

**INCIDENCIA DEL FACTOR DE PELIGRO “RUIDO” EN LA SALUD DE LOS
OPERARIOS DEL ÁREA DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MORICHE
OPERADO POR LA EMPRESA MANSAROVAR ENERGY.**

**DANIEL ANTONIO GALLO RUIZ
CÉSAR ALEXANDER VILLALOBOS CHAVEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2015

**INCIDENCIA DEL FACTOR DE PELIGRO “RUIDO” EN LA SALUD DE LOS
OPERARIOS DEL ÁREA DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MORICHE
OPERADO POR LA EMPRESA MANSAROVAR ENERGY.**

**DANIEL ANTONIO GALLO RUIZ
CÉSAR ALEXANDER VILLALOBOS CHAVEZ**

**Trabajo de grado para optar por el título de
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**DIRECTOR
CÉSAR EDMUNDO VERA GARCÍA
INGENIERO INDUSTRIAL
ESP. EN INGENIERÍA AMBIENTAL
ESP. EN SALUD OCUPACIONAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este proyecto a mis padres Siervo y Patricia quienes siempre han confiado en mí y a quienes debo ser la persona que soy.
A mi hermana Alejandra por el apoyo incondicional. A Radamel, amigos y a Dios, quienes considero parte importante de mi vida.*

Daniel Antonio Gallo Ruiz

A Dios gracias por esta bendición de poder nuevamente culminar un objetivo tan importante en mi vida. A mi madre Gloria Elsa Chavez, quién ha sido mi mayor impulsora en todos los objetivos que me he propuesto a lo largo de mi vida y quién ha sido mi soporte, padre y madre, mi orgullo. A mi Novia Diana Paola Alvarez, quién con su amor y dedicación ha hecho que este camino esté lleno de momentos maravillosos, y quién me ha regalado todo su apoyo y su respaldo para alcanzar este objetivo. A mis abuelos quienes desde el cielo celebraran este logro maravilloso, de cual ellos hicieron parte en vida. A mi familia quienes han sido parte vital con su apoyo y su respaldo en los momentos que más lo he necesitado. A mis amigos quienes han sido un apoyo moral y han sido fieles testigos del esfuerzo para lograr esta gran victoria. A todos mil gracias y que Dios los bendiga.

César Alexander Villalobos Chavez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería de Petróleos por brindarnos tan excelente educación.

Al Ingeniero Cesar Vera, por su colaboración, dedicación, conocimiento y compromiso que permitió la realización de este proyecto.

Al Ingeniero Mauricio Patarroyo por la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto en las instalaciones de Mansarovar Energy Colombia Ltd, en el área de Perforación y Well Service.

Al Ingeniero Efraín Sarmiento, analista HSE del taladro, quién brindó todo su apoyo durante los trabajos realizados en campo.

Al Ingeniero Herney Delgado por su colaboración, y la disposición para conseguir y organizar los desplazamientos a campo.

A Daniel Machado y Heber Rojas, jefes HSE de Mansarovar Energy Colombia Ltd, base Puerto Boyacá, quienes hicieron posible el desarrollo de este proyecto, como un aporte al mejoramiento continuo de sus operaciones y a su campaña 24/7 HSE de trabajo seguro.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.3 ALCANCE	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 SONIDO	22
2.1.1 Percepción del sonido	22
2.1.2 Características del sonido:	23
2.1.3 Partes del oído	25
2.2 RUIDO	26
2.2.1 Tipos de Ruido	27
2.2.2 Afectaciones por Ruido	28
2.2.3 Efectos que influyen en la exposición al ruido	29
2.2.4 Efectos fisiológicos de la exposición del ruido	30
3. NORMATIVIDAD	32
3.1 VALORES PERMISIBLES DE RUIDO EN LOS LUGARES DE TRABAJO ...	33
4. METODOLOGÍA	36
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
6. CONCLUSIONES	47
7. ALTERNATIVAS	49
8. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	55

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Encuesta presentada a los empleados.....	56
Anexo B: Compilación información encuesta.....	57
Anexo C: Certificado de calibración sonómetro.	59
Anexo D: Matriz de riesgos.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rangos de Audición.....	23
Figura 2. Estructura del Oído.....	26
Figura 3. Identificación de puntos de interés en la locación del taladro MEC 4 mediante muestreo.....	38
Figura 4. Lay Out Locación MEC 4 Segunda Visita.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores permisibles para ruido.	33
Tabla 2. Muestreo Primera Visita.	39
Tabla 3. Clasificación de problemas auditivos y enfermedades asociadas al ruido de acuerdo a la edad del personal.	40
Tabla 4. Clasificación de problemas auditivos y enfermedades asociadas al ruido de acuerdo al horario de trabajo del personal.	41
Tabla 5. Medición en Puntos Críticos.	43
Tabla 6. Medición en Bombas y Unidad Básica.	44

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Estadística general de enfermedades.	42
Gráfica 2. Audiometría de referencia.	46

RESUMEN

TITULO: INCIDENCIA DEL FACTOR DE PELIGRO “RUIDO” EN LA SALUD DE LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MORICHE OPERADO POR LA EMPRESA MANSAROVAR.*

AUTORES: DANIEL ANTONIO GALLO RUIZ, CÉSAR ALEXANDER VILLALOBOS CHAVEZ. **

PALABRAS CLAVES: RUIDO, INCIDENCIA, EXPOSICIÓN, PERFORACIÓN.

DESCRIPCIÓN:

Actualmente, los requerimientos en materia de seguridad y salud en el trabajo para todas las áreas de la industria, requieren del más estricto seguimiento y control, por tanto, la empresa Mansarovar Energy Colombia (MEC), comprometida con su política de calidad, salud y seguridad para sus empleados, permite la realización de este trabajo de investigación, con el ánimo de analizar las condiciones actuales en materia de ruido, a las cuales están expuestos sus trabajadores del área de Perforación y Well Service. Por tanto y con el objetivo de mantenerse dentro del estándar de mejoramiento continuo, MEC pone a disposición su infraestructura y su área de trabajo para el análisis de la incidencia del ruido en la salud de sus operarios.

En este trabajo se establecieron distintos puntos de medición dentro del área, en donde se encontraban los niveles más altos de exposición al ruido. Con la ayuda de un sonómetro se realizaron 4 medidas en diferentes direcciones para cada uno de los puntos establecidos. Se realizaron medidas de percepción del ruido durante la operación de perforación. En el mismo sitio de trabajo de cada operador se dispuso del sonómetro a la misma altura del oído de cada uno y así se obtuvieron las distintas lecturas. Luego con un ajuste logarítmico para los niveles equivalentes se obtuvieron las medidas promedio de nivel sonoro a las que se encuentran expuestos los operarios en un turno de 8 horas diarias.

Con los resultados obtenidos y comparando con las audiometrías, se pudo determinar la incidencia que tiene la exposición actual, y por ende, los futuros impactos que puede generar en la persona si continua sometido a tal exposición.

Finalmente se proporcionaron estrategias para la disminución del impacto recibido por los operadores, garantizando mejor desempeño en el trabajo sin afectación de su calidad de vida.

*Proyecto de grado

**Facultad de ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Ing. César Edmundo Vera García

ABSTRACT

TITLE: INCIDENCE OF DANGER FACTOR "NOISE" ON THE HEALTH OF WORKERS IN DRILLING AREA IN THE MORICHE FIELD OPERATED BY MANSAROVAR.*

AUTHORS: DANIEL ANTONIO GALLO RUIZ, CÉSAR ALEXANDER VILLALOBOS CHAVEZ. **

KEY WORDS: NOISE, INCIDENCE, EXPOSITION, DRILLING.

DESCRIPTION:

Currently, the requirements of security and health at work, for all industry areas, require of strict monitoring and control, therefore, Mansarovar Energy Colombia Company (MEC), committed with their quality, health and security policy, allows carrying out this investigation work which has the intention of analyze the current conditions in matters of noise, which the workers are dangerous on Drilling and Well Service area. Therefore, with the objective of maintain inside of improvement constant standard, MEC put at disposal their infrastructure and work area for the analysis of noise incidence in the workers health.

In this work, different points of measurement inside the area were established, where the highest level of exposition to the noise were found. Using a sound level meter, four measurements in different directions for each established point were made. Measurements of noise perception during drilling operation were made. At the same place of work of each worker, the sound level meter at the same level of workers inner ear were putted, like this were got different readings. Then with logarithmic adjust for equivalent levels, were got average measurements of resounding level which the workers are dangerous in 8 hours a day shift.

