebidas y teorías sin sustento técnico, hacen difícil poder realizar un monitoreo que ayude a determinar los niveles de riesgo en las áreas de trabajo.

**Recursos materiales y técnicos:**

La falta de proveedores tanto de provisión de equipos de muestreo, medios de muestreo, laboratorios certificados hacen difícil poder llevar adelante un programa de monitoreo, La falta de profesionales con especialización en el área de higiene industrial es preocupante en Bolivia. La empresa realizó una inversión considerable para contratar a un profesional especializado a fin de que este transmita y forme al personal de la organización.

### **3.3. Formación recibida en la UMSA como herramienta de respuesta.**

**¿Qué exigencias a nivel de conocimientos, destrezas y actitudes éticas le planteo el desempeño profesional y que le fueron previstas en su plan de estudios?**

**Seguridad industrial.** Mediante la cual se pudo realizar un análisis del entorno de trabajo, realizando un reconocimiento de las áreas de trabajo para caracterizar los agentes a los cuales un trabajador puede estar expuesto.

**Física básica.** Conocimiento de las bases científicas para el análisis del espectro de frecuencia de sonido y acústica

**Química.** La química orgánica e inorgánica de los compuestos presentes, es esencial conocer el comportamiento y de qué manera cada compuesto químico es asimilado y metabolizado por el cuerpo humano

**Estadística.** Mediante los estadígrafos se determinó la tendencia de las exposiciones, que valores de muestreo deben ser tomados como representativos y cuales deben tener una valoración adicional a fin de determinar si estos son tomados en cuenta para un análisis posterior.

**Gestión de la calidad:** Los principios básicos de gestión de calidad son requeridos para desarrollar documentación dentro del programa de monitoreo de higiene industrial, la trazabilidad y evidencia de la realización de actividades críticas como el precalibrado y/o postcalibrado.

**¿Qué elementos de la formación recibida en la UMSA han sido más útiles y cuáles menos?**

Dentro los aspectos más útiles recibidos en la formación fueron los de la identificación del problema, criterio de evaluación y determinación de la mejor alternativa, investigación sobre diferentes temas a través de fuentes relacionadas a las mismas, tocando las puertas mostradas en las diferentes materias.

**¿Cómo considera el perfil profesional desarrollado en su carrera respecto a los requerimientos del medio?**

Luego de la revisión y comparación de los planes de estudio de la gestión 2005 y la actual considero acertada la diversificación o ramificación de especialidades dentro la carrera



**ANEXOS.**

**ANEXO A**  
**GRUPOS DE EXPOSION SIMILAR**

AREA/GES/Sub-GES	CODIGO
<b>PLANTA</b>	<b>P</b>
Operaciones Planta	P(1)
Operador Molienda	P(1a)
Operador Flotación	P(1b)
Operador Reactivos	P(1c)
Operadores Chancador Domo	P(2)
Operaciones Filtros y Carguío	P(3)
Operadores filtración	P(3a)
Operadores Carguío	P(3b)
Laboratorio Químico	P(4)
Recursos Hídricos y Relaves	P(5)
Operador de Relaves	P(5a)
Operador Planta Aguas Servidas	P(5b)
Metalurgia	P(6)
Preparación de muestras	P(6a)
Laboratorio Metalúrgico	P(6b)
<b>MANTENIMIENTO PLANTA</b>	<b>MP</b>
Mantenimiento Mecánico Planta	MP(1)
Chancado	MP(1a)
Molienda	MP(1b)
Flotación	MP(1c)
Mantenimiento General y Soldadura	MP(1d)
Mantenimiento Eléctrico e instrumentación	MP(2)
Mantenimiento Eléctrico	MP(2a)
Mantenimiento Instrumentación	MP(2b)
Mantenimiento Servicios	MP(3)
Mantenimiento de grúas y vehículos	MP(3a)
Mantenimiento equipos industriales y auxiliares	MP(3b)
<b>MINA</b>	<b>M</b>
Perforación y Voladura	M(1)
Operaciones Mina	M(2)
Equipo de Carguío	M(2a)
Equipo de Acarreo	M(2b)
Equipo de Apoyo	M(2c)
Ingeniería de Mina	M(3)

