



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

MÁSTER OFICIAL EN
GESTIÓN DE LA PRL, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Título del TFM:
MEDICIÓN DE RUIDO Y POLVO DE SÍLICE EN
EXPLOTACIÓN MINERA.

Autor:

Alberto Jaraíz Montecino

Tutor de Empresa:

Rubén García Corral

Empresa : Premap Seguridad y
Salud

Tutor Académico:

Gregorio Antolín Giraldo

Departamento: Ingeniería Química
y Tecnología del Medio Ambiente.

Valladolid, 25 de Agosto de 2016



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. MOTIVO DEL TRABAJO	4
1.2. LUGAR DE REALIZACIÓN: EMPRESA, ORGANISMO, ETC.....	4
1.3. TUTOR DE LA EMPRESA	4
1.4. TUTOR DE LA UVA	4
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
2.1. OBJETIVOS GENERALES	5
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	5
3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA MEDICIÓN DE RUIDO Y DE SÍLICE.....	6
4. MEDICIÓN DE SÍLICE	11
4.1. MEDIOS UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DE SÍLICE.....	11
4.1.1. MEDIOS MATERIALES: EQUIPOS, INSTALACIONES, INFORMÁTICA, ETC.	11
4.1.1.1. BOMBA DE ALTO CAUDAL GILIAN.....	11
4.1.1.1.1. Normas UNE.....	12
4.1.1.2. CICLÓN DE PLÁSTICO (DEWELL- HIGGINS).....	13
4.1.1.2.1. Normas UNE.....	14
4.1.1.3. TUBO FLEXIBLE.	16
4.1.1.4. CALIBRACIÓN DE BOMBA	16
4.1.1.4.1. Normas UNE.....	17
4.1.2. MEDIOS HUMANOS: TÉCNICOS DE LA EMPRESA Y DE LA UVA.	18
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICIÓN DE SÍLICE	19
4.2.1. DATOS INICIALES DE LA MEDICIÓN.	19
4.2.2. DATOS DE LA SEGUNDA CALIBRACIÓN DE LA BOMBA.	19
4.2.3. DATOS FINALES DE LA MEDICIÓN.	20
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE SÍLICE.....	21
4.3.1. VALORES DE REFERENCIA.	21
4.3.2. COMPARACIÓN ENTRE LOS VALORES DE MEDICIÓN DE SÍLICE Y LOS VALORES DE REFERENCIA.....	22
4.4. MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA EL RIESGO DE SÍLICE.....	23
4.4.1. PUESTO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	23
4.4.2. PUESTO DE TRABAJO DE LABORATORIO	23
4.4.3. PUESTO DE TRABAJO DE ESTRIO	24
4.4.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS	25



4.5. EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA EL SÍLICE.....	27
4.6. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA EL SÍLICE	30
5. MEDICIÓN DE RUIDO	31
5.1. MEDIOS UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DE RUIDO.....	31
5.1.1. MEDIOS MATERIALES: EQUIPOS, INSTALACIONES, INFORMÁTICA, ETC.	31
5.1.1.1. Norma UNE	32
5.1.2. MEDIOS HUMANOS: TÉCNICOS DE LA EMPRESA Y DE LA UVA	33
5.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICIÓN DE RUIDO	34
5.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE RUIDO.....	35
5.3.1. VALORES DE REFERENCIA.	35
5.3.2. COMPARACIÓN ENTRE LOS VALORES DE MEDICIÓN DE RUIDO Y LOS VALORES REFERENCIA.....	37
5.4. MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA EL RUIDO.....	38
5.4.1. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE ESTRIO Y DE LABORATORIO	38
5.4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL PUESTO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	38
5.4.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS	39
5.5. EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA EL RUIDO.....	40
5.6. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	44
6. CONCLUSIONES FINALES EXTRAÍDAS EN LA MEDICIÓN DE RUIDO Y DE SÍLICE.....	45
7. OTRO TIPO DE INFORMACIÓN	46
7.1. EFECTOS DEL SÍLICE SOBRE LA SALUD HUMANA.	46
7.1.1. SÍNTOMAS DE LA SILICOSIS.	47
7.1.2. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	47
7.1.3. PROTECCIÓN DEL TRABAJADOR CONTRA LA SILICOSIS.	48
7.2. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA.....	49
7.2.1. CONSECUENCIAS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA.....	49
7.2.2. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	50
7.3. RIESGO DE ATMÓSFERA EXPLOSIVA (ATEX) POR POLVO DE SÍLICE.....	52
7.4. OTROS RIESGOS EXISTENTES EN LA EXPLOTACIÓN MINERA DE CUARZO.....	53



MÁSTER EN
GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, CALIDAD Y MEDIO
AMBIENTE



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y/O TÉCNICAS UTILIZADAS.	54
8.1. BIBLIOGRAFÍA.	54
8.2. NORMATIVAS	54
9. ANEXOS (PLANOS, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS, ETC.).....	56



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivo del trabajo

El trabajo actual se desarrolla sobre una evaluación de riesgos higiénicos físicos y químicos, realizado durante la ejecución de las prácticas del Máster Oficial de la UVA en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente. La evaluación de riesgos higiénicos químicos, se efectuó sobre el agente químico de materia particulada concretamente sílice y la evaluación riesgos higiénicos físicos se desarrolló sobre el ruido. Ambas evaluaciones de riesgos higiénicos se produjeron, en una explotación minera de cuarzo el mismo día y con los mismos trabajadores.

Los motivos de este trabajo sobre la evaluación de riesgos higiénicos físicos y químicos, son los siguientes:

- ❖ Para poner en práctica los conocimientos teóricos y prácticos, adquiridos en las diferentes asignaturas y especialidades desarrolladas, en el transcurso del Máster de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente.
- ❖ Porque considero, que el equipo utilizado en la evaluación de riesgos higiénicos, era un tema interesante para poder plasmar en este trabajo.
- ❖ Debido a que la evaluación de riesgos higiénicos físicos y químicos se ejecuta en una explotación minera. Los equipos y las normativas que se deben usar en la evaluación de riesgos higiénicos físicos y químicos, son diferentes.

1.2. Lugar de realización: Empresa, Organismo, etc

Las prácticas del Máster en Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiental, se realizaron en el servicio de prevención ajeno de Premap. Concretamente en la oficina que dicho servicio de prevención, tiene ubicada en la calle Paseo Rector Esperabe N°67, en la ciudad de Salamanca.

La realización de las prácticas comenzó el día 7 de Julio de 2016 y finalizó el día 28 de Julio de 2016. Se estableció el horario de las prácticas de 7:30 a 15:30 h.

1.3. Tutor de la Empresa

Don Rubén García Corral, (director de la oficina de Salamanca del servicio de prevención ajeno de Premap), fue el tutor de la empresa durante la realización de las prácticas del máster y me facilitó el acceso a la documentación necesaria para la elaboración de este trabajo.

1.4. Tutor de la UVA

El tutor de la Universidad de Valladolid, durante la realización de las prácticas y asesor de la elaboración del trabajo fin de máster, fue Don Gregorio Antolín Giraldo, (Coordinador del Máster en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiental).



2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

- ❖ Evaluar el riesgo higiénico físico (ruido) y el riesgo higiénico químico (sílice) al que se encuentran expuestos los trabajadores de la explotación minera de cuarzo, en los puestos de trabajo de: mantenimiento, laboratorio y estriero.

2.2. Objetivo específicos

Dado que el Trabajo Fin de Master (TFM) de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente, se desarrolla sobre la evaluación del riesgo higiénico físico (ruido) y sobre la evaluación del riesgo higiénico químico (sílice). Se considera que los objetivos específicos deben ser los siguientes:

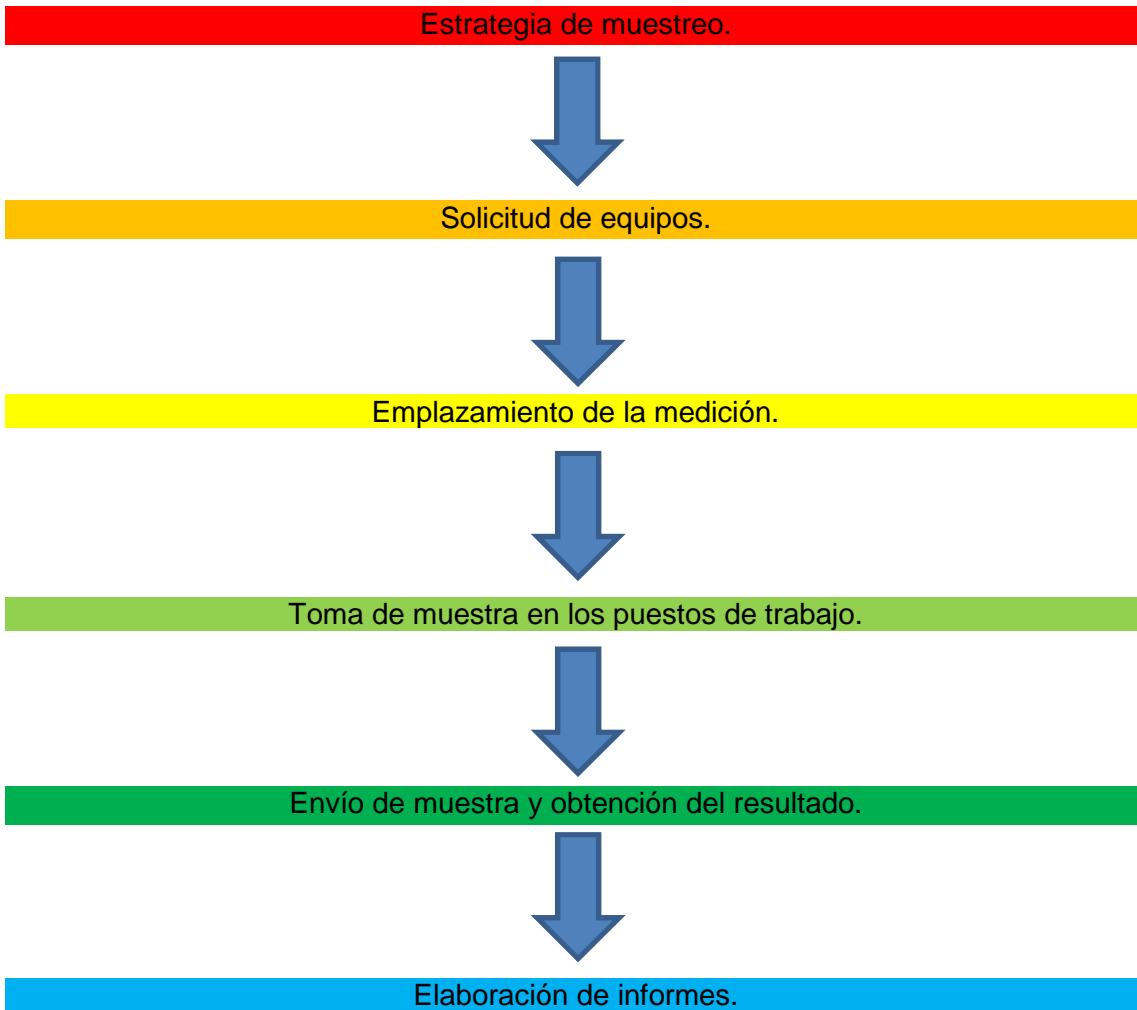
- ❖ Identificar el equipo necesario, para poder realizar la medición higiénica del agente químico de materia particulada, concretamente sílice.
- ❖ Conocer el equipo necesario para poder realizar la medición higiénica de ruido.
- ❖ Comprender los procedimientos que hay que seguir, tanto en la medición higiénica de ruido como en la medición higiénica de sílice.
- ❖ Examinar los resultados obtenidos en la medición higiénica de ruido y de sílice.
- ❖ Realizar un análisis económico de las medidas preventivas que deben ser implantadas.
- ❖ Reconocer los Reales Decretos, instrucciones y Normas UNE que se deben cumplir tanto en la medición higiénica de ruido, como en la medición higiénica de sílice.
- ❖ Saber las consecuencias del sílice en la salud humana.
- ❖ Conocer los efectos que crea el ruido en la salud humana.
- ❖ Establecer si fuera necesario las medidas preventivas, que habría que implantar en los distintos puestos de trabajo, considerando los resultados obtenidos en las mediciones de ruido y sílice.
- ❖ Averiguar si el polvo de sílice, produce riesgo de atmósfera explosiva.