With the results got, and comparing with the auditory examinations, were possible establish the incidence that the current dangerous have, and besides the future impacts that noise can generate on each worker if they continue subject to dangerous.

Finally, strategies to reduce the impact received by workers were provided, seeking to ensure the best performance in the work without any problem in their quality live.

*Bachelor Thesis

**Facultad de ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Ing. César Edmundo Vera García

INTRODUCCIÓN

La exposición a niveles de ruido excesivos provoca una alteración y perturbación en la persona. Alteraciones en el trabajo, el descanso y la comunicación, además de varias reacciones psicológicas se han relacionado con exposiciones superiores a las permitidas.

La salud y seguridad en el trabajo se han transformado en un elemento de gran importancia en las empresas, ahora este campo forma parte del plan de desarrollo que las empresas implementan sobre todas sus actividades para proporcionar ambientes de trabajo seguros y responsables. La seguridad industrial ya no implica solamente los accidentes que puedan ocurrir, sino también incluye lo relacionado con el deterioro de la salud y desgaste de la fuerza laboral, traduciéndose en predisposición a enfermarse más rápidamente y disminución de la calidad de vida.

A pesar del constante riesgo que se corre en el trabajo, especialmente en operaciones de perforación, los accidentes y lesiones se pueden prevenir, procurando conservar condiciones de trabajo seguras, limpias, ordenadas y monitoreando los agentes que pueden generar consecuencias a los trabajadores.

La prevención debe ser siempre de conocimiento público y su aplicación depende tanto del empleado como del empleador. El empleador debe garantizar las condiciones óptimas y seguras para sus empleados, brindándoles capacitación para cada una de las actividades que se deban realizar en campo y así mismo, es su responsabilidad hacer visibles las políticas de seguridad y sus normas de trabajo seguro para todo su personal, de manera que cada uno de ellos tenga a su alcance todas las garantías para un desempeño seguro, y al final de sus jornadas de trabajo, puedan regresar a salvo a sus hogares. Todo esto hace parte del gran compromiso que tiene Mansarovar Energy Colombia Ltd con sus trabajadores, por

eso mediante la campaña 24/7 HSE se encargan de mostrar tanto a su grupo de trabajo como a los trabajadores externos, que lo más importante dentro de su compañía es la seguridad de todos, y que antes que el rendimiento o éxito de cualquier operación, lo más importante es la vida de cada ser humano. Ya que el compromiso es total con la seguridad de sus trabajadores, MECL permitió a este grupo hacer parte de su equipo de trabajo para contribuir al mejoramiento continuo y al bienestar de los trabajadores mediante la adopción de medidas para el trabajo seguro y el desempeño adecuado en la fase de perforación en un campo petrolero, mitigando el impacto generado por el ruido.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

La realización de este proyecto contó con la colaboración del Ingeniero Industrial Efraín Sarmiento como asesor durante los trabajos en campo, el jefe HSE del campo el Ingeniero Industrial Daniel Machado y su homólogo el Ingeniero Heber Rojas, como asesores y encargados del ingreso a campo, el Jefe del área de Perforación y Well Service de Mansarovar Energy Colombia Ltd., el Ingeniero de Petróleos Mauricio Patarroyo, quién brindó su respaldo para el desarrollo de este proyecto y por último el Ingeniero Industrial, Profesor César Edmundo Vera García como director de proyecto.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria petrolera existen puntos críticos dentro del área de perforación, donde los niveles de ruido superan en gran medida los niveles permisibles por la normatividad legal vigente (Normatividad Colombiana), por ende revierten gran interés para ser evaluados, y así determinar si la exposición que tienen los trabajadores de dicha área es adecuada o excesiva, y por ende evitar riesgos en su salud. De haber hallazgos negativos, se requiere la aplicación de posibles mejoras. A su vez también es necesario evaluar si existen falencias en cuanto al uso de elementos de protección personal (EPP'S), específicamente protectores auditivos, es decir, si se evidencia que los protectores usados no son adecuados para mitigar el impacto del ruido sobre cada uno de los trabajadores, se deben aplicar correctivos inmediatos.

1.2 OBJETIVOS

✓ **General**

Determinar de manera teórico práctica, mediante análisis estadístico y mediciones en campo, la incidencia negativa que presenta el factor de peligro ruido, sobre la salud de los trabajadores del área de perforación en el campo Moriche.

✓ **Específicos**

- Medir los niveles de intensidad sonora (en un campo petrolero) con el fin de determinar los tiempos máximos de exposición a los que pueden ser sometidos los trabajadores durante las operaciones de perforación.
- Realizar un análisis de riesgos, teniendo en cuenta los horarios en los que se presenta mayor intensidad sonora, y si los tiempos de exposición inciden en disminuir la capacidad auditiva.
- Revisión de históricos de enfermedades laborales del personal que está en campo, con el fin de analizar cambios en la capacidad auditiva.
- Plantear alternativas para la empresa, que permitan mitigar o reducir el impacto del ruido en la salud de los operadores del campo, es decir, que permitan generar cambios positivos tanto en la fuente, el medio y el receptor del factor de peligro.

1.3 ALCANCE

La aplicabilidad del estudio que se desea realizar en el campo, consiste en la identificación, valoración y solución de los posibles problemas que el factor de peligro 'ruido' pueda ocasionar sobre la población presente por distintos periodos de tiempo en la locación. Se identificarán la fuente de ruido, los puntos de mayor influencia sobre el personal y aquellos sitios en donde sea menor el impacto y por ende menor la incidencia de acuerdo al tiempo de exposición, sobre las capacidades auditivas y motoras de todos los empleados presentes en el lugar. Asimismo se logrará dar planes de prevención especializados en las todas las aéreas afectadas por la exposición a este factor, luego de realizar el respectivo análisis estadístico.

2. MARCO TEÓRICO

En una locación petrolera, los niveles de ruido generados por los equipos y maquinaria en general, usadas en perforación y trabajos de completamiento, suelen ser de gran intensidad, por tal razón, es común encontrar como primera medida para el ingreso al campo el uso de implementos de protección personal, para este caso unos tapones o protectores auditivos o el uso combinado de ambos dependiendo la intensidad sonora generada en el área. Por ende y como primera medida se comienza con la identificación del tipo de ruido que afecta el área de perforación y su respectiva caracterización.

2.1 SONIDO

El Sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que es percibido por el oído humano.

2.1.1 Percepción del sonido: Las frecuencias audibles para el oído humano van de 20 a 20000 ciclos por segundo que se conocen como Hertz y se abrevia Hz. De 0 a 20 Hz son infrasonidos y de 20000 Hz en adelante son ultrasonidos.

El Sonido es percibido por una persona cuando las ondas sonoras que vienen del exterior son captadas por el pabellón auricular y el canal auditivo, chocan con el tímpano y de aquí se transmiten a la cadena de huesecillos, que se mueven y vibran, pasando la onda sonora al oído interno, en donde se encuentra un líquido dentro del caracol, y este líquido baña un conjunto de células ciliares que forman el Órgano de Corti. Estas células son de estructura nerviosa y se enlazan con los nervios que van a la superficie del cerebro, donde se percibe todos los sonidos y,

al mismo tiempo, da las órdenes sobre lo que tiene que hacer el cuerpo en ese momento.

2.1.2 Características del sonido:

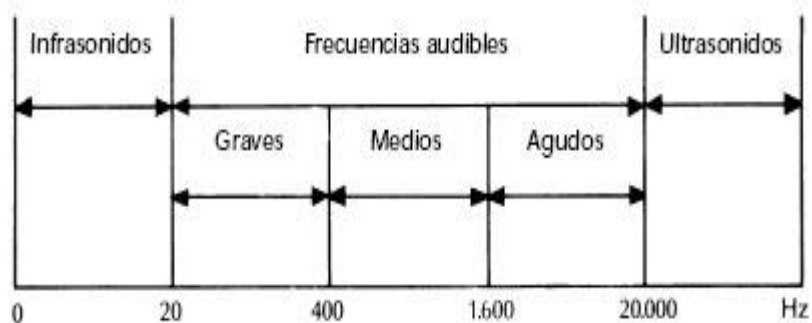
Los principales elementos de las ondas son:

- **Frecuencia (F)**

Se define como el número de variaciones de presión que ocurren en la unidad de tiempo, generalmente un segundo. Se expresa en Ciclos por Segundo (CPS) o en Hertzios (Hz). La frecuencia es el factor que califica la agudeza del sonido: los tonos graves corresponden a frecuencias bajas y los tonos agudos a frecuencias altas.