Topografía	M(3a)
Geología	M(3b)
Entrenamiento y Apoyo	M(4)
<b>MANTENIMIENTO MINA</b>	<b>MM</b>
Ejecución del Mantenimiento	MM(1)
Camiones, motoniveladoras y tractores de cadenas	MM(1a)
Equipo de carguío, palas, cargadores y tractor sobre ruedas	MM(1b)
Equipos de perforación	MM(1c)
Soldadura y equipo auxiliar	MM(1d)
Planificación y Proyecto	MM(2)
<b>AREAS DE SERVICIOS</b>	<b>AS</b>
Almacenes	AS(2)
Almacén control de inventarios (control de calidad)	AS(2a)
Almacén combustibles	AS(2c)
Manejo de Materiales (Planta Mina)	AS(3)
Servicios Externos Campamento	AS(4)
Relleno Sanitario	AS(4a)
Jardinería	AS(4c)
Conductores Transporte	AS(5)
Servicios Internos Campamento	AS(6)
Plomería	AS(6a)
Albañilería	AS(6b)
Carpintería	AS(6c)
Seguridad Física	AS(7)
Administración	AS(8)

**ANEXO B**  
**ANALISIS DE RIESGOS DE HIGIENE INDUSTRIAL**  
**PROBABILIDAD – CONSECUENCIA**

Consecuencias	Menor	Media	Grave	Mayor	Catastrófico
<b>Categorías de Consecuencias Sociales y Ambientales (no económicas)</b>					
<b>Salud</b>	Efecto en la salud reversible de poco interés, lo que requiere tratamiento de primeros auxilios en la mayoría. Puede incluir irritación leve de los ojos de la garganta, la nariz o la piel y, o molestias musculares menores no acostumbradas	Preocupación de los efectos sobre la salud reversibles que se suele dar lugar a un tratamiento médico. Puede incluir efectos de la temperatura; efectos de viaje; el estrés; y las quemaduras solares	Preocupación de los efectos graves reversibles sobre la salud que normalmente resultaría en una enfermedad con el tiempo. Puede incluir los efectos asociados agudos / a corto plazo con efectos de temperaturas extremas; o los efectos muscular esqueléticos; efectos de la vibración; efectos sobre el sistema nervioso; algunas enfermedades infecciosas.	Fatalidad individual o efectos irreversibles para la salud o enfermedad discapacitante. Puede incluir las enfermedades crónicas progresivas y / o efectos agudos / a corto plazo de alto riesgo.	Varias muertes o enfermedades discapacitantes graves a varias personas. Puede incluir efectos de carcinógenos, mutágenos, teratógenos y tóxicos para la reproducción (conocidos y sospechosos) y potencialmente mortales, sensibilización respiratoria y la malaria.
<b>Seguridad</b>	Síntomas o incomodidad subjetiva a corto plazo de bajo nivel. Normalmente, primeros auxilios sin tratamiento médico.	Lesiones reversibles que requieren tratamiento, pero no dan lugar a trabajo restringido. Normalmente, un tratamiento médico.	Lesión reversible o daños irreversibles moderados o deterioro de una o más personas. Normalmente una lesión con tiempo perdido	Fatalidad individual y/o daño grave e irreversible o deterioro grave a una o más personas.	Varias víctimas mortales o daños permanentes a varias personas.
<b>Medio Ambiente (en sitio)</b>	Cerca de una fuente confinada y puntualmente un impacto reversible (típicamente un turno).	Cerca de una fuente confinada y de impacto reversible a corto plazo (normalmente una semana). Cerca de una fuente confinada y de impacto inmediato reversible (por lo general un cambio)	Cerca de una fuente confinada y de impacto limitado con recuperación a medio plazo (normalmente un mes). Cerca de una fuente confinada y de impacto reversible a corto plazo (normalmente una semana).	Impacto que no está confinado y se exige la recuperación a largo plazo, dejando daños residuales (normalmente años). Cerca de una fuente confinada de recuperación a medio plazo (normalmente un mes)	Impacto no confinados que está muy extendido y se exige la recuperación a largo plazo, dejando daño residual mayor (normalmente años).