3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA MEDICIÓN DE RUIDO Y DE SÍLICE

El desarrollo de la medición, se realizó teniendo en cuenta las exigencias que establece el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido y la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02.

La metodología realizada en la medición de sílice y ruido, consto de los siguientes pasos:





A continuación, se realiza una descripción de cada uno de los pasos, empleados en la metodología.

1) **Estrategia de muestreo.**

La estrategia de muestreo consta de dos partes:

a) Análisis e identificación del riesgo higiénico.

Consiste en recopilar toda la información necesaria sobre el agente químico de medición, en este caso sílice y ruido. Para ello se revisó el Real Decreto 286/2006 y la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, con el objetivo de cumplir las exigencias que se establecen en cuanto a: número de muestra, tiempo de muestreo, valores límites,...

b) Análisis de los puestos de trabajo.

Se basa en reunir información de los puestos de trabajo, que son objeto de la medición higiénica de sílice y de ruido. Para ello, el técnico del servicio de prevención, se puso en contacto con el máximo responsable de la explotación minera de cuarzo. Los objetivos fueron:

- ✓ Concretar el día de medición.
- ✓ Seleccionar los puestos de trabajo en los que se le realiza la medición.
- ✓ Reunir información de los puestos de trabajo, relacionada con: uso de aires acondicionados, uso de ventiladores, equipos de trabajo, horarios de los trabajadores,...

2) **Solicitud de equipos.**

Concretado el día de medición de sílice y de ruido, se informó a la unidad de equipos de prevención (UEP) del servicio de prevención, sobre la medición que se iba a llevar a cabo. También a la unidad de equipos de prevención (UEP) del servicio de prevención se le solicitó: el calibrado y el envío del equipo necesario para desarrollar la medición.

3) **Emplazamiento de la medición.** (Ver foto 1).

La medición de los agentes contaminantes ruido y sílice, se realizó en una explotación minera de cuarzo, ubicada en la provincia de Salamanca.

Esta explotación minera mediante la cesión de terrenos, tiene como misión principal extraer las piedras que contienen cuarzo para llevarlas a la planta de tratamiento, en la cual las piedras son preparadas y posteriormente, enviarlas a otra planta donde se extrae el cuarzo de la piedra.

También, la explotación minera se dedica a la producción de: arenas, áridos y gravas, aunque de forma secundaria.



Foto 1: Emplazamiento del lugar de la medición.

4) Toma de muestra en los puestos de trabajo.

La toma de muestras de la medición de sílice y de ruido, se realizó durante todo el periodo laboral, debido a que la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 decreta que la toma de muestra se debe efectuar durante toda la jornada laboral.

En cambio, el Real Decreto 286/2006, sólo nos dice que el número de mediciones y el tiempo de medición, deben ser suficientes para poder elegir la medida preventiva adecuada. Por ello, se consideró, que con un periodo de medición de 8 horas para el ruido y el sílice, se cumple la exigencia fijada por la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 y por el Real Decreto 286/2006.

La evaluación de ruido y de sílice, se desarrolló de forma simultánea en tres puestos de trabajo y el periodo de evaluación fue el mismo en los tres puestos de trabajo. Concretamente la medición de sílice y ruido, se inició a las 8 horas de la mañana y finalizó a las 18 horas. Debido a que los trabajadores de estos puestos de trabajo descansar para almorzar, entorno a las 13 horas se procedió a detener la medición de los equipos, iniciándola nuevamente a las 15 horas.

Los tres puestos de trabajo en los que se ejecutó la medición de sílice y ruido, son los siguientes:



Estriero.

Este puesto de trabajo, consiste en separar las piedras que tienen cuarzo de las que no lo tienen.

Su funcionamiento es el siguiente: las piedras llegan mediante una cinta transportadora al puesto del trabajador y el operario va seleccionando las piedras que contienen cuarzo, separándolas de las piedras que no lo contienen.

Posteriormente, las piedras que contienen cuarzo se llevan a una planta donde se extrae el cuarzo. Las piedras que no contienen cuarzo se utilizan para producir arenas, gravas, áridos,...

Mantenimiento.

Es un puesto de trabajo destinado a realizar labores de mantenimiento y de reparación tanto de las maquinas móviles, como de las maquinas inmóviles. También, se incluye la tarea de fabricar estructuras y piezas de sustitución.

Laboratorio.

Es el lugar, donde el trabajador realiza los controles de calidad.

Su misión es extraer muestras de las piedras de cuarzo y de los productos extraídos, para someterlas a unos ensayos y a un proceso de cribado, con el objetivo de determinar si se cumplen o no los parámetros de calidad.

5) Envío de muestra y obtención de resultados.

En este paso de la metodología, se efectúa una descripción por separado de cómo se ejecutó el envío de muestra y la obtención de los resultados de sílice y de ruido.

Envío de muestra y obtención de los resultados de la medición de sílice.

Una vez concluida la medición de sílice, se quitó el casete a los ciclones utilizados en la medición y el resto del equipo utilizado en la medición de sílice (bombas, ciclones y tubos flexibles), se envió a la unidad de equipos de prevención (UEP) del servicio de prevención. Una vez recibidas las bombas se procedió a la segunda calibración. De esa segunda calibración se obtuvieron unos datos (reflejados en el apartado siguiente del trabajo), los cuales se comprobaron que cumplen con las exigencias establecidas por la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02. Por lo tanto, se consideró, que las mediciones eran correctas y que el funcionamiento de las bombas utilizadas en la medición de sílice era el adecuado.

Como los datos de la segunda calibración verifican que la medición fue correcta, se procedió a enviar los casetes junto con una copia de los datos de la segunda calibración a los laboratorios del servicio de prevención, con el objetivo de obtener los valores de fracción respirable y los valores de sílice libre registrados en el filtro.



Una vez obtenidos los valores de sílice libre y fracción respirable, la instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 establece que dichos datos se deben registrar en la página del Instituto Nacional de Silicosis (INS). En esta página se registran de cada puesto de trabajo los siguientes datos: tiempo de muestreo, sílice libre y fracción respirable.

Los datos registrados se muestran en el apartado siguiente de este trabajo.

Envío de muestra y obtención de los resultados de la medición de ruido.

Una vez finalizada la evaluación de ruido, se procedió a encender los dosímetros con el objetivo de obtener los datos registrados, que se muestran en el apartado 12 de este trabajo.

Cuando se terminó de anotar todos los datos registrados en el dosímetro, se procedió a enviar el equipo a la unidad de equipos de prevención (UEP) del servicio de prevención.

6) Elaboración de informes.

Con los datos de la medición de sílice y de ruido, se desarrolló un informe para enviárselo a la empresa. El informe realizado constó de los siguientes apartados:

- ✚ Especificación de los valores límites y niveles de exposición diarios que marcan la instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 y el Real Decreto 286/2006.
- ✚ Comparación entre los resultados adquiridos en la medición de sílice y de ruido y los valores límites que fija la instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 y el Real Decreto 286/2006.
- ✚ Descripción detallada de: las medidas preventivas, medidas de la vigilancia de la salud y de los equipos de protección individual, que deben adoptarse en cada puesto de trabajo.



4. MEDICIÓN DE SÍLICE

4.1. Medios utilizados en la medición de sílice.

La medición higiénica del agente químico de materia particulada sílice, se realizó con los medios materiales y medios humanos.

4.1.1. Medios materiales: Equipos, instalaciones, informática, etc.

Los equipos utilizados para la medición higiénica del agente químico de materia particulada sílice, fueron los siguientes:

- ❖ Bomba de alto caudal Gilian.
- ❖ Ciclón de plástico (Dewell- Higgins).
- ❖ Tubo flexible.
- ❖ Calibrador con célula de alto caudal.