El oído normal de personas jóvenes adultas puede percibir sonidos que se encuentran en rango de frecuencias de 20 a 20.000 Hz, es la llamada “Gama de Frecuencia Audibles” o “Rango de Audición”. (Figura 1)

Figura 1. Rangos de Audición.



Fuente: <http://foros.doctorproaudio.com/showthread.php?19090-Tabla-de-Equalizaion>

El oído humano es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 1.000 y 5.000 Hz. Las frecuencias correspondientes a la voz hablada están entre los 300 y 3.000 Hz llamado Rango de Conversación.

- **Periodo (T)**

Es el tiempo que transcurre para que la onda efectúe un ciclo completo. Se expresa en segundo u otra unidad de tiempo.

$$T = 1/ F$$

- **Longitud de onda (λ)**

La distancia entre dos puntos máximos o puntos mínimos sucesivos. Se puede decir que equivalen a un período. Se expresa en metros o en pies.

$$\lambda = C/F = CT$$

Dónde:

C = Velocidad de propagación.

La velocidad de propagación de una onda en el aire está relacionada con la frecuencia (F) y la longitud de onda (λ) mediante la ecuación:

$$\lambda = \left(\frac{C}{F} \right)$$

- **Amplitud (A)**

Es la división de la partícula que oscila con respecto a su posición de equilibrio. También se le denomina amplitud a la diferencia de presión entre la que se presenta en un momento determinado y la presión normal ambiental. Se mide en Pascales, Newton por metro cuadrado (N/M²) o en decibeles (dB).

$$A = A_{\max} \text{ Sen } 2 \pi f t = A_{\max} \text{ Sen } \omega t$$

Dónde:

f = Frecuencia (ciclos/seg)

t = Tiempo (seg)

ω = Pulsación o Frecuencia angular (Radianes/seg)

2.1.3 Partes del oído

- **Oído externo**

Es la parte visible del oído, se denomina Pabellón Auricular (oreja). Es una estructura cartilaginosa situada a ambos lados de la cabeza cuya forma ayuda a la recepción del sonido y aporta cierta discriminación direccional. El Pabellón Auricular forma la entrada al canal auditivo, el cual conduce las ondas sonoras hacia el tímpano. El tímpano se encuentra al final del canal auditivo y separa el oído externo del oído medio. Es un cono bajo de unos 7 mm de diámetro, con el vértice dirigido hacia el centro.

- **Oído medio**

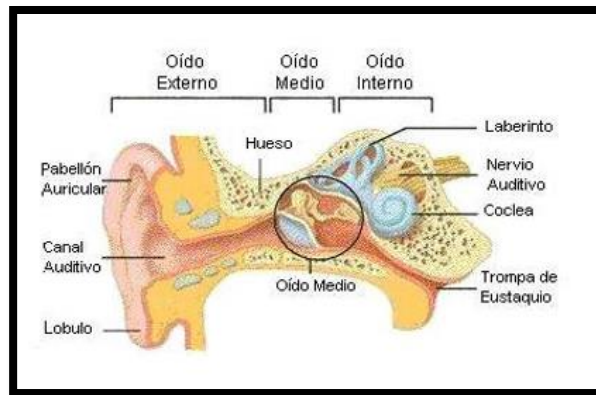
Es una cavidad llena de aire de unos dos centímetros cúbicos y contiene el mecanismo que transmite el movimiento vibratorio desde el tímpano hacia el oído interno. Este mecanismo, denominado “Cadena de huesecillos”, está formado por

tres pequeños huesos: martillo, yunque y estribo. La cadena de huesecillos está suspendida por ligamentos y estirada por dos pequeños músculos; el tímpano tensor y el músculo del estribo.

- **Oído interno**

Es un sistema complejo de canales de fluidos inmerso en el hueso temporal. En su interior se localizan las terminaciones nerviosas que aportan los sentidos del equilibrio y la audición. Las fibras nerviosas auditivas terminan en la cóclea. Esta es una configuración en forma de caracol de 2 ½ vueltas.

Figura 2. Estructura del Oído.



Fuente: Escuela Colombiana de Ingeniería. Niveles de Ruido, Protocolo. 2007.

2.2 RUIDO

El ruido es un sonido no deseado, su intensidad se mide en decibelios (dB). La escala de decibelios es logarítmica, por lo que un aumento de tres decibelios en el nivel de sonido ya representa una duplicación de la intensidad del ruido. Para poder tener en cuenta que el oído humano reacciona de forma distinta a diferentes

frecuencias, la fuerza o intensidad del ruido suele medirse en decibelios con ponderación A (dB(A)).

No es solo la intensidad la que determina si el ruido es peligroso; también es muy importante la duración de la exposición. Para tener en cuenta este aspecto, se utilizan niveles medios de sonido ponderados en función de su duración. En el caso del ruido en el lugar de trabajo, esta duración suele ser la de una jornada de trabajo de ocho horas.

2.2.1 Tipos de Ruido

- **Ruido Continuo**

Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece constante o casi constante, con fluctuaciones hasta de un segundo, y que no presenta cambios repentinos durante su emisión. Se caracteriza porque su nivel sonoro es relativamente uniforme, con muy pocos cambios del nivel sonoro con respecto al tiempo.

- **Ruido intermitente**

Cuando se alternan periodos de presencia con los de ausencia de ruido, los cuales pueden tener un esquema de regularidad o de irregularidad.

- **Ruido Impulsivo o de Impacto**

Es aquel cuyas variaciones en los niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo. Cuando los intervalos son menores de un segundo, podrá considerarse el ruido como continuo. Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos.

2.2.2 Afectaciones por Ruido

El ruido además de ser molesto, puede afectar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración, por esto puede originar accidentes al dificultar la comunicación y las señales de alarma.

El ruido es una de las enfermedades profesionales más comunes, puede provocar problemas de salud crónicos y hacer que se pierda el sentido del oído, a causa de la exposición continua en el lugar del trabajo.

La exposición breve a un ruido excesivo puede ocasionar pérdida temporal de la audición, que dure de unos pocos segundos a unos cuantos días.

La exposición al ruido durante un largo periodo de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición. La pérdida de la audición que se va produciendo a lo largo del tiempo no es siempre fácil de reconocer y, desafortunadamente la mayoría de los trabajadores no se dan cuenta de que se están volviendo sordos hasta que su sentido del oído ha quedado dañado permanentemente.

Desde el punto de vista industrial, el ruido es uno de los principales factores que origina disminución de productividad de los empleados. Es por eso que se hace necesario, reconocer este factor que tiene gran repercusión económica en un negocio.

Además de las situaciones ya mencionadas, existen otras que no se encuentran directamente asociadas a la pérdida de la capacidad auditiva, pero sí a la alteración de la tranquilidad y el bienestar de las personas que laboran en el área como lo son el estrés, la pérdida de sueño (insomnio), ansiedad, depresión, cambios en el comportamiento (conductas agresivas) y baja productividad, lo cual para una empresa puede verse reflejado negativamente en el desarrollo de sus proyectos.

2.2.3 Efectos que influyen en la exposición al ruido

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es la disminución del umbral de la audición. Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva:

- **Intensidad**

Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de presión sonora y daño auditivo, si es evidente que cuanto mayor es el nivel de presión sonora, mayor es el daño auditivo.

- **Tipo de Ruido**

Influye en cuanto a su carácter de estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Es generalmente aceptado que el ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo. Se considera habitualmente que un ruido que se distribuya en gran parte en frecuencias superiores a 500 Hz presenta una mayor nocividad que otros cuyas frecuencias dominantes son las bajas.

- **Tiempo de Exposición**

Se consideran desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, que es lo que normalmente es entendido por tiempo de exposición, y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de ruido determinado.

- **Edad**

Hay que tener en cuenta que el nivel de audición se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.

- **Susceptibilidad Individual**

Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.

- **Sexo**

Se considera que las mujeres son menos susceptibles al ruido.

Los efectos en la salud por la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición.

2.2.4 Efectos fisiológicos de la exposición del ruido

- **Efectos respiratorios**

Aumento de la frecuencia respiratoria, que vuelve a su normalidad cuando cesa la exposición.

- **Efectos Cardiovasculares**

Aumento de la incidencia de trastornos como hipertensión arterial y arteriosclerosis

- **Efectos Digestivos**

Aumento de la incidencia de úlceras gastrointestinales y acidez.

- **Efectos Visuales**

Alteraciones de la agudeza visual, del campo visual y de la visión cromática.

- **Efectos Endocrinos**

Modificaciones en el normal funcionamiento de diversas glándulas como la hipófisis, tiroides, suprarrenales, etc., produciendo variaciones en la concentración en la sangre de las hormonas que segregan las mismas.