<b>Medio Ambiente (fuera del sitio)</b>	No aplicable.				
<b>Comunidad</b>	Reclamo comunitario resuelto a través de procedimientos existentes en sitio. Incidente social/comunitario aislado.	Incumplimiento de las normas de relaciones con la comunidad externa. Bajo nivel de resolución de la satisfacción comunitaria.	Insatisfacción comunitaria y/o el daño social con implicaciones comerciales. Daños reparables de sitio o elemento de significación cultural. Incumplimiento de las leyes locales relacionadas con las comunidades. Las repetidas quejas de la comunidad que requieren la gestión del sitio o respuesta del negocio	Daño social significativo con implicaciones de Grupo. Daño irreparable al sitio o ítem de significancia cultural. El incumplimiento de convenios internacionales y/o nacionales relativos a comunidades, y/o el incumplimiento de un acuerdo formal con la comunidad. Disidencia comunitaria severa; gran exposición pública de un año.	Daño social permanente o irreversible. Daño irreparable al sitio o elemento de significación cultural internacional. Censura formal por la agencia internacional por el pobre desempeño social. Grave, disensión comunitaria prolongada; más de tres años de exposición pública.
<b>Reputación</b>	Daño a la reputación del área de trabajo dentro de una operación.	Daño a la reputación de varias áreas de trabajo dentro de una operación. Solo exposición pública en los medios de comunicación local, rumores o mitologías locales.	El daño a la reputación del negocio. Exposición pública significativa en los medios de comunicación locales.	El daño a la reputación del grupo de productos. Crítica de una ONG nacional que impacta la credibilidad con los vecinos/Gobierno regional. Exposición pública en los medios nacionales.	Daño a la reputación de MSM. Crítica de una ONG internacional. Exposición pública en los medios de comunicación internacionales.
<b>Conformidad / cumplimiento</b>	No conformidad con procedimiento de operación interna con bajo potencial de impacto	El incumplimiento de las normas externas, convenio o procedimiento de operación con bajo potencial de impacto	Potencial incumplimiento de impacto moderado, por ejemplo. Una sola vez el incumplimiento de permiso de trabajo o multa por incumplimiento del permiso o licencia	El incumplimiento de las licencias, legislación, regulación o incumplimiento repetido con alto potencial para el enjuiciamiento. Incumplimiento de contrato con cláusulas de penalización impuesta. No conformidad con los ciclos de trabajo en el grupo corporativo, de producto o normas.	Suspensión u operaciones severamente reducidas impuestas por las regulaciones.
<b>Categorías de Consecuencias Operacionales (Económicas) (basado en datos anuales de operaciones, producción e ingresos)</b>					
<b>Gastos de capital</b>	<1.6%	1.6%-5%	5%-10%	10%-30%	>30%
<b>Cronograma del proyecto</b>	<2.5%	2.5%-7.5%	7.5%-15%	15%-45%	>45%
<b>Costos de Operación</b>	<0.6%	0.6%-2.5%	2.5%-7.5%	7.5%-15%	>15%
<b>Volumen de producción</b>	<0.6%	0.6%-2.5%	2.5%-7.5%	7.5%-15%	>15%
<b>Ingresos</b>	<0.25%	0.25%-1%	1%-3.5%	3.5%-7%	>7%