4.1.1.1. Bomba de alto caudal Gilian. (Ver foto 2).

Algunas especificaciones técnicas de la bomba Gilian son las siguientes:

- ✚ Permite un rango de caudal constante entre 750 y 3.000 centímetro cúbicos (cc).
- ✚ Caudal de absorción de la bomba, que depende del muestreador que se usa para la medición.
En este caso, el ciclón de plástico utilizado requiere que el caudal de la bomba sea de 2,2 l/min.
- ✚ El periodo de recarga de sus baterías puede oscilar entre 14 y 18 horas.
- ✚ La bomba, se puede utilizar para: ambientes de polvo y ambientes corrosivos o húmedos. La diferencia entre los dos ambientes, es que la bomba permite realizar la descarga externamente o internamente en la caja de muestreo.
- ✚ El aparato no está diseñado, para utilizarlo en atmósferas con excesivos vapores de agua o vapores químicos.

Teniendo en cuenta que la evaluación higiénica se realiza en una explotación minera, tenemos que cumplir la Orden ITC/2585/2007, del 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. En la que se fija que los aparatos de medición deben cumplir con los requisitos de la Norma UNE 1232.



4.1.1.1.1. Normas UNE.

Revisando las Normas UNE, considero que las Normas UNE que afectan a la bomba utilizada en la medición higiénica de sílice, son:

- Norma UNE 1232. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisito y método de ensayo.

Examinando la Norma UNE 1232, observamos que la bomba utilizada en la medición higiénica la clasifica como bomba tipo P. La misma norma insta, que el caudal no se debe desviar más de $\pm 5\%$ del valor inicial durante todo el tiempo de muestreo y las pérdidas de carga se tienen que ajustar para una desviación máxima de $\pm 10\%$.

- Norma UNE-EN ISO 13137. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisito y método de ensayo.

Dado que la medición se hace con una bomba de alto caudal y con partículas de suspensión en el aire, revisé la Norma UNE-EN ISO 13137. En la cual se contempla, que establece los mismos requisitos que la Norma UNE 1232. Salvo que en el apartado C, punto 4, hace referencia al proceso de calibración de la bomba.

- Norma UNE EN 482. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos.

Como se trata de un agente químico de materia particulada y en este caso de fracción respirable, la Norma UNE EN 482 en su anexo B apartado 2.1.3 y haciendo referencia a la Norma EN 1232 y 1219, establece que el caudal de la bomba debe mantenerse en un intervalo de $\pm 5\%$ del caudal fijado en su calibración.

- Norma UNE 81550. Determinación de materia particulada (fracción respirable) con contenido en sílice libre cristalina, en aire. Método gravimétrico.

La Norma UNE 81550, dispone que para la medición de fracciones respirable, sólo se pueden usar las bombas capaces de mantener el caudal en un intervalo de $\pm 5\%$ del caudal fijado en su calibración, durante el tiempo de muestreo.

- Norma UNE 81599. Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable). Método gravimétrico.

La Norma UNE 81550 y la MTA/MA-014/A1 (determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire), en su apartado 6 (aparatos y material) fija que el caudal de la bomba se tiene que mantener constante dentro del intervalo de $\pm 5\%$ del caudal fijado en la calibración.



Foto 2: Bomba de alto caudal.

4.1.1.2. Ciclón de plástico (Dewell- Higgins). (Ver foto 3 y foto 4).

El ciclón de plástico está diseñado para captar la fracción respirable y se suele usar en los muestreos de polvos minerales como: sílice libre, carbonatos, grafito, carbón y óxidos de aluminio.

El ciclón está fabricado con material de plástico.

Consta de las siguientes partes:

- ✚ Conexión de la bomba.
- ✚ Tapa roscada.
- ✚ Casete con un filtro de 37 mm de diámetro y poro de 5 μm .
- ✚ Entrada de aire con polvo.
- ✚ Recipiente que recoge partículas gruesas.
- ✚ Cuerpo.



La captación de polvo se realiza mediante el siguiente proceso:

1º- Se coloca en el interior del ciclón, un casete con un filtro de 37 mm de diámetro y poro de 5 μm .

2º- El ciclón se conecta a través de un tubo flexible a la bomba, previamente ajustada para un caudal de muestreo de 2,2 l/min.

3º- La bomba succiona el aire con las partículas de polvo, pasando por el casete con un filtro de 37 mm de diámetro y poro de 5 μm . La fracción respirable es recogida en ese filtro, mientras que la fracción no respirable se recoge en un capuchón que se encuentra en la base del ciclón.

Para que el ciclón utilizado en la medición higiénica cumpla con la Orden ITC/2585/2007, del 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. La Instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 nos decreta, que la toma de muestras y el procedimiento de muestreo deben cumplir con los requisitos de la Norma UNE 81550.

4.1.1.2.1. Normas UNE.

Inspeccionando las Normas UNE, estimo que las Normas UNE que influyen al muestreador usado en la medición higiénica de polvo de sílice, son:

- Norma UNE 81550. Determinación de materia particulada (fracción respirable) con contenido en sílice libre cristalina, en aire. Método gravimétrico.

Observando la Norma UNE 81550, en su apartado 7 de toma de muestras, dispone que deben usarse los muestreadores que fija la Norma UNE 81599.

- Norma UNE 81599. Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable). Método gravimétrico.

Como la medición se realiza sobre una fracción respirable, revisando la Norma UNE 81599 y la MTA/MA-014/A11 (determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire), se contempla que el ciclón de plástico se puede usar para la medición de fracción respirable, con un filtro de 25 a 37 mm de diámetro y un caudal de muestro de 2,2 l/min.

La Norma UNE 81599 dispone que los muestreadores utilizados deben cumplir las disposiciones de la Norma EN 13205, la cual fija la evaluación del funcionamiento de los instrumentos para la medición de concentraciones de aerosoles.



Foto 3: Casete.



Foto 4: Ciclón plástico conductor.

4.1.1.3. Tubo flexible. (Ver foto 5)



Foto 5: Tubo flexible.

4.1.1.4. Calibración de bomba. (Ver foto 6 y 7).

El proceso de calibración se realiza colocando en serie: la bomba de alto caudal, el calibrador con célula de alto caudal y el ciclón de plástico.

Para ejecutar tanto la calibración, como la segunda calibración de una bomba de alto caudal, se usa una jarra de calibración con dos conexiones externas y con dos conexiones internas. Las conexiones internas están colocadas en el interior de la jarra de calibración.

El proceso de calibración es el siguiente:

1º- La bomba de alto caudal, se conecta mediante un tubo flexible a la conexión externa de la jarra de calibración.

2º- A la conexión interna de la jarra de calibración, se une un tubo flexible con un ciclón de plástico que posee en su interior un casete con un filtro de 37 mm de diámetro y poros de 5µm.

3º- El calibrador con célula de alto caudal, se acopla a través de un tubo flexible en la otra conexión externa de la jarra de calibración.

4º- Una vez realizada las conexiones, se cierra la jarra de calibración permitiendo crear un vacío y un circuito cerrado. Se debe comprobar que no existen pérdidas.

Mediante este proceso la bomba de alto caudal, se ajusta para un caudal de 2,2 l/min con un ciclón de plástico que en su interior posee un casete con un filtro de 37 mm de diámetro.

La Orden ITC/2585/2007, del 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Decreta en su apartado 4.2.1 que la bomba debe ser revisada antes y después de la toma de muestra, con el propósito de garantizar el funcionamiento correcto de la bomba.

4.1.1.4.1. Normas UNE.

Comprobando las Normas UNE, sopeso que las Normas UNE que intervienen en el proceso de calibración de la bomba de alto caudal, son:

- Norma UNE 81599. Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable). Método gravimétrico.

La Norma UNE 81599 y la MTA/MA-014/A11 (determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire), en el anexo C (bomba de muestreo), decretan que la calibración de la bomba tiene que ejecutarse antes y después de la medición. La calibración tiene que realizarse con un medidor de caudal o de volumen y usando el mismo muestreador de retención que se utiliza en la medición higiénica. Dicha calibración debe efectuarse conectando en serie: el calibrador, la bomba y el muestreador de retención.

- Norma UNE-EN ISO 13137. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisito y método de ensayo.

La Norma UNE-EN ISO 13137, en el anexo C punto 4 (ajuste y verificación de la bomba durante el muestreo), dispone: que antes y después del uso de la bomba, la bomba se debe conectar a un medidor de flujo adecuado. La calibración tiene que cumplir una serie de objetivos: fijar el caudal de la bomba antes de su uso y verificar que después de su uso, el desvío del caudal no está fuera del $\pm 5\%$ del caudal inicial fijado.

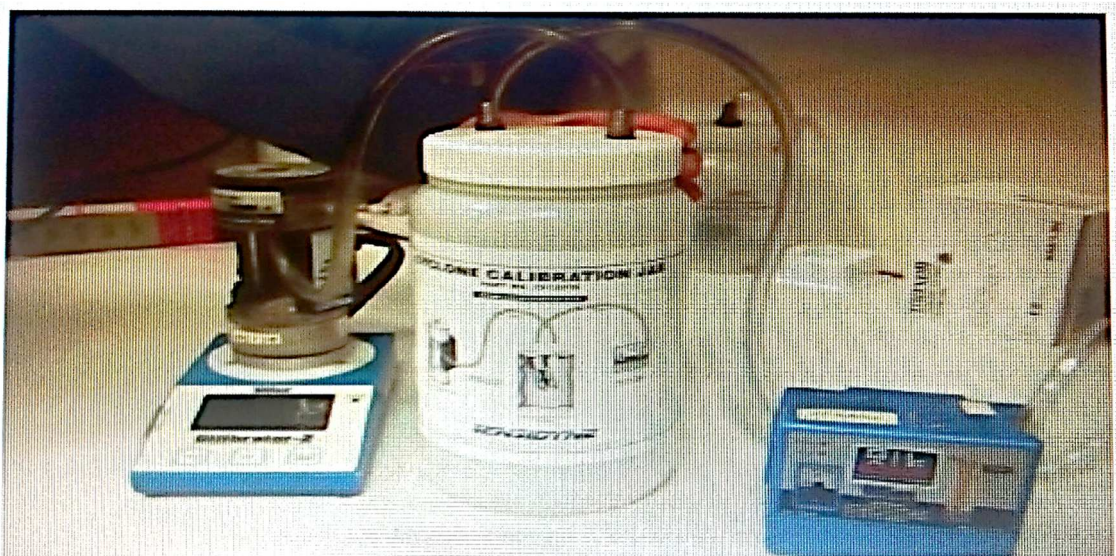


Foto 6: Calibración.