- **Efectos sobre el Sistema Nervioso**

Alteraciones en el electroencefalograma, trastornos del sueño, cansancio, irritabilidad, inquietud e inapetencia sexual. Tiene especial importancia el efecto que tiene el ruido de disminuir el grado de atención y el aumento del tiempo de reacción, con lo que favorece el aumento de los errores y accidentes en el trabajo.

- **Efectos sobre el trabajo**

Perturbaciones en las conversaciones, disminución de la productividad y deficiencia laboral.

- **Efectos psicológicos**

Fatiga, irritabilidad, nerviosismo y estrés.

3. NORMATIVIDAD

Según la normatividad colombiana, establecida en la resolución 8321 de 1983 por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, y la resolución 1792 de 1990 expedida por los ministerios de salud, trabajo y seguridad social, tenemos las siguientes definiciones importantes para la interpretación del estudio:

Contaminación por ruido: Se entiende como cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma.

Decibel (dB): Se entiende como la unidad de sonido que expresa la relación entre las presiones de un sonido cualquiera y un sonido de referencia en escala logarítmica. Equivale a 20 veces el logaritmo de base 10 del cociente de las dos presiones.

Nivel de ruido: Se entiende por nivel de ruido aquel medido en decibeles con un instrumento que satisfaga los requisitos de la resolución 8321 de 1983.

Sonómetro: Se entiende por cualquier instrumento usado para medir niveles de presión sonora.

3.1 VALORES PERMISIBLES DE RUIDO EN LOS LUGARES DE TRABAJO

Según la resolución 1792 de 1990, los valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente son:

Tabla1. Valores permisibles para ruido.

DURACION DE LA EXPOSICION (h)	NIVEL DE PERMISIBILIDAD (dB)
24	77
16	80
12	82
8	85
4	90
2	95
1	100
0,5	105
0,25	110
0,125	115

Fuente: Resolución 1792 de 1990.

La tabla anterior se encuentra fundamentada en la ecuación (1):

$$t_p = \frac{8 h}{2^{\left(\frac{L_p - TLV}{5}\right)}} \quad (1)$$

Donde:

t_p : Tiempo permisible en horas.

L_p : Nivel de presión sonora medido en dB.

TLV: Nivel de presión sonora permisible para 8 horas.

Los valores límites permitidos para el ruido dependerán del tiempo de exposición para ruido continuo y del número de impulsos para ruidos de impacto. No se permite ningún tiempo de exposición a ruido continuo o intermitente por encima de 115 dB(A) de presión sonora. Así mismo, la ley contempla obligaciones que deben cumplir tanto empleado como empleador para la seguridad laboral.

✓ **Obligaciones del empleador**

- Proteger a los trabajadores contra los riesgos de ruidos.
- Reducir al nivel más bajo, técnica y razonablemente posible, el ruido en todos los centros de trabajo.
- Evaluar la exposición de los trabajadores al ruido.
- Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes sobre las medidas de prevención del ruido.
- Realizar control médico auditivo (Audiometría).
- Proporcionar equipos de protección individual.
- Requerir del proveedor de equipos, la indicación sobre el ruido que producen.
- Acondicionar acústicamente los centros de trabajo.
- Analizar y desarrollar un programa de medidas técnicas y organizativas en los puestos de trabajo, en los que el nivel diario equivalente sea superior a 90 dB (A) o el nivel pico supere a los 140 dB y señalar dichos lugares.
- Mantener archivados los datos de las evaluaciones y controles médicos realizados.

✓ **Obligaciones del empleado**

- Conservar la vida y la salud.
- Ser formados en la prevención de los riesgos a los que estén expuestos.
- Participar en los programas de prevención y evaluación de riesgos.

- Estar presentes en las mediciones acústicas.
- Ser informados de los resultados y de las medidas que deben adoptarse.
- Solicitar protección auditiva a partir de 80 dB (A).
- Usar obligatoriamente elementos de protección personal (EPP'S) a partir de 90 dB (A).
- Seguir métodos correctos de trabajo para no desvirtuar las mediciones.

4. METODOLOGÍA

Analizando los ya conocidos problemas asociados a la percepción del ruido que se pueden presentar en un campo petrolero, especialmente en operaciones relacionadas con la perforación, se pretende cuantificar la incidencia que realmente tiene esta exposición sobre los trabajadores de turno.

Para lograr esto, se hizo una primera visita de reconocimiento al Campo Moriche en la locación del taladro MEC 4. Allí se realizó un muestreo, recopilación de información con los trabajadores, identificación del peligro, valoración de los riesgos y por último se hizo una pequeña socialización acerca del interés y objetivo del proyecto. En diálogo con el analista HSE encargado, el Ingeniero Efraín Sarmiento, se discutió acerca de qué puntos podrían presentar las mayores exposiciones al ruido y en donde ellos como empresa, quisieran ser evaluados.

Con el uso de un sonómetro (Equipo que permite medir los niveles de presión sonora en la escala de atenuación requerida y la evaluación de ruidos continuos e intermitentes durante la jornada de trabajo), previamente calibrado y con certificación vigente, se realizó un desplazamiento por la locación y en los puntos anteriormente establecidos y algunos que se determinaron como importantes, se realizaron las mediciones y anotaciones de un total de 5 puntos distribuidos principalmente alrededor del taladro. Dichas mediciones, fueron realizadas para una frecuencia de 1000 Hz, la cual es una frecuencia base (de referencia) dentro del rango de frecuencias denominadas audibles. Con observaciones preliminares, se pudo confirmar que en todos los puntos se presenta un nivel superior a 85 dB, máximo permitido para una exposición de 8 horas.

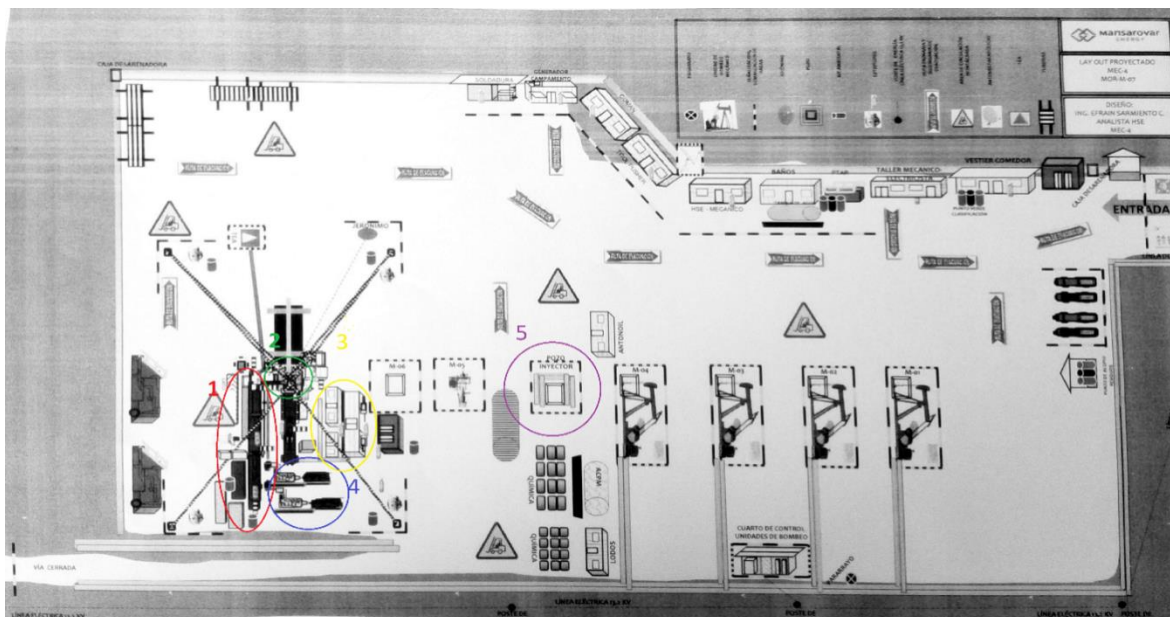
Con los resultados obtenidos y analizados, se realizó una segunda visita al mismo campo y al mismo taladro, esta vez la visita tuvo el fin de realizar unas mediciones de carácter definitivo con las cuales se hizo el análisis estadístico que permitió evaluar más detalladamente la incidencia del ruido en la salud de los trabajadores. En la nueva visita se retomaron los puntos anteriores en donde se comprobaron

niveles altos de exposición, pero en esta ocasión se realizaron 4 mediciones en cada punto, cada una orientada hacia un punto cardinal (Norte, Sur, Oriente, Occidente) con centro en el puesto de trabajo de cada operario, logrando así una percepción real del ruido. Los resultados obtenidos y su respectivo análisis se discuten a continuación.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la primera visita se realizó un reconocimiento del área, y por ende una delimitación de la misma para establecer los puntos de interés a medir y darle enfoque al estudio. A su vez se realizó la identificación del peligro y la valoración de riesgos mediante la matriz de riesgos, basados en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional - 2010-12-15) (ver anexo D). La visita se realizó al Campo Moriche operado por Mansarovar Energy Colombia, específicamente al área de Perforación y Well Service. El equipo de perforación visitado fue el MEC 4 (Notación establecida por la empresa para cada uno de sus taladros o equipos de perforación, Mansarovar Energy Colombia 4). El Lay Out o esquema de la locación fue suministrado por el jefe HSE del taladro, el Ingeniero Efraín Sarmiento para hacer la caracterización de los puntos de interés. El mismo se muestra a continuación:

Figura 3. Identificación de puntos de interés en la locación del taladro MEC 4 mediante muestreo.