<b>Riesgo</b> <i>Un evento incierto o condición que si se produce tendrá impacto en el logro de los objetivos (tanto al alza como a la baja).</i>	=	<b>Consecuencia</b> <i>El impacto de un evento, siendo una pérdida, daño, desventaja o ganancia.</i> <i>(NB: SIEMPRE EVALUAR LA CONSECUENCIA PRIMERO)</i>	x	<b>Probabilidad</b> <i>Una descripción cualitativa de la probabilidad o frecuencia.</i>
<b>Probabilidad</b>	<b>Descripción de Probabilidad</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Exposición a sustancias</b>
<b>Casi seguro</b>	Suceso recurrente durante la duración de una operación / proyecto		Ocurre más de dos veces al año	Exposición frecuente (diaria) a> 10 veces LEO
<b>Probable</b>	Evento que puede ocurrir con frecuencia durante el período de vigencia de una operación / proyecto		Típicamente se produce una vez o dos veces por año	Exposición frecuente (diaria) a> LEO
<b>Posible</b>	Evento que puede ocurrir durante el periodo de vigencia de una operación / proyecto		Por lo general ocurre en 1-10 años	Exposición frecuente (diaria) a> 50% de LEO Exposición infrecuente a> LEO
<b>Improbable</b>	Evento que es poco probable que ocurra durante el período de vigencia de una operación / proyecto		Típicamente ocurre en 10-100 años	Exposición frecuente (diaria) a> 10% de LEO Exposición infrecuente a> 50% de LEO
<b>Raro</b>	Evento que es muy poco probable que ocurra durante el período de vigencia de una operación / proyecto		Evento que ocurre en más de 100 años	Exposición frecuente (diaria) a <10% LEO Exposición infrecuente a> 10% de LEO
<b>Categorías de Consecuencias:</b> Las seis categorías de HSEQ definidas como consecuencias sociales y ambientales (no económicos) son:			Hay cinco categorías definidas, como consecuencias <b>operativas (económicas)</b> que han de ser consideradas como parte de un análisis de riesgo de HSEQ, en su caso. Estos son:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto en la Salud</li> <li>• Seguridad Personal</li> <li>• Impacto Ambiental</li> <li>• Impacto en la Comunidad</li> <li>• Reputación (MSM o negocio)</li> <li>• Impacto de Cumplimiento</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los gastos de capital</li> <li>• Cronograma del proyecto (Horario)</li> <li>• Los Costos de Operación</li> <li>• Los volúmenes de producción</li> <li>• Ingresos</li> </ul>	