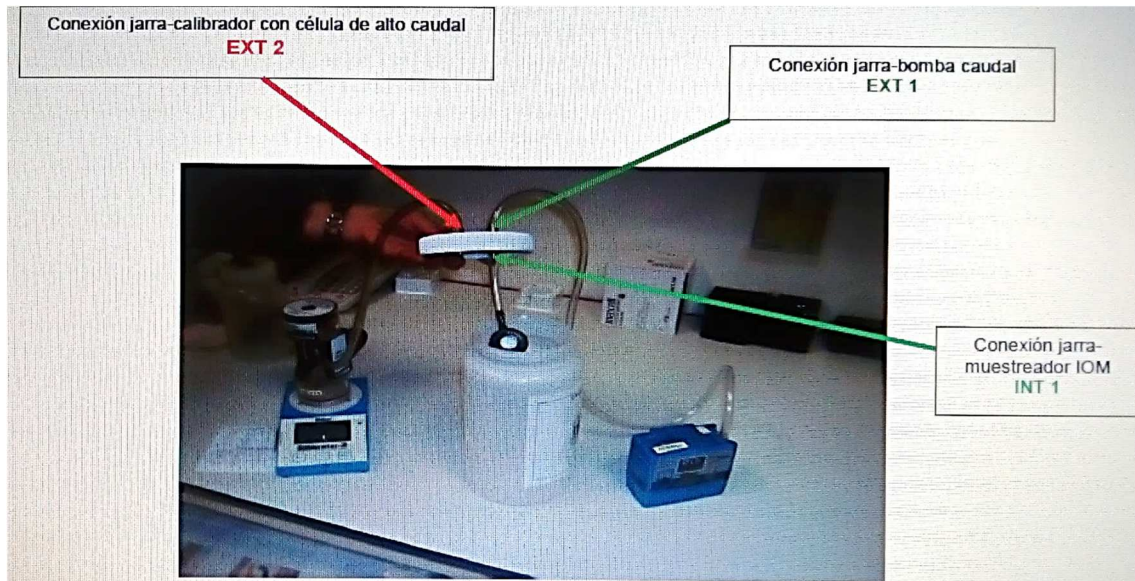


Foto 7: Conexiones de calibración.

4.1.2. Medios humanos: Técnicos de la empresa y de la UVA.

Los medios humanos, que colaboraron en el proceso de la medición del polvo de sílice fueron: D. Juan Ángel, Técnico superior de prevención de riesgos laborales del servicio de prevención de Premap, el ingeniero de minas de la explotación minera de cuarzo y los trabajadores.

4.2. Resultados obtenidos en la medición de sílice

4.2.1. Datos iniciales de la medición.

La bomba se sometió a un proceso de calibración antes de uso, fijando el caudal de la bomba en 2,2 l/min. Los datos obtenidos en el proceso de calibración de la bomba fueron los siguientes:

Tabla 1: Datos iniciales de la medición.

Caudal l/min	Volumen mínimo (L)	Volumen máximo (L)
2,2	20	400

Caudal l/min	Tiempo mínimo min	Tiempo máximo min
2,2	44	880

4.2.2. Datos de la segunda calibración de la bomba.

Una vez finalizada, la medición de polvo de sílice, la bomba se envió a la unidad de equipo de prevención (UEP) que el servicio de prevención posee en Valladolid. Cumpliendo así con el requerimiento que establece las distintas Normas UNE y la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, estableciendo en su apartado 4.2.1 que la bomba debe ser revisada antes y después de la toma de muestra, con el propósito de garantizar el funcionamiento correcto de la bomba.

Los datos que se obtuvieron en la segunda calibración de la bomba son los siguientes:

Tabla 2: Datos de la segunda calibración de la bomba.

Puesto de Trabajo	Tiempo de muestreo en min.	Caudal máximo ml/min.	Caudal medio ml/min.	Caudal mínimo ml/min.	Aspiración m ³	Desviación %
Estrio	485	2202	2197	2192	1,065	0,45
Laboratorio	474	2207	2205,50	2200	1,045	0,32
Mantenimiento	417	2192	2200	2208	0,917	0,73



MÁSTER EN GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Como la desviación obtenida en los tres puestos de trabajo es inferior a 5%, se cumple el requisito que fijaban las diferentes Normas UNE, mencionadas en este trabajo en el apartado 4 (en los puntos de bomba de alto caudal y calibración de bomba). Por lo tanto, se considera que el equipo está bien y que la medición realizada es correcta. Si la desviación es superior al 5% se debería repetir la medición.

4.2.3. Datos finales de la medición.

El filtro con una celulosa de 37 mm de diámetro y poro de 5 μm , se enviaron al laboratorio del servicio de prevención, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3: Datos finales de medición.

Puesto de Trabajo	Sílice libre mg/m^3	Fracción respirable mg/m^3
Estrio	*0,15	*0,24
Laboratorio	*0,055	*0,145
Mantenimiento	*0,045	*0,135

*Estos datos son ficticios por petición expresa de la explotación minera de cuarzo.

Los datos finales de sílice libre y fracción respirable, se expresan en mg/m^3 , porque lo establece la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 en su apartado 4 punto 2.



4.3. Análisis de los resultados de la medición de sílice

Se tendrá en cuenta los valores de referencia, que fija la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 y los valores obtenidos en la medición.

4.3.1. Valores de referencia.

Los riesgos higiénicos químicos conocidos como agentes químicos, que se caracterizan por tener unos valores límites ambientales.

Se define valor límite ambiental como la concentración máxima permitida de un agente químico en el aire, a la cual pueden estar expuestos los trabajadores día tras día y durante toda su jornada laboral, sin que haya consecuencias para su salud.

Estos valores límites ambientales pueden ser:

- ❖ Valor límite ambiental exposición diaria (VLA-ED).
- ❖ Valor límite ambiental exposición de corta duración (VLA-EC).
- ❖ Valor límite ambiental exposición diaria (VLA-ED).

Este valor es la concentración media, a la cual los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales, durante toda su vida laboral sin efectos perjudiciales para su salud.

- ❖ Valor límite ambiental exposición de corta duración (VLA-EC).

Este valor es la concentración media que no debe superar la exposición de 15 minutos. Dicha exposición no puede repetirse más de cuatro veces al día y debe haber por lo menos un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas.

En nuestro caso, como el sílice es un agente químico que tiene unos valores límites, que son valores límites de exposición diaria (VLA-ED), debido a que la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 nos decreta que la medición del sílice debe ser en todo el periodo de jornada laboral.

La instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 establece que los valores límites del sílice son los siguientes:

Tabla 4: Valores límites de exposición diaria (VLA-ED) del sílice.

Valor Límite del sílice mg/m ³	Concentración de sílice libre contenida en la fracción respirable de polvo.	Concentración de la fracción respirable de polvo
		0,1
	0,05 (para cristobalita o tridimita)	



4.3.2. Comparación entre los valores de medición de sílice y los valores de referencia.

Para definir las medidas preventivas que se deben imponer en cada puesto de trabajo, se procede primero a efectuar una comparación entre los valores de referencia de la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 y los datos registrados en la medición de sílice, mencionados en el apartado 5 de este trabajo.

Tabla 5: Comparación entre los valores de medición del sílice y los valores límites de exposición diaria (VLA-ED) del sílice.

Puesto de trabajo	Valores de medición de sílice		Valores límites del sílice	
	Sílice libre mg/m ³	Fración respirable mg/m ³	Sílice libre mg/m ³	Fración respirable mg/m ³
Estrio	*0,15	*0,24	0,1	3
Laboratorio	*0,055	*0,145	0,1	3
Mantenimiento	*0,045	*0,135	0,1	3

*Estos datos son ficticios por petición expresa de la explotación minera de cuarzo.

La instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, establece tres posibles casos:

- Valor de medición \leq 50% del valor límite.
- Valor de medición \geq 50% del valor límite.
- Valor de medición \geq al valor límite.



4.4. Medidas preventivas contra el riesgo de sílice

Como se puede apreciar en el subapartado anterior (4.2.2) tenemos los tres casos posibles que fija la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02. Por lo tanto, en cada puesto de trabajo tenemos que proceder de forma distinta y establecer medidas preventivas distintas.

4.4.1. Puesto de trabajo de mantenimiento

En el puesto de trabajo de mantenimiento, el valor de medición $\leq 50\%$ valor límite ($0,045 \leq 0,05$), con lo cual la explotación minera en este caso, puede solicitar a la autoridad minera, que el número de muestras pase de ser una muestra cuatrimestral a anual.

La autoridad minera puede autorizar una reducción durante un periodo de 3 años.

La medida preventiva del puesto de trabajo de mantenimiento es la de efectuar mediciones anuales, con los objetivos de: tener un control y seguimiento de las condiciones del puesto de trabajo.

4.4.2. Puesto de trabajo de laboratorio

En el puesto de trabajo de laboratorio, el valor de medición $\geq 50\%$ valor límite ($0,055 \geq 0,05$), en este caso se deberán efectuar toma de muestras en el puesto de trabajo con un periodo cuatrimestral.

En el puesto de trabajo de laboratorio, sería aconsejable adoptar medidas preventivas con el objetivo de reducir el valor de medición. Para ello las medidas preventivas que se adoptan, son las que fija la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02. Esas medidas preventivas son las siguientes:

- ✚ Realizar una renovación continua del aire, mediante instalaciones apropiadas, para diluir y evacuar el polvo.
- ✚ Efectuar una limpieza periódica y eficaz del polvo depositado, mediante sistemas de aspiración o por vía húmeda, en todos los lugares de trabajo y con presencia habitual de trabajadores.
- ✚ Limpiar los lugares de trabajo evitando que se acumule polvo, para que no se pueda poner en suspensión.
- ✚ Cuando las condiciones específicas de algunas labores no permitan la utilización de los anteriores sistemas de prevención, el empresario podrá tomar otras medidas alternativas, que pondrá en conocimiento de la autoridad minera.