Fuente: Mansarovar Energy Colombia, Ing. Efraín Sarmiento, Analista HSE

Luego de realizar la identificación del área, se procedió a realizar el respectivo muestreo para hallar los puntos de interés. Este consistió en tomar mediciones en diferentes puntos de la locación (Siempre en las inmediaciones del taladro y en la mesa rotaria, y descartando puntos como los containers y caseta de vigilancia) con el acompañamiento permanente del jefe HSE y tomando en cuenta las recomendaciones del mismo sobre los puntos de mayor interés para ellos. Los datos recopilados en los puntos de interés identificados se muestran a continuación:

Tabla 2. Muestreo Primera Visita.

NÚMERO	PUNTOS	NIVEL SONORO (dB)
3	Generador Centrifuga	92.5
		88.8
1	Tanque Lodo	89.8
		91.4
4	Centrifuga	90.6
		89.7
2	Unidad Básica (Mesa)	94
		89
	Perforador	90
		93
Caseta del Supervisor (Perro)	88.6	
4	Motor Bombas	91
5	Pozo Inyector	67.2

Durante la primera visita, se encontraban realizando operaciones para sacar tubería del pozo, lo cual hace parte de las operaciones de perforación. Como se puede evidenciar en la tabla 2, todos los puntos monitoreados (Salvo el Pozo Inyector) son de interés debido a que el nivel sonoro en promedio se encuentra

por encima de los 85 dB. Cabe aclarar que estas operaciones representan el más bajo nivel de ruido durante los trabajos de perforación, de manera que al tener niveles representativos de ruido, implica que el resto de operaciones presentan niveles mucho más altos y de consideración, por lo cual se hace necesario aplicar medidas de prevención para evitar afectaciones en los trabajadores.

También durante la fase de reconocimiento en la primera visita, se hizo la recopilación de información a través de una encuesta (ver anexo A) con cada uno de los miembros de la cuadrilla del MEC 4. Los trabajadores estuvieron en disposición para dar a conocer sus condiciones de trabajo y su estado actual en materia auditiva y enfermedades asociadas al ruido. Dicha información fue organizada y tabulada (ver anexo B) para luego caracterizar dos aspectos principales, la edad del personal, y el tiempo de permanencia en campo. Estos dos aspectos fueron relacionados con los hallazgos de problemas auditivos y enfermedades asociadas al ruido, y se muestran a continuación:

Tabla 3. Clasificación de problemas auditivos y enfermedades asociadas al ruido de acuerdo a la edad del personal.

PERSONAS					
EDADES	CANTIDAD	PROBLEMAS AUDITIVOS	OTRA ENFERMEDAD ASOCIADA	COMBINADO ENFERMEDADES	PORCENTAJE EDADES
20 y 30 Años	8	1	4	0	36.36%
31 y 40 Años	5	0	3	0	22.73%
41 y 50 Años	7	0	3	2	31.82%
Mayor a 50 Años	2	0	1	1	9.09%
TOTAL	22	1	11	3	100.00%
PORCENTAJE	100%	4%	50%	14%	

La tabla 3 muestra varios aspectos interesantes. Por ejemplo muestra que de un total de 22 personas que integran el personal en el área de perforación, 1 persona presenta problemas auditivos y son conscientes de ello. A su vez 11 personas de las 22, que equivalen a un 50% del personal, manifiestan presentar alguna otra

enfermedad asociada al ruido, lo cual es un porcentaje bastante alto considerando el bajo número de personas. Por otro lado, de las 22 personas encuestadas, 3 comparten problemas auditivos y otra u otras enfermedades asociadas al ruido. Esto permite evidenciar que el porcentaje de trabajadores de avanzada edad es alto, lo que los hace más propensos a adquirir enfermedades asociadas al ruido, y por ende más vulnerables al desgaste y deterioro de la salud.

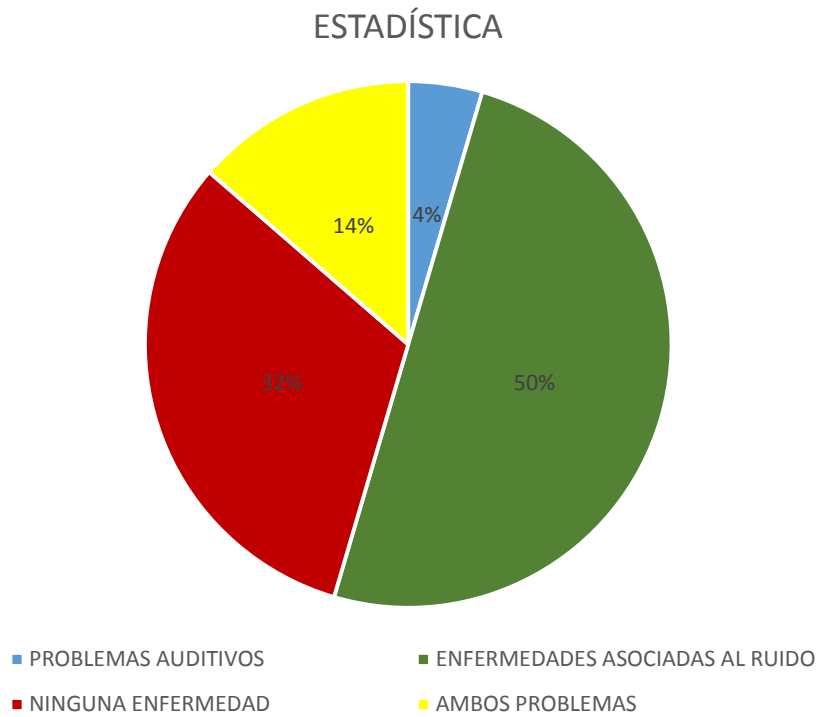
Tabla 4. Clasificación de problemas auditivos y enfermedades asociadas al ruido de acuerdo al tiempo de permanencia en campo.

PERSONAS					
TIEMPO DE PERMANENCIA (Horas)	CANTIDAD	PROBLEMAS AUDITIVOS	OTRA ENFERMEDAD ASOCIADA	COMBINADO ENFERMEDADES	PORCENTAJE PERMANENCIA
8 *	14	1	6	2	64%
12 *	3	0	2	0	14%
24 *	5	0	3	1	23%
TOTAL	22	1	11	3	100%
PORCENTAJE	100%				

*Corresponde al tiempo de permanencia de cada trabajador en la locación.