ANEXO C

Matriz de Riesgos de Higiene Industrial

AREA	Descripcion del Sub-GES (SEG)	Tipo de Riesgo	Descripcion del Riesgo (Sub Tipo)	Estatus Operacional	Descripcion del Escenario de Riesgo	Categoria de Consecuencia	Sub-Categoria de Consecuencia	Fuente de Referencia	Consecuencia	Probabilidad	Valoración del Riesgo	Comentarios en cuanto al Riesgo, es posible la exposición	Numero de Empleados en el GES	Numero de Muestras Anuales	Meta
Planta	OP (1a) - Operador Molienda	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	12	5	10
Planta	OP (1a) - Operador Molienda	Químico	Gases ácidos	Operaciones Normales	Se pretenden descartar la existencia de gases ácidos en la operación	Salud	Intoxicación	NO se cuenta con información sobre exposición	Seria	Sin probabilidad en operación normal	Moderado	es posible la exposición	12	1	3
Planta	OP (1b) - Operador Flotacion	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	23	7	13
Planta	OP (1b) - Operador Flotacion	Químico	Gases ácidos	Operaciones Normales	Se pretenden descartar la existencia de gases ácidos en la operación	Salud	Intoxicación	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	es posible la exposición	23	2	4
Planta	OP (1c) - Operador Reactivos	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	4	2	3
Planta	OP (1d) - Oficial Aislamiento	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	Se debe incluir dentro del programa de H I j	5	1	1
Planta	OP (2a) Operadores Chancador	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	6	3	5
Planta	OP (2b) Operadores Domo	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	6	1	2
Planta	OP (3a) Operadores Filtración	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	13	6	11
Planta	OP (3b) Operadores Carguío	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	17	6	12
Planta	OP (3c) Operadores Puente Grua/track Mobile	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	15	6	12
Planta	OP (4) Laboratorio Químico	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	20	7	13
Planta	OP (5a) Operador Relaves	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	12	5	10
Planta	OP (5b) Operador Planta Osmosis	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	No se cuenta con información sobre la	4	1	1
Planta	OP (5c) Operador Planta aguas Servidas	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	No se cuenta con información sobre la	8	1	2
Planta	OP (5d) Equipo de Apoyo y mantenimiento	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	No se cuenta con información sobre la	8	1	2
Planta	OP (6a) Laboratorio Preparacion Muestras Toldos	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	6	3	5
Planta	OP (6b) Laboratorio Preparacion Muestras Planta	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	8	4	7
Planta	OP (6c) Laboratorio metalúrgico	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Seria	Probable	Alto	Se debe incluir al personal de este grupo	12	2	3
Planta	OP (7) Servicios Auxiliares	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	Se debe incluir al personal de este grupo	26	8	15
Planta	OP (8) Sala de control	Físico	Ruido	Operaciones Normales	Los efectos del ruido fuerte y continuo puede resultar en la Pérdida de la Audición Inducida por el	Salud	NIHL	NO se cuenta con información sobre exposición	Mayor	Sin probabilidad en operación normal	Alto	No se cuenta con información sobre la	8	1	2
Planta	OP (1a) - Operador Molienda	Químico	Silice	Operaciones Normales	La exposición crónica puede resultar en Silicosis	Salud	Silicosis	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Probable	Crítico	El personal de molienda y lechada de cal debe	12	5	10
Planta	OP (1b) - Operador Flotacion	Químico	Silice	Operaciones Normales	La exposición crónica puede resultar en Silicosis	Salud	Silicosis	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Posible	Crítico	El personal de flotación debe utilizar protección	23	7	13
Planta	OP (1c) - Operador Reactivos	Químico	Silice	Operaciones Normales	La exposición crónica puede resultar en Silicosis	Salud	Silicosis	Informe IST/Tabla de valoración de riesgo	Mayor	Improbable	Alto	El personal de reactivos debe utilizar	4	1	1





ANEXO E

MUESTREO DE AGENTES DE HIGIENE INDUSTRIAL				
Fecha	Área	Nombre del Empleado	Guardia:	C.I. Empleado
GES y/o Puesto de trabajo		Descripción de Área de Trabajo		Muestreado por:
Tasa de muestreo de Aire (litros/min)		N° de serie del calibrador		Calibrado por:
Pre Cal:	Pos Cal:			
Tasa de muestreo de Ruido (dB)		N° de serie del calibrador		Calibrado por:
Pre Cal:	Pos Cal:			
Periodo de muestreo de Aire		N° de Muestra de Aire		N° Serie Bomba
Inicio:	Final:	Tiempo Total:		
Periodo de muestreo de Ruido		N° de Muestra de Ruido		N° Serie Dosímetro
Inicio:	Final:	Tiempo Total:		
Tipo de Muestra: Total <input type="radio"/> Inhalable <input type="radio"/> Respirable <input type="radio"/> Otro.....				¿Fuma?
Ruido <input type="radio"/> Sílice <input type="radio"/> Metales <input type="radio"/> Soldadura <input type="radio"/> Cianuro <input type="radio"/> Plomo <input type="radio"/> Otro.....				Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
Uso de Protección respiratoria:		Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>	Protección para oídos	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
1/2 Cara <input type="radio"/> Cara completa <input type="radio"/> Con suministro de aire <input type="radio"/> Otro.....			Tapones <input type="radio"/>	De copa <input type="radio"/>
Condiciones Climáticas: Lluvia <input type="radio"/> Viento <input type="radio"/>			Observaciones de muestreo:	
Soleado <input type="radio"/> Seco <input type="radio"/> Temperatura.....°C... Presión.....Bar				
Condiciones Ambiente: En interiores <input type="radio"/> Al aire libre <input type="radio"/> Ambos <input type="radio"/>				

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....