4.4.3. Puesto de trabajo de estrió

En el puesto de trabajo de estrió, el valor de medición \geq valor límite ($0,15 \geq 0,1$), por lo tanto es el lugar donde se obtiene la peor condición posible.

En este caso el procedimiento a seguir es el siguiente:

1º- Se deben tomar 3 muestras consecutivas, en condiciones representativas del puesto de trabajo.

2º- Si se confirma que el valor de medición \geq valor límite, se deberán adoptar medidas preventivas.

3º- Una vez implantadas las medidas preventivas, se volverán a tomar tres muestras consecutivas y en el caso de que los valores de medición sean superiores al valor límite la autoridad minera puede disminuir la jornada laboral o paralizar los trabajos.

Como se puede apreciar el puesto de trabajo de estrió, es el lugar de trabajo con la peor situación posible. Para ello las medidas preventivas que se fijan, son las que decreta la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02. Esas medidas preventivas son las siguientes:

- ✚ Instalar: campanas de aspiración, cerramientos, apantallamientos y tubos. Y de este modo se podrá evitar: la acción del viento sobre la caída de materiales y la puesta en suspensión del polvo.
- ✚ Realizar por vía húmeda o con captación de polvo: las operaciones de corte, serrado, abujardado, flameado, pulido, etc...
- ✚ Efectuar una renovación continua del aire, mediante instalaciones apropiadas, para diluir y evacuar el polvo.
- ✚ Ejecutar una limpieza periódica y eficaz del polvo depositado, mediante sistemas de aspiración o por vía húmeda, en todos los lugares de trabajo y con presencia habitual de trabajadores.
- ✚ Limpiar los lugares de trabajo evitando que se acumule polvo, para que no se pueda poner en suspensión.
- ✚ Cuando las condiciones específicas de algunas labores no permitan la utilización de los anteriores sistemas de prevención, el empresario podrá tomar otras medidas alternativas, que pondrá en conocimiento de la autoridad minera.



4.4.4. Planta de tratamiento de áridos

Dado que los puestos de trabajo, se encuentran ubicados en la planta de tratamiento de áridos, se considera necesario implantar unas medidas preventivas generales para toda la planta de tratamiento de árido, ya que de esta forma se está contribuyendo a reducir los valores de medición de sílice en los distintos puestos de trabajo.

Por ello las medidas preventivas generales que se mencionan son las que fija la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02.

Las medidas preventivas generales son las siguientes:

- ✚ La perforación, deberá realizarse con inyección de agua o con dispositivos de captación de polvo.
- ✚ En los trabajos en los que se utilicen equipos o herramientas de: perforación, percusión o corte, éstos estarán provistos de las correspondientes medidas de prevención contra el polvo.
- ✚ Las cabinas de los vehículos (palas, dúmperes,...) deberán estar dotadas de aire acondicionado o filtrado, tanto en las operaciones de carga como en las de transporte.
- ✚ Las galerías, viales, plazas y pistas de rodadura deben mantenerse con un grado de humedad suficiente para evitar la puesta en suspensión del polvo depositado en ellas. Se puede utilizar, en caso necesario, sustancias que consoliden y mantengan la humedad del suelo.
- ✚ Las cintas transportadoras, cuando porten materiales susceptibles de ponerse en suspensión, deberán estar dotadas de un cerramiento o capotaje que evite la acción del viento sobre los materiales transportados o en su defecto, se mantendrán los materiales convenientemente humidificados.
- ✚ En los transvases, descargas, tolvas y almacenajes de material susceptibles de producir polvo se adoptarán medidas de prevención tales como: el riego de los materiales, instalación de campanas de aspiración, cerramientos, apantallamientos y tubos que eviten la acción del viento sobre la caída de materiales u otros sistemas apropiados para evitar la puesta en suspensión del polvo.
- ✚ Los alimentadores, molinos, cribas y, en general, toda maquinaria o instalación susceptible de producir polvo, deberán estar dotados de sistemas eficaces de prevención, tales como: cerramientos, aspiración de polvo y pulverización de agua.
- ✚ Deberán realizarse por vía húmeda o con captación de polvo: las operaciones de corte, serrado, abujardado, flameado y pulido.



MÁSTER EN
GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, CALIDAD Y MEDIO
AMBIENTE



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

- Los dispositivos de ensacado deben estar dotados de sistemas de aspiración y aislamiento eficaces para evitar que el polvo se ponga en suspensión.
- Cuando las condiciones específicas de algunas labores no permitan la utilización de los anteriores sistemas de prevención, el empresario podrá tomar otras medidas alternativas, que pondrá en conocimiento de la autoridad minera.



4.5. Equipo de protección individual contra el sílice

Este apartado se desarrolla partiendo de la hipótesis, que debemos recurrir a equipos de protección individual, fijando a continuación que equipos de protección individual son los más adecuados para el trabajador.

La instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, decreta en el apartado 4.1 que el uso de los equipos de protección individual será necesario, cuando las medidas preventivas mencionadas anteriormente en este trabajo, sean insuficientes para disminuir la exposición de sílice. La misma instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, insta que los equipos de protección individual deben cumplir las exigencias que fija el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Observando la instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, se contempla que no hace una referencia más exhaustiva de los equipos de protección individual que deben usar los trabajadores contra el sílice. Debido a ello, se recurre al catálogo de un fabricante y a la nota técnica de prevención, con el objetivo de obtener referencias de las mascarillas más adecuadas para los trabajadores.

Contemplando estos documentos de referencia, aprecio que la selección de las mascarillas debe realizarse teniendo en cuenta el índice de protección y los filtros.

Por ello, a continuación, calculo el índice de protección que debe tener la mascarilla, así como los filtros que se deben usar.

Índice de protección de la mascarilla

$$\text{Índice de protección} = \frac{\text{Concentración evaluada}}{\text{Límite permisible}}$$

En nuestro caso, tenemos tres puestos de trabajo con concentraciones evaluadas distintas y debemos obtener el índice de protección para cada uno de esos puestos de trabajo.

Tabla 6: Índice de Protección.

Puesto de trabajo	Concentración evaluada (mg/m ³)	Límite permisible (mg/m ³)	Índice de protección
Estrio	0,15	0,1	1,5
Laboratorio	0,055	0,1	0,55
Mantenimiento	0,045	0,1	0,45

El fabricante nos recomienda que el índice de protección debe ser inferior al factor de protección de la mascarilla.

Observando el catálogo del fabricante, contemplo que en los tres puestos de trabajo se puede usar una mascarilla con un factor de protección 10.

Considerando que el factor de protección es 10, llego a la conclusión de que cualquiera de estas tres mascarillas, que se muestran a continuación, son adecuadas para usarlas en los tres puestos de trabajo.

<p><u>Mascarilla M 7500</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Factor de protección = 10 <p>Usar con filtros tipo P clasificados según su eficacia en:</p> <ul style="list-style-type: none"> P1: Filtros de baja eficacia. P2: Filtros de media eficacia. P3: Filtros de alta eficacia. 	
--	--

Foto 8: Mascarilla M 7500

<p><u>Mascarilla 9332 P100</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Factor de protección = 10 P100 <ul style="list-style-type: none"> P: A prueba de aceite 100: Eficacia del 99,9% 	
--	--

Foto 9: Mascarilla 9332 P100



Foto 10: Mascarilla 8833 N100

Dado que con la mascarilla M 7500 hay que usar filtros, he recurrido a la nota técnica de prevención (NTP) 890 y 787, con el objetivo de obtener información. Ambas notas técnicas de prevención (NTP) 890 y 787 nos aconsejan que para partículas y aerosoles: usar filtros tipo P o mascarillas autofiltrantes.

Los filtros tipo P se clasifican según su eficacia en:

- P1: Filtros de baja eficacia.
- P2: Filtros de media eficacia.
- P3: Filtros de alta eficacia.

Teniendo en cuenta el índice de protección obtenido, así como los consejos proporcionados en cuanto a los filtros por las NTP 890 y 787 y siguiendo los consejos del fabricante, los filtros que podemos usar con la mascarilla M 7500, son los que se muestran a continuación:



Foto 11: Filtros para la mascarilla M 7500



4.6. Estudio de viabilidad económica del equipo de protección individual contra el sílice

La viabilidad económica que se ofrece en este apartado, es una posibilidad económica muy alejada de la realidad, porque se ofrecen unas medidas preventivas a la explotación minera, que son muy difíciles de determinar la repercusión económica por la falta de información y el poco conocimiento que tengo del funcionamiento de la explotación minera.

Debido a que desconozco el número de trabajadores que deberían usar mascarillas, se ofrece el coste económico de las distintas mascarillas por unidad.

Tabla 7: Coste económico de las mascarillas.

Mascarillas	Coste económico por unidad (€)
9332 P100	6,56
8233 N100	4,37
M 7500	30,74

La mascarilla M 7500 no tiene filtros y por lo tanto, puede verse incrementado el coste.



5. MEDICIÓN DE RUIDO

5.1. Medios utilizados en la medición de ruido

La evaluación higiénica del riesgo físico (ruido) se realizó con los medios materiales y medios humanos.

5.1.1. Medios materiales: Equipos, instalaciones, informática, etc.

El equipo utilizado para la medición higiénica de ruido fue un dosímetro Cel 320 (ver foto 12).

El dosímetro usado mide simultáneamente el nivel de exposición sonora personal diario ($L_{ep,d}$) en dB(A) y el nivel de exposición pico (L_{pico}) dB(C). El dosímetro permite que dicha medición se pueda realizar, en las siguientes configuraciones: OSHA, MSHA, ACGIH, METER, DOD, ISO85 e ISO90.

La calibración del dosímetro se realiza colocando el micrófono en el adaptador del calibrador y posteriormente, se ejecuta la opción de calibración que se dispone en el menú del dosímetro.