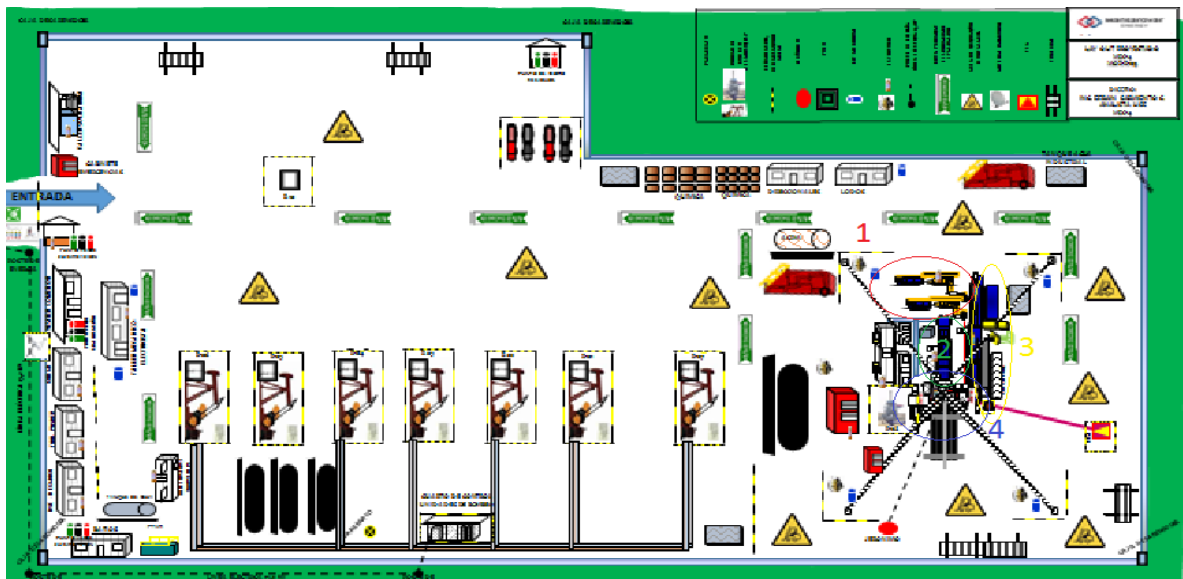
La tabla 4 también muestra datos de gran importancia. Por ejemplo que el 64% de los empleados tienen un tiempo de permanencia en campo de 8 horas diarias y el otro 37% se dividen en jornadas de 12 y 24 horas. A su vez, se observa que la mayoría de personas que presentan problemas de salud se encuentran en la jornada de 8 horas, lo que permite intuir, que aunque su permanencia en campo es más corta, su exposición al ruido es continua. La estadística general de enfermedades se resume en la siguiente gráfica:

Grafica 1. Estadística general de enfermedades.



Ya durante la segunda visita, se encontraban perforando y en fase de circulación para arrancar el completamiento del pozo. El Lay Out de la locación se muestra a continuación:

Figura 4. Lay Out Locación MEC 4 Segunda Visita.



Fuente: Mansarovar Energy Colombia, Ing. Efraín Sarmiento, Analista HSE

Los nuevos datos recopilados durante la segunda visita son los siguientes:

Tabla 5. Medición en Puntos Críticos.

COORDENADAS					
PUNTOS	NORTE Intensidad (dB)	SUR Intensidad (dB)	ORIENTE Intensidad (dB)	OCCIDENTE Intensidad (dB)	NIVEL EQUIVALENTE TOTAL (dB)
Generador	97,8	97,7	98,1	97,5	103,8
Tanques de Lodo	91,9	91,5	94,1	95,3	99,5
Shakers	99,6	100,7	95,8	108,1	109,5
Perforador	101,8	97,8	103,5	95,4	106,7
Mesa Rotaria	96,8	92,4	96,8	96,8	102,1
Caseta del Supervisor	93,9	93,3	94,8	90,7	99,4

Tabla 6. Medición en Bombas y Unidad Básica.

COORDENADAS					
PUNTOS	NORTE Intensidad (dB)	SUR Intensidad (dB)	ORIENTE Intensidad (dB)	OCCIDENTE Intensidad (dB)	NIVEL EQUIVALENTE TOTAL (dB)
Unidad Básica Bombas Encendidas	96,3	98,2	95,5	97,4	103,0
Unidad Básica Bombas Apagadas	94,5	93,9	93,8	95,5	100,5
Bombas de Lodo Encendidas	104,9	106,3	108,0	104,0	112,1
Bombas de Lodo Apagadas	88,5	85,7	87,2	85,5	92,9

En las tablas anteriores, se muestra un valor denominado Nivel Equivalente, el cual es una corrección para ponderación, en donde se puede calcular el verdadero nivel de exposición al que se encuentra sometido el trabajador. Tomando en cuenta que la propagación del sonido se realiza en todas las direcciones, la percepción del sonido no será únicamente en la fuente principal, si no también se verá afectada por otras fuentes alternas, que de igual manera incidirán en la audición. Dicho nivel equivalente se calcula mediante la ecuación (2):

$$N_{eq} = 10 \log(10^{dB1/10} + 10^{dB2/10} + \dots + 10^{dBn/10}) \quad (2)$$

Donde:

N_{eq} : Nivel equivalente total de ruido [dB].

dB: Decibel, Unidad de medida registrada por el sonómetro para medición de intensidad sonora.

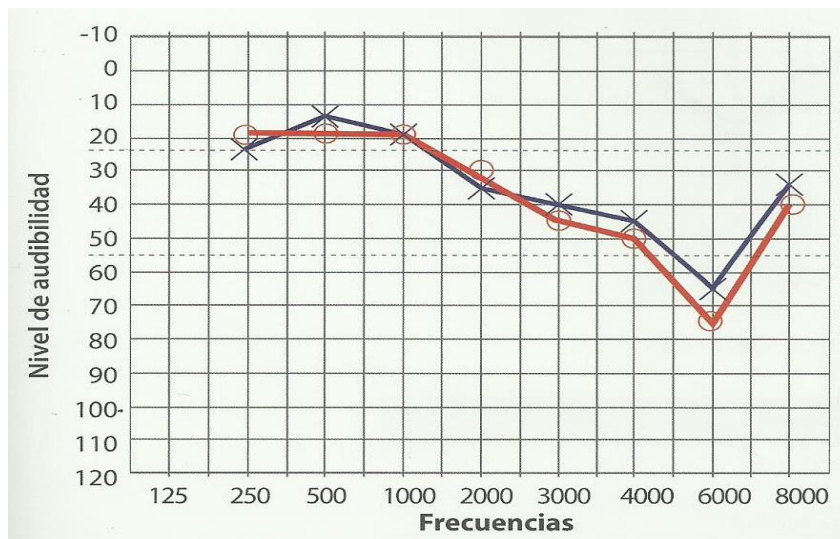
Los niveles equivalentes presentados en las tablas 5 y 6 muestran que la dosis de ruido que recibe un trabajador en un turno de 8 horas diarias es bastante alto, comparado con el límite aceptado por la norma (85 dB), por lo tanto se hace fácil pronosticar una inminente afección al personal presente en el área por lo cual las medidas a tomar deben ser inmediatas.

- **Análisis respecto a las Audiometrías**

Como parte del desarrollo del proyecto se acordó una comparación entre los resultados de audiometrías realizadas por la empresa a cada uno de sus empleados y la posible incidencia que han tenido los niveles de ruido actuales sobre cada uno de ellos. Por motivos de confidencialidad establecidos por la empresa, no es posible la exposición de los resultados de audiometrías, pero si fue posible la recopilación de información general de estos resultados para tener una referencia del estado de salud en el que se encuentran cada uno de los trabajadores en la empresa en materia de audición y enfermedades asociadas al ruido. Con esta referencia, fue posible confirmar los resultados de las encuestas frente a enfermedades auditivas, pues se pudo evidenciar que alrededor de un 60% de los trabajadores presentan disminución en su capacidad auditiva. Aunque se encontró que algunos empleados no llevan más de un año laborando en dicha área y la encuesta a través de la cual se recopiló información directamente con los trabajadores, no muestra muchas respuestas afirmativas frente a presentar problemas auditivos, varios trabajadores presentan mínimas y moderadas disminuciones en su capacidad auditiva, pues el impacto de permanecer en las instalaciones de perforación durante jornadas de 8 horas y más, hace que el desgaste sea notorio al momento de evaluar con exámenes especializados de este tipo. Por tanto, no es adecuado evaluar la capacidad auditiva solo con la percepción de cada trabajador, es decir, cada persona puede sentirse a gusto con su audición, pero desconociendo que en la realidad pueden haber perdido parte de su capacidad auditiva. Sumado a esto, la edad del 31% de los trabajadores, se

encuentra entre 41 y 50 años, lo que incrementa la probabilidad de pérdida de capacidad auditiva. Como ejemplo se muestra a continuación un examen de audiometría el cual permite evidenciar como se evalúa la pérdida de capacidad auditiva en un trabajador:

Gráfica 2. Audiometría de referencia.



Fuente: Vera, César Edmundo. Ingeniero Industrial.

En la gráfica 1 se puede observar la respuesta que tiene un trabajador bajo la exposición al ruido evaluado en un rango de frecuencias entre 100 y 2000 Hz. A su vez, se evidencia que para cada frecuencia, se evalúa el nivel de audibilidad o nivel auditivo perdido por el trabajador, es decir, para una frecuencia de 6000 Hz, la pérdida auditiva de la persona es de alrededor de 75 dB. Para el caso de la empresa, aproximadamente un 60% del personal de trabajo en el taladro presenta una respuesta negativa sobre una frecuencia de 1000 Hz, logrando una disminución de sus capacidades en un valor de hasta 18 dB. El nivel de disminución en la capacidad auditiva es considerable, por lo que pueden empezarse a ver efectos, tanto en su desempeño laboral como en su vida diaria.