Algunas especificaciones técnicas del dosímetro son:

- ✚ Se puede utilizar con gases y vapores inflamables pertenecientes a los grupos IIA, IIB y IIC. Y con temperaturas superficiales máximas correspondientes a los distintos tipos de clases: T1, T2, T3 y T4.
- ✚ Muestra el porcentaje (%) de dosis máxima permitida durante la jornada laboral.
- ✚ Sólo se pueden usar para temperatura ambiente comprendida entre -20°C y $+40^{\circ}\text{C}$.
- ✚ Hay tres gamas de mediciones sobrepuestas: de 30 a 100 dB, de 50 a 120 dB, y de 70 a 140 dB.

Examinando el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, se contempló que el Real Decreto en el anexo III instaura, que los dosímetros se pueden utilizar para medir el nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) de cualquier tipo de ruido. En ese mismo anexo III del Real Decreto, fija las Normas UNE que deben cumplir el dosímetro y el sonómetro. En este caso, como el equipo usado en la medición de ruido es un dosímetro, el dosímetro debe cumplir la Norma UNE- EN 61252.

5.1.1.1. Norma UNE

- Norma UNE-EN 61252. Especificaciones para medidores personales de exposición sonora.

Un requisito general que se establece en la Norma UNE-EN 61252, es que el rango de nivel sonoro debe extenderse al menos desde 80 dB a 130 dB.

Esta Norma UNE también nos da indicaciones de la sensibilidad del dosímetro a diferentes ambientes como: presión atmosférica, temperatura del aire, humedad relativa, campo magnético, vibración mecánica, descargas electrostáticas y campos electromagnéticos de radio – frecuencia.



Foto 12: Dosímetro Cel 320.



5.1.2. Medios humanos: Técnicos de la empresa y de la UVA

Los medios humanos, que participaron en el desarrollo de la medición de ruido fueron:
D. Juan Angel, Técnico superior de prevención de riesgos laborales del servicio de
prevención de Premap, el ingeniero de minas de la explotación minera de cuarzo y los
trabajadores.



5.2. Resultados obtenidos en la medición de ruido

Una vez concluida la medición de ruido, se procedió a la lectura de las medidas registradas por el dosímetro.

Concluida la obtención de datos registrados por el dosímetro, se envió el equipo a la unidad de equipos de prevención (UEP) del servicio de prevención.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

- ✓ Tiempo total de medición.
- ✓ Nivel de exposición sonoro personal diario ($L_{ep,d}$) en dB (A)
- ✓ Nivel de exposición pico (L_{pico}) en dB (C).

Tabla 8: Resultados obtenidos en la medición de ruido.

Puesto de Trabajo	Tiempo de muestreo en horas	Nivel de exposición sonoro personal diario ($L_{ep,d}$) dB(A)	Nivel de exposición pico (L_{pico}) dB(C)
Estrio	8h 10 min 03 seg.	87,3	146
Laboratorio	8h 0 min 55 seg	87,8	145,3
Mantenimiento	8h 04 min 03 seg	85,1	148,9



5.3. Análisis de los resultados de la medición de ruido

Se tendrá en cuenta los valores de referencia, que fija la Instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02 y los valores obtenidos en la medición.

5.3.1. Valores de referencia.

Los riesgos higiénicos físicos conocidos como agentes físicos, se determinan por tener unos valores límites de exposición y valores límites de exposición que dan lugar a una acción. En este caso, como el agente físico es el ruido, esos valores límites de exposición y valores límites de exposición que dan lugar a una acción, están referidos a dos tipos de niveles de exposición:

- ❖ Nivel de exposición diaria.

Se representa de la siguiente forma $L_{ep,d}$ y se mide en dB(A).

- ❖ Nivel de exposición de pico.

Se representa de la siguiente forma L_{pico} y se mide en dB(C).

El Real Decreto 286/2006, del 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, decreta que los niveles diarios equivalentes y las medidas preventivas son los siguientes:



Tabla 9: Niveles diarios equivalentes de ruido

Nivel Diario Equivalente				
Acciones preventivas	< 80 dB(A)	> 80 dB(A) y/o > 135 dB(C)	> 85 dB(A) y/o > 137 dB(C)	> 87 dB(A) y/o > 140 dB(C)
Información y formación a los trabajadores y representantes		Si Se informara y formara a los trabajadores $L_{aeq,d} > 80$ $L_{pico} > 135$	Si	Si
Evaluación de exposición a ruido		Cada 3 años si $L_{aeq,d} > 80$	Anual	Anual
Protectores auditivos individuales		Poner a disposición de todo personal expuesto	Uso obligatorio para todo el personal expuesto	Uso obligatorio para todo el personal expuesto
Control médico auditivo		Si. Mínimo cada 5 años	Si. Mínimo cada 3 años	Si Anual
Programa técnico y organizativo para reducir la exposición al ruido			Si	Si
Reducción inmediata de exposición al ruido y actuación para evitar nuevas sobreexposiciones				Si Informar a los delegados de prevención.
Señalización de la zona de exposición.			Si	Si



5.3.2. Comparación entre los valores de medición de ruido y los valores referencia

Para determinar las medidas preventivas que se deben implantar en cada puesto de trabajo, se procede a realizar una comparación entre los valores de referencia del Real Decreto 286/2006 y las cifras registradas en la medición de ruido, mencionadas en el apartado 11 de este trabajo.

Tabla 10: Comparación entre los valores de medición de ruido y los valores de referencia

Puesto de trabajo	Valores de medición de ruido		Valores de referencia
	Nivel de exposición sonora personal diario (L _{ep,d}) dB(A)	Nivel de exposición pico (L _{pico}) dB(C)	< 80 dB(A)
Estrio	87,3	146	> 80 dB(A) y/o > 135 dB(C)
Laboratorio	87,8	145,3	> 85 dB(A) y/o > 137 dB(C)
Mantenimiento	85,1	148,9	> 87 dB(A) y/o > 140 dB(C)



5.4. Medidas preventivas contra el ruido

En este apartado se mencionan las medidas preventivas que el Real Decreto 286/2006 insta para: el puesto de trabajo de mantenimiento, los puestos de trabajos de estrió y laboratorio.

5.4.1. Medidas preventivas en los puestos de trabajo de estrió y de laboratorio

Observando la tabla 10: Comparación entre los valores de medición de ruido y los valores de referencia, se puede apreciar que los puesto de trabajo de estrió y de laboratorio tienen unos valores de ruido superiores a 87 dB(A) y 140 dB (C). Ésto implica que en los puestos de trabajo de estrió y de mantenimiento hay que implantar las medidas preventivas que obliga el Real Decreto 286/2006.

Las medidas preventivas son:

- ✚ Información y formación a los trabajadores y a sus representantes.
- ✚ Efectuar una evaluación anual de exposición al ruido.
- ✚ Uso de protectores auditivos individuales obligatorios.
- ✚ Desarrollar de forma anual controles médicos auditivos.
- ✚ Ejecutar un programa técnico y organizativo para reducir la exposición al ruido.
- ✚ Ejecutar una reducción inmediata de exposición al ruido y actuación para evitar nuevas sobreexposiciones.
- ✚ Señalización de la zona de exposición.

5.4.2. Medidas preventivas en el puesto de trabajo de mantenimiento

En el puesto de trabajo de mantenimiento, contemplamos que el valor del ruido es superior a 85 dB(A) y 137 dB (C), ésto supone que en el puesto de trabajo de mantenimiento hay que imponer las medidas preventivas que obliga el Real Decreto 286/2006.

Las medidas preventivas son:

- ✚ Información y formación a los trabajadores y a sus representantes.
- ✚ Efectuar una evaluación anual de exposición al ruido.
- ✚ Uso de protectores auditivos individuales obligatorios.
- ✚ Desarrollar controles médicos auditivos cada tres años.
- ✚ Ejecutar un programa técnico y organizativo para reducir la exposición al ruido.
- ✚ Señalización de la zona de exposición.



5.4.3. Planta de tratamiento de áridos

Dado que los puestos de trabajo, se encuentran ubicados en la planta de tratamiento de áridos, se considera inevitable implantar unas medidas preventivas generales para toda la planta de tratamiento de árido, ya que de esta forma se está colaborando a disminuir los valores de ruido en los distintos puestos de trabajo.

Esas medidas preventivas generales pueden ser las siguientes:

- ✚ Sustituir las máquinas por otras menos ruidosas.
- ✚ Aumentar la distancia entre los puestos de trabajo y la máquina.
- ✚ Aislar las máquinas más ruidosas.
- ✚ Implantar barreras acústicas.
- ✚ Limitar el número de trabajadores expuestos.
- ✚ Limitar el tiempo de exposición de los trabajadores.
- ✚ Diseñar adecuadamente el puesto de trabajo.

5.5. Equipo de protección individual contra el ruido

El Real Decreto 286/2006 fija que el uso de protectores auditivos es obligatorio. El método que he usado para seleccionar los protectores auditivos, es el método PNR. Recordando los datos que obtuvimos en la medición higiénica de ruido son:

Tabla 11: Datos para calcular el valor PNR

Puesto de trabajo	Valores de medición de ruido	
	Nivel de exposición sonora personal diario (L _{ep,d}) dB(A)	Nivel de exposición pico (L _{pico}) dB(C)
Estrio	87,3	146
Laboratorio	87,8	145,3
Mantenimiento	85,1	148,9

Para calcular el valor PNR, tenemos que ver si:

La diferencia de $L_c - L_A \leq 2$ dB

La diferencia de $L_c - L_A \geq 2$ dB

En este caso vemos que en los tres puestos de trabajo se cumple que $L_c - L_A \geq 2$ dB

Tabla 12: Diferencia entre el Nivel de presión sonora del ruido ambiente ponderado en dB(C) L_c y el Nivel de presión sonora del ruido ambiente ponderado en dB(A) L_A

Puesto de trabajo	L_c	L_A	$L_c - L_A$
Estrio	146	87,3	58,7 dB
Laboratorio	145,3	87,8	57,5 dB
Mantenimiento	148,9	85,1	63,8 dB

Por lo tanto, la fórmula que hay que aplicar es:

$$PNR = M - \frac{H - L}{8} (L_c - L_A - 2)$$

Para obtener los valores H, M y L se ha recurrido al catálogo de un fabricante de protectores auditivos.

Los modelos, que se eligieron fueron:

Tabla 13: Modelos de protectores auditivos

Protectores auditivos	Modelos	H	M	L
Tapones con banda	E-A-R EARcaps	27 dB	19 dB	17 dB
Tapones reutilizables	E-A-R Ultrafit	33 dB	28 dB	25 dB
Tapones semi-insertos	E-A-R Express	30 dB	24dB	22dB

Aplicando la fórmula:

$$PNR = M - \frac{H - L}{8} (L_C - L_A - 2)$$

El PNR para cada puesto de trabajo y en función de los protectores auditivos es:

Tabla 14: Resultados de PNR para cada puesto de trabajo

Protectores auditivos	Puesto de trabajo		
	Estrío	Mantenimiento	Laboratorio
Tapones con banda	PNR = 12,825 dB	PNR = 11,55 dB	PNR = 13,125 dB
Tapones reutilizables	PNR = 11,7375 dB	PNR = 9,825 dB	PNR = 12,1875 dB
Tapones semi-insertos	PNR = 15,825 dB	PNR = 14,55 dB	PNR = 16,125 dB

Los resultados de PNR son utilizados para calcular los niveles de presión sonora efectivo ponderado en dB(A) L_A' , con la siguiente fórmula:

$$PNR = L_A - L_A'$$

Los siguientes resultados son hallados de la fórmula y se expresan en la siguiente tabla.



Tabla 15: Resultados de los niveles de presión sonora efectivo ponderado en dB(A) L_A'

Puesto de trabajo	L_A dB(A)	PNR dB	L_A' dB(A)	Protectores auditivos
Estrio	87,3	PNR = 12,825	74,475	Tapones con banda
		PNR = 11,7375	75,5625	Tapones reutilizables
		PNR = 15,825	71,475	Tapones semi-insertos
Laboratorio	87,8	PNR = 13,125	74,675	Tapones con banda
		PNR = 12,1875	75,6125	Tapones reutilizables
		PNR = 16,125	71,675	Tapones semi-insertos
Mantenimiento	85,1	PNR = 11,55	73,55	Tapones con banda
		PNR = 9,825	75,275	Tapones reutilizables
		PNR = 14,55	70,55	Tapones semi-insertos

Como se puede apreciar en la tabla 15, con cualquiera de los tres modelos de protectores auditivos el L_A' , (nivel de presión sonora efectivo ponderado en dB(A)), es inferior a los 80 dB (A).

Se muestran los tres modelos de protectores auditivos, foto 12, 13 y 14, que son adecuados para usarlos en los puestos de trabajo de: mantenimiento, estrió y laboratorio.

Debemos tener en cuenta que estos protectores auditivos que utilizan los trabajadores, deben cumplir las exigencias que fija el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.



Foto 12: Tapones semis – insertos E-A-R Express



Foto 13: Tapones Reutilizables E-A-R Ultrafit

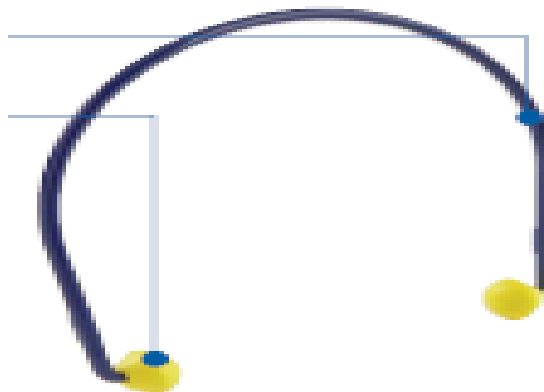


Foto 14: Tapones con banda E-A-R EARCaps

5.6. Estudio de viabilidad económica

La viabilidad económica que se ofrece en este apartado, es una posibilidad económica muy alejada de la realidad, porque se ofrecen unas medidas preventivas a la explotación minera, que son muy difíciles de determinar la repercusión económica por la falta de información y el poco conocimiento que tengo del funcionamiento de la explotación minera.

Debido a que desconozco el número de trabajadores que deberían usar protectores auditivos, se ofrece el coste económico de los distintos protectores auditivos por unidad.

Tabla 16: Coste económico de los protectores auditivos.

Protectores auditivos	Coste económico por unidad (€)
E-A-R Express	4
E-A-R Ultrafit	8,87
E-A-R EARCaps	6,12

Como ya se mencionó en el apartado 5.4 de este trabajo, el Real Decreto 286/2006 nos obliga a que en los tres puestos de trabajo deben colocarse señales de uso obligatorio de protectores auditivos (ver foto 15). Por lo tanto, es un coste económico que hay que añadir a los protectores auditivos.

El coste económico de la señal de protector auditivo: 11,56 € unidad.

Foto 15: Señal de protector auditivo.





6. CONCLUSIONES FINALES EXTRAÍDAS EN LA MEDICIÓN DE RUIDO Y DE SÍLICE

A continuación, numero las conclusiones que he adquirido durante el desarrollo de este documento:

❖ En los apartados (4.1 y 5.1) considero que debido a la gran variedad de Normas UNE que afectan al equipo de medición de sílice y de ruido, hace difícil tener un conocimiento claro de las exigencias que deben cumplir los mismos equipos. Observando las distintas Normas UNE, contemplé que muchas de ellas, reiteraban los mismos requisitos que deben cumplir los equipos de medición.

❖ En los apartados (4.6 y 5.6) la viabilidad económica reflejada sólo puede ofrecer el coste inicial de cada uno de los equipos de protección, que la empresa puede suministrar a sus trabajadores.

Estos apartados son complicados porque no se puede realizar un desarrollo económico más detallado, debido a que:

- ✓ Es difícil estimar el coste económico, que puede suponer la implantación de las medidas preventivas en la empresa.
- ✓ Se desconoce el número de trabajadores expuestos al riesgo de ruido y de sílice, a los cuales hay que proporcionarles los equipos de protección individual. Por ello, se ha dado el coste económico por unidad.

❖ En los apartados (4.6 y 5.6) considero que las soluciones para los equipos de protección individual, que le puedo ofrecer a la explotación minera de cuarzo son la siguientes:

- ✓ Mascarilla 9332 P100
- ✓ Tapones reutilizables E-A-R Ultrafit

Mi elección por este modelo de mascarilla, 9332 P100, es por: su comodidad, ser la más completa y la resistencia a prueba de aceite.

He elegido este tipo de tapones por la comodidad.



7. OTRO TIPO DE INFORMACIÓN

En este apartado analizaré los efectos del sílice y del ruido sobre la salud humana. También se estudiará si existe el riesgo de atmósfera explosiva y se mencionarán otros riesgos existentes en la explotación minera.

7.1. Efectos del sílice sobre la salud humana.

El Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Establece que la silicosis es una enfermedad profesional, registrada en el grupo 4 agente A.

El sílice (SiO_2) es un compuesto de silicio y oxígeno, que participa en la formación de: arena, arenisca, granito y de otros muchos minerales. La forma más común en la que se encuentra el sílice es el cuarzo.

La silicosis es una enfermedad respiratoria que no tiene cura y es causada por inhalar polvo de sílice (SiO_2).

La silicosis se produce cuando los trabajadores en las actividades de: corte, perforación y trituración inhalan el polvo de la piedra, que contiene sílice cristalizada. El polvo de sílice respirable entra en los pulmones y crea la formación de un tejido de cicatriz, reduciendo la capacidad de absorción de oxígeno por los pulmones. Como la silicosis afecta al funcionamiento de los pulmones, el trabajador es más susceptible de contraer enfermedades pulmonares como la tuberculosis.

En aspectos severos, el hecho de respirar polvo de sílice cristalina puede dar lugar a la discapacidad o muerte del trabajador.

Existen tres tipos de silicosis:

- Crónica

Se produce cuando el trabajador está expuesto a muestras moderadas o bajas de sílice cristalina respirable.

El tiempo de exposición debe ser: entre 15 y 20 años.

- Acelerada

Se origina cuando el operario se encuentra ante las exposiciones elevadas de sílice cristalina respirable.

El tiempo de exposición debe ser: como mínimo 5 años de exposición y máximo 10 años de exposición.

- Aguda

Se genera cuando el trabajador está presente ante concentraciones muy altas de sílice cristalina respirable.

El tiempo de exposición debe ser: entre unos cuantos meses o hasta 2 años.



7.1.1. Síntomas de la silicosis.

En los primeros síntomas no presenta unas características específicas, esto puede producir un retraso en el diagnóstico médico.

Hay dos fases en la silicosis: fase inicial y fase avanzada.

Las distintas fases de la silicosis presentan los siguientes síntomas:

- ❖ Fase inicial
 - Sensación de asfixia o de cansancio, cuando se realizan esfuerzos físicos de consideración.

- ❖ Fase avanzada
 - Sensación de asfixia o de cansancio, cuando realizan pequeños esfuerzos físicos o incluso en reposo.
 - Tos fuerte seca, que no produce flemas.
 - Cansancio y debilidad.
 - Pérdida de apetito.
 - Pérdida de peso.
 - Molestias en el pecho.
 - Respiración laboriosa.
 - Hemorragia en los pulmones.

7.1.2. Vigilancia de la salud.

La instrucción técnica complementaria (I.T.C) 2.0.02, en su apartado 5 vigilancia de la salud, dispone lo siguiente:

- ❖ Los reconocimientos médicos se deberán realizar en intervalos de 1 a 3 años, dependiendo de los factores individuales y del tiempo de exposición del trabajador.

- ❖ En el caso de que el trabajador se encuentre en situaciones de sobreexposición, los reconocimientos médicos deberán ser anuales.

- ❖ El reconocimiento del trabajador, se puede ejecutar inmediatamente después de la iniciación del trabajo.

- ❖ Los reconocimientos médicos sólo lo pueden desarrollar los médicos del trabajo con: formación, experiencia específica en la relación al diagnóstico y en la valoración de la silicosis.