6. CONCLUSIONES

- El estudio realizado en el Campo Moriche, arrojó resultados importantes frente a la exposición en la que se encuentran los trabajadores de la unidad de perforación, comparando los niveles de ruido medidos, con los niveles permitidos por la normatividad vigente. El estudio permitió confirmar que en algunos casos los tiempos máximos de exposición ideales pueden ser de solo 15 minutos y no de 8 horas, de acuerdo a la atenuación que brinden los elementos de protección personal usados en la locación.
- El desarrollo del estudio junto con las visitas realizadas a campo, permiten reafirmar que la incidencia del ruido no se encuentra ligada a jornadas nocturnas o diurnas de trabajo, puesto que el ruido va ligado a la fase en la que se encuentre la operación y este puede presentarse en cualquier jornada.
- Al revisar la documentación permitida sobre las audiometrías, se pudo identificar que hasta un 60% del personal presenta desde una baja a moderada pérdida en su capacidad auditiva, y además junto con el estudio se encuentra que, ligado a la audición, existe un alto porcentaje de individuos que presentan varias enfermedades asociadas al ruido, como estrés, fatiga, trastornos del sueño, irritabilidad, alteraciones visuales, entre otras.
- Se concluye que dentro de la operación del taladro, resulta difícil aplicar cambios positivos en la fuente, sin embargo, las medidas a tomar tanto en el medio como en el receptor pueden mitigar en gran medida el impacto generado por esta operación.

- Dado que la ubicación de los equipos dentro de una locación de perforación no se puede variar mucho por requerimientos estrictos de la operación, no se pueden aplicar cambios positivos basados en la distribución.

7. ALTERNATIVAS

- Dado que existen trabajadores con un mayor nivel de exposición al ruido, se recomienda evaluar la posibilidad del cambio de los protectores auditivos de inserción por unos de copa (Ref. 3M PELTOR) que se encuentran diseñados para atenuar niveles de ruido que van desde 98 hasta 105 dB.
- Para los operarios que necesitan alta protección y además necesitan estar en continua comunicación con los demás trabajadores, se recomienda evaluar la posibilidad de adquirir protectores auditivos con radio comunicador integrado.
- Se aporta información sobre una nueva tecnología para la perforación remota y totalmente automatizada, exhibida por la empresa Schlumberger, la cual a largo plazo puede mitigar el riesgo ocasionado al personal del equipo de perforación, reduciendo costos y mejorando la eficiencia de la operación.
- Se recomienda tener especial cuidado con aquellas partes móviles de la unidad de perforación (rodamientos, cadenas de transmisión, etc.), puesto que con el desgaste o desincronización empiezan a trabajar forzados provocando ruido excesivo. Así mismo, se recomienda hacer énfasis en la respectiva aplicación de mantenimientos predictivos o en su defecto preventivos.
- El perforador es una de las personas que mayor nivel de exposición presenta, por tanto se recomienda la posibilidad de adecuar cabinas anti-ruido especializadas para los perforadores, en donde se aísla al operario, evitando así la sobreexposición del mismo, sin obstruir la visión a la mesa y sin evitar la comunicación.
- Debido a que existen equipos alternos al taladro que producen niveles de ruido muy altos, se recomienda instalar barreras acrílicas que permitan

atenuar el ruido producido por estos equipos y así incrementar la protección junto con el uso de los protectores auditivos. Además se recomiendan transparentes debido a que en la mayoría de casos se requiere tener control visual de los equipos o de la operación de los mismos.

- A pesar de que los trabajadores del área de perforación usan a diario sus protectores auditivos (de tipo inserción, hechos en espuma y no en silicona), se recomienda hacerle seguimiento periódico al uso de los mismos, puesto que el usarlos varias veces sin ninguna medida de prevención, implica riesgos de infección en el oído debido a la manipulación indebida de estos, facilitando así enfermedades auditivas.

8. RECOMENDACIONES

- Debido a que los tapones suministrados por el área de HSE a los trabajadores, según sus especificaciones, tienen un NRR (Nivel de Reducción de Ruido) de 30 dB, se recomienda evaluar el nivel de ruido en cada una de sus frecuencias para determinar el nivel equivalente total, y así evaluar si el nivel de atenuación de los protectores es el adecuado.
- Dado que la secuencia de las operaciones incluye fases de mayor intensidad sonora, y que no fueron cubiertas por el estudio, se recomienda hacer una evaluación durante la fase de completamiento de pozos, puesto que en dicha fase los equipos requeridos producen niveles de ruido mucho más altos.

BIBLIOGRAFÍA

- A.R.P. SEGURO SOCIAL. Evaluación y Control de Ruido. Bogotá, Noviembre de 2006.
- A.R.P. SEGURO SOCIAL. Norma Básica Sobre el Ruido Industrial. Bogotá, Noviembre de 2006.
- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Introducción al Ruido en el Trabajo. Disponible en: (<http://agency.osha.eu.int>)
- ALDRED, Walth; BELASKIE Jim; ISANGULOV, Rustam; CROCKETT, Barry; EDMONDSON, Bobby; FLORENCE, Fred; SRINIVASAN, Sundaram. UNA NUEVA FORMA DE PERFORAR.2005. [en línea]. https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish05/sum05/p48_55.pdf. [Citado 29 de Julio de 2015].
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). TLV'S Valores Límite para Agentes Físicos en el Ambiente de Trabajo. Editorial Generalitat Valenciana, España, 2014.
- BARRON, Randall F. INDUSTRIAL NOISE CONTROL AND ACOUSTICS. Louisiana Tech University.2001.
- BERNAL, Jorge R. Curso de Higiene Industrial. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2007.
- CHINER DASÍ, Mercedes; DIEGO MAS, J. Antonio. MARZAL, Jorge Alcaide. LABORATORIO DE ERGONOMIA. Grupo Editorial Alfa Omega. Universidad Politécnica de Valencia. México.2004.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución 8321 de 1983. Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y MINISTERIO DE SALUD. Resolución 1792 de 1990. Por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.
- ECHEVERRY, Carlos Alberto; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Alice Elizabeth. PROTOCOLO PARA MEDIR LA EMISION DE RUIDO GENERADO POR FUENTES FIJAS. Universidad de Medellín, 2011.
- GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. GTC 45. 2010. Bogotá D.C.
- HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos I. Ediciones ECOE. Bogotá, Mayo de 2009.
- HIGIENE INDUSTRIAL BÁSICA. MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Bogotá, Julio de 2006.
- MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Fundación MAPFRE. Madrid, 2008.
- MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique; BARRAU, Pedro. ERGONOMIA 1: FUNDAMENTOS. 1994. Disponible en: (http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/7863_ruido.pdf)
- OIT. Enciclopedia de medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo. Sac de Rivedeneyra S.A, Madrid, 2008.
- PARRA CASTRO, Camilo Hernando. Impacto Auditivo y Fisiológico en el Trabajador causado por Ruido a baja Frecuencia generado en una Petrolera. Universidad San Buenaventura. Bogotá. 2011.
- Protección Auditiva. 3M. [en línea] <<http://multimedia.3m.com/mws/media/8043070/peru-product-catalogue.pdf>>[citado 27 de julio de 2015]
- RODRIGUEZ, Oscar Alfredo. Determinación de Aptitud de Protectores Auditivos. [en línea] <<http://www.siafa.com.ar/notisiafa/353/auditivos.pdf>> [citado 27 de Julio de 2015]

- Secretaría de ambiente de Bogotá. Información general sobre la problemática de ruido. Disponible en: (<http://ambientebogota.gov.co/ruido>)
- Tapones Auditivos 1270/1271, Ficha Técnica. 3M. [en línea] <<http://3mindustrial.cl/wp-content/uploads/2011/11/Tapones-1270-1271.pdf>> [citado 27 de Julio de 2015]
- VERA GARCIA, César Edmundo. Especialización de Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2009.
- VERA GARCÍA, César Edmundo. TEORIA RUIDO. 2015.

ANEXOS

Anexo A: Encuesta presentada a los empleados.

ENCUESTA		
Empresa:		Fecha:
Autores: César Alexander Villalobos Chavez- Daniel Antonio Gallo Ruiz- Estudiantes UIS		Área: Perforación
Nombre Encuestado:		Líder HSEQ:
Edad:	Labor:	Horario de trabajo:
PREGUNTAS		RESPUESTAS Y OBSERVACIONES
1. ¿Tiempo de trabajo en la empresa?		
2. ¿En la sección donde trabaja está expuesto a ruido?		
3. ¿Ha estado expuesto a ruido durante su vida laboral en otras empresas?		
4. ¿Ha presentado problemas auditivos?		
5. De las siguientes enfermedades cuál de estas ha presentado usted: (Marque con una X y especifique el periodo de diagnóstico de la enfermedad) - Aumento de la frecuencia respiratoria - Hipertensión - Úlceras gastrointestinales y acidez - Alteraciones visuales - Tiroides - Trastornos del sueño - Fatiga - Estrés - Irritabilidad		
6. ¿Qué exámenes médicos se le realizaron para su ingreso a la empresa?		
7. ¿Qué exámenes les realizan de control?		
8. ¿Qué elementos de protección personal utiliza contra ruido?		
9. ¿Sabe usted cuál es la administradora de riesgos laborales?		
10. ¿Conoce la responsabilidad de la administradora de riesgos laborales?		
11. ¿Han hecho mediciones o estudios de ruido por parte de la aseguradora?		

Anexo B: Compilación información encuesta.

EDAD (Años)	LABOR	HORARIO (Horas)	TIEMPO EN LA EMPRESA (Años)	EXPUESTO A RUIDO ACTUAL	EXPUESTO A RUIDO EN OTRAS EMPRESAS	PROBLEMAS AUDITIVOS (SI-NO)	OTRA ENFERMEDAD (SI-NO)	¿CUÁL ENFERMEDAD?	TIPO PROTECTOR AUDITIVO
48	Mecánico	12	10	Si	Si	No	No	No	Inserción
50	Operador de Equipo Pesado - Grúa Telescópica	12	9	Si	Si	No	Si	Estrés	Inserción
32	Técnico de Mantenimiento	24	4	Si	Si	No	Si	Alteraciones Visuales Trastornos del Sueño Fatiga Estrés	Inserción
55	Obrero	8	1	Si	Si	Si	Si	Alteraciones Visuales Tiroides	Inserción o Copa
38	Analista HSE	24	3	Si	Si	No	Si	Trastornos del Sueño Fatiga Estrés Irritabilidad	Inserción
42	Cuñero	8	7	Si	No	No	Si	Estrés	Inserción
27	Ayudante Mecánico	8	3	Si	Si	No	No	No	Inserción
30	Operador de Carga	12	Menor a un Año	Si	Si	No	Si	Fatiga Estrés	Inserción
28	Instrumentista	8	3	Si	No	No	Si	Estrés	Inserción

EDAD (Años)	LABOR	HORARIO (Horas)	TIEMPO EN LA EMPRESA (Años)	EXPUESTO A RUIDO ACTUALMENTE	EXPUESTO A RUIDO EN OTRAS EMPRESAS	PROBLEMAS AUDITIVOS (SI-NO)	OTRA ENFERMEDAD (SI-NO)	¿CUÁL ENFERMEDAD?	TIPO PROTECTOR AUDITIVO
47	Técnico de Mantenimiento	24	3	Si	Si	Si	Si	Fatiga Estrés	Inserción y Copa
26	Soldador	8	3	Si	No	No	No	No	Inserción
21	Control de Sólidos	8	Menor a un Año	Si	Si	No	Si	Fatiga Estrés	Inserción
41	Patiero	8	Menor a un Año	Si	No	No	No	No	Inserción
22	Auxiliar Servicios Generales	8	Menor a un Año	Si	Ocasional	No	Si	Aumento Frecuencia Cardíaca	Inserción
35	Cuñero	8	Menor a un Año	Si	Si	No	Si	Estrés, Alteraciones Visuales	Inserción
32	Company Man	24	1	Si	Si	No	No	No	Inserción y Copa
21	Vigilante	8	Menor a un Año	Si	Si	No	No	No	Inserción
32	Ambiental	8	1	Si	Si	No	No	No	Inserción
41	Tool Pusher	24	12	Si	Si	No	Si	Úlceras, Trastorno Sueño Fatiga, estrés	Inserción
46	Perforador	8	9	Si	No	Si	Si	Alteraciones Visuales, Estrés Trastorno Sueño	Inserción
26	Encuellador	8	6	Si	No	Si	No	No	Inserción
51	Electricista	8	11	Si	No	No	Si	Alteraciones Visuales	Inserción

Anexo C: Certificado de calibración sonómetro.

 **Lutron** SINCE 1976
LUTRON ELECTRONIC ENTERPRISE CO., LTD.

Certificate of Calibration
Certificate Number: 250714BLJ090029

Model: Sound Level Meter SL-4001 Date Issued: 16-Julio-2015

S/N: TK32053 – ISO-9001

LUTRON ELECTRONIC ENTERPRISE CO. LTD, Inc, certifies that the above listed product meets or exceeds the requirements of the following standard(s)

IEC 32053-1-2002 Class 1 Sound Level Meter Type 1
ANSI S1.4-1983 (R2001) Specification For Sound Level Meters
IEC 61260:2001 Octave band Filters Class 1
ANSI S1.43-1997 (R2002) For Sound Level Meters Type 1

Test Conditions: Temp: 18-25°C Humidity: 20-80% RH Barometer: 950-1050 mBar
Test Procedure: SO53-899
Subassemblies:

B&K 4936 S/N: 2713001 – B&K 4936
Spro Preamp SIN 10105078

Reference Standard(s):

Device	Cal Due Date	Uncertainty – Estimated at 95% Confidence level (K=2)
B&K Ensemble	3-December-2013	+/- 2.2% Acoustic (0.19dB)
Fluye 45	2-March-2014	+/- 1.4% AC Voltage, +/- 0.1% DC Voltage

Calibrated By:  Carol Brenning
Assembler

In order to maintain best instrument performance over time and in the event of inspection audit or litigation, we recommend the instrument be recalibrated annually. Any number of factors may cause the calibration item to drift out of calibration before the recommended interval has expired.

As equipment used in this test is traceable to NIST, and applies only to the unit identified above.
This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of LUTRON ELECTRONIC, Inc.

058-387 Rev H Page 1 of 1

LUTRON ELECTRONIC ENTERPRISE
1050 Corporate Center Drive • Address: 4F, 106, Min Chuan West Road, 103 • USA • Toll Free 800 245 0779 • Tel: +886-2-225670884, 2553-3067 •
Fax: +886-2-255577132
An ISO 9001 Registered Company • ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory
<http://www.lutron.com.tw> – E-MAIL: lutron@lutron.com.tw www.lutron.com

Anexo D: Matriz de riesgos.

MATRIZ DE RIESGOS																								
Perforación	Proceso				Rutinario (Si o No)	Peligro		Efectos Posibles	Controles Existentes			Evaluación del riesgo				Valoración del riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas Intervención				
	Generadores	Zona / Lugar	Actividades	Tareas		Descripción	Clasificación		Fuente	Medio	Individuo	Nivel de Deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad (NE x ND)	Interpretación de nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación de NR	Acceptabilidad del riesgo	N° Expuestos	Peor Consecuencia	Existencia requisito legal Especifico asociado (Si o No)	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / elementos de protección personal
Reparación de Motores					No			Disminución de la Capacidad Auditiva	Ninguno	Ninguno	Protectores Auditivos	6	3	18		25	450	II	NO	1	Pérdida Capacidad Auditiva	SI	Señalización en áreas de alta exposición	EPP'S adecuados

Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación
Taladro	Taladro y Bombas	Taladro	Taladro	Taladro y Generadores	Taladro
Operaciones	Supervisión	Operaciones Varias	Operaciones Varias	Mantenimiento Equipos	Adecuación de áreas
Manejo de tubería y equipo pesado	Control de Operaciones Seguras	Asistir en Operación de Perforación	Asistir en Operación de Perforación	Revisión de Equipos	Operar equipo pesado
SI	SI	SI	SI	SI	No
Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo
Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico
Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos
6	6	6	6	6	2
4	3	4	4	4	2
24	18	24	24	24	4
60	25	60	60	60	25
1440	450	1440	1440	1440	100
I	II	I	I	I	III
NO	NO	NO	NO	NO	SI
1	1	1	1	1	1
Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva
SI	SI	SI	SI	SI	SI
Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición
EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados

Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación
Taladro	Bombas de Lodo y Shakers	Locación General	Taladro	Generadores	
Operaciones Varias	Control de Sólidos	Reparación	Instrumentación	Reparación y Mantenimiento	
Asistir en Operación de Perforación	Revisión de cortes y