Los reconocimientos médicos deberán constar como mínimo de:

- ✓ Historia laboral.
- ✓ Anamnesis y exploración física.
- ✓ Espirometría.
- ✓ Radiografía de tórax con proyecciones: posterior, anterior y lateral.
- ✓ Electrocardiograma (ECG).

7.1.3. Protección del trabajador contra la silicosis.

Los trabajadores se pueden proteger contra la silicosis de las siguientes formas:

- ✓ En las zonas donde existe polvo de sílice cristalina no: comer, fumar y beber.
- ✓ Antes de realizar cualquier tarea, fuera de las zonas que contienen polvo, limpiarse: las manos y la cara.
- ✓ Utilizar ropa de trabajo que se pueda lavar o tirar.
- ✓ Separar la ropa de trabajo de la ropa de vestir.
- ✓ Antes de salir del trabajo, cambiarse de ropa.
- ✓ Eliminar el polvo de la ropa.



7.2. Efectos del ruido en la salud humana

El ruido es un contaminante ambiental producido por un sólo agente químico, que es el ruido.

Se define como ruido: a todo aquel sonido que es molesto para las personas que lo reciben.

Se llama contaminación ambiental, cuando el ruido producido por la actividad laboral, produce unos efectos perjudiciales en la salud de las personas.

El Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Establece que el ruido es una enfermedad profesional, registrada en el grupo 2 agente A.

7.2.1. Consecuencias del ruido en la salud humana

Las consecuencias del ruido en la salud humana se clasifican en tres grandes grupos que son:

A. Efectos extra-auditivos del ruido

Se hace referencia a los efectos psicológicos, que el ruido puede provocar en las personas.

Esos efectos psicológicos son:

- ✓ Dificulta la comunicación.
- ✓ Perturba el descanso.
- ✓ Crea alteraciones en el sueño.
- ✓ Provoca malestar, ansiedad, estrés,...
- ✓ Disminuye la capacidad de concentración.
- ✓ Efectos negativos en las actividades mentales.
- ✓ Origina efectos fisiológicos.



B. Efectos sobre la seguridad.

Se hace mención a las consecuencias, que ocasiona el ruido en la seguridad laboral. Esas consecuencias son:

- ✓ Disminuye el rendimiento del trabajador.
- ✓ Aumenta la probabilidad de que el trabajador sufra un accidente.
- ✓ Produce irritabilidad.
- ✓ Dificulta el descanso.
- ✓ Disminuye la capacidad de concentración.

C. Efectos en el mecanismo de audición.

Se recogen los efectos, que el ruido produce en la salud de las personas. Estos efectos son:

- ✓ Eleva el umbral de audibilidad de forma temporal o de forma permanente.
- ✓ Produce dos tipos de traumas acústicos: agudo y crónico.
- ✓ El trauma acústico crónico es producido por el nivel del ruido y por el tiempo de exposición. Es una lesión irreversible, que ocasiona una lesión degenerativa de las células ciliadas externas, que se traduce en una hipoacusia neurosensorial.
- ✓ Produce pérdida de audición en algunas frecuencias.
- ✓ Produce laberintopatía crónica o trauma de Meniere.

7.2.2. Vigilancia de la salud.

El Real Decreto 286/2006, decreta que la periodicidad con la que los trabajadores deben someterse a los controles médicos auditivos, depende de los niveles de exposición de ruido a los que se encuentren expuestos. Por ello, el Real Decreto 286/2006 instaura que esos periodos de tiempo deben ser los siguientes:



Tabla 17: Controles médicos auditivos

Acciones preventivas	Niveles de exposición			
	< 80 dB(A)	> 80 dB(A) y/o > 135 dB(C)	> 85 dB(A) y/o > 137 dB(C)	> 87 dB(A) y/o > 140 dB(C)
Control médico auditivo		Si. Mínimo cada 5 años	Si. Mínimo cada 3 años	Si Anual

Las conclusiones de los datos obtenidos en esta tabla son:

- Los trabajadores de los puestos de trabajo de estrijo y de laboratorio se deberán someter a revisiones médicas de forma anual.
- Los trabajadores del puesto de trabajo de mantenimiento se deberán someter a revisiones médicas con una periodicidad mínima de 3 años.



7.3. Riesgo de atmósfera explosiva (atex) por polvo de sílice.

El Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, define atmósfera explosiva como: mezcla de aire y sustancias inflamables en forma de gas, vapor o polvo, que se produce en condiciones atmosféricas.

Esa mezcla de aire y sustancias inflamables en forma de gas, vapor o polvo, tiene la capacidad de propagar el inicio de la combustión. El proceso de explosión se origina con una acumulación de partículas, a partir de esta acumulación de partículas se crea una nube, que es la que se incendia y da lugar a la explosión.

Para que se produzca explosión por polvo, se necesita los siguientes componentes:

- ✓ Oxígeno
- ✓ Confinamiento
- ✓ Ignición
- ✓ Dispersión
- ✓ Combustible

Los polvos con capacidad de generar atmósferas explosivas, son:

- 1) Polvos formados a partir de materia orgánica (sustancias alimenticias, piensos, sustancias vegetales...).
- 2) Determinadas sustancias químicas (productos farmacéuticos, determinadas materias plásticas...).
- 3) Polvos provenientes del procesado y manipulación de algunos metales (aluminio, magnesio,...), finamente divididos y especialmente en atmósferas enriquecidas en oxígeno.

Por lo tanto, podemos asegurar que el polvo de sílice no genera atmósfera explosiva.

En nuestro caso, al tratarse de una explotación minera de cuarzo, existen máquinas que necesitan combustible, ésto da lugar a la existencia de tanques de almacenamiento de gasolina. La gasolina es un líquido inflamable, que genera vapores y esos vapores crean atmósferas explosivas. Por lo cual, hay que analizar si se produce atmósfera explosiva por vapor.

Observando la guía técnica de atmósfera explosivas en el lugar de trabajo, nos indica que todos los vapores de sustancias líquidas combustibles como: carburantes, aceites, combustibles, disolventes..., pueden causar atmósfera explosiva. Pero, en este caso, la velocidad de difusión depende de: las propiedades fisicoquímicas del fluido, punto de inflamación y de la temperatura ambiente. Podemos afirmar que existe riesgo de atmósfera explosiva (atex). Debido a ésto, se deben adoptar las medidas preventivas que decretan: el Real Decreto 681/ 2003 y el Real Decreto 1389/1997.



7.4. Otros riesgos existentes en la explotación minera de cuarzo

Debido a que en la explotación minera de cuarzo existen otros riesgos que afectan a la seguridad y salud de los trabajadores, considero necesario la elaboración de este subapartado, con el objetivo de informar de la existencia de estos riesgos, a parte de los riesgos de sílice y de ruido expuestos en este trabajo.

Los riesgos identificados en la explotación minera de cuarzo, se van a clasificar en tres grupos: seguridad, higiénicos y ergonómicos.

A. Seguridad

Se recoge un breve listado de los riesgos relacionados con la seguridad laboral:

- ✓ Caída de altura
- ✓ Caída al mismo nivel
- ✓ Riesgos eléctricos
- ✓ Riesgo por corte
- ✓ Riesgo por choque con máquinas móviles
- ✓ Riesgo por choque con máquinas inmóviles
- ✓ Riesgo de atropello
- ✓ Riesgo de atrapamiento

B. Higiénicos

Se expone una breve relación de los riesgos relacionados con la higiene industrial:

- ✓ Ruido
- ✓ Vibraciones
- ✓ Estrés térmico
- ✓ Sílice
- ✓ Riesgo biológico

C. Ergonómicos

Para poder identificar los posibles riesgos ergonómicos, que afectan a los trabajadores de la explotación minera de cuarzo, se debería realizar un análisis de: el ritmo de trabajo, monotonía, carga mental,... Dado que no dispongo de esta información, me veo incapacitado para poder desarrollar una relación de los riesgos existentes.

El único riesgo ergonómico que sopeso que existe es: el de postura forzada, por el tipo de trabajo que realizan los trabajadores.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y/O TÉCNICAS UTILIZADAS.

8.1. Bibliografía.

- 3M www.3m.com.es
- Atmósfera explosiva www.atmosferaexplosiva.com
- Boletín Oficial del Estado www.boe.es
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. www.insht.es
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad www.msssi.gob.es
- Catálogo 3M Productos de Protección Personal. Productos de protección auditiva.
- Catálogo 3M Protección Respiratoria en la Prevención de Sílice.
- Manual de Instrucciones para muestreador GIL- AIR.
- Guía del usuario del dosímetro CEL-SERIE 320/360.
- Nota técnica de prevención (NTP) 765. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (III): muestreadores de la fracción torácica, respirable y multifracción.
- Nota técnica de prevención (NTP) 787. Equipos de protección respiratoria: identificación de los filtros según sus tipos y clases.
- Nota técnica de prevención (NTP) 890. Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado.

8.2. Normativas

- ❖ Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- ❖ MTA/MA-014/A1 determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire – Método Gravimétrico.
- ❖ Norma UNE 481, de Julio de 1993. Atmósfera en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.
- ❖ Norma UNE-EN 482. Exposición en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos.



MÁSTER EN GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

- ❖ Norma UNE-EN ISO 13137, de Diciembre de 2014. Atmósfera en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos.
- ❖ Norma UNE-EN 13205. Atmósfera en el lugar de trabajo. Evaluación del funcionamiento de los instrumentos para la medición de concentraciones de aerosoles.
- ❖ Norma UNE 81550. Atmósfera en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracción respirable) con contenido en sílice libre cristalina, en aire.
- ❖ Norma UNE 81599. Exposición en el lugar de trabajo. Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable).
- ❖ Norma UNE-EN 61252. Electroacústica. Especificaciones para medidores personales de exposición sonora.
- ❖ Orden ITC/2585/2007, de 30 de Agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria (I.T.C.) 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- ❖ Real Decreto 286/2006, de 10 de Marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ❖ El Real Decreto 681/2003, de 12 de Junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- ❖ Real Decreto 773/1997, 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ❖ Real Decreto 863/1985, de 2 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- ❖ Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- ❖ Real Decreto 1389/1997, de 5 de Septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.



9. **ANEXOS (Planos, Figuras, Fotografías, etc.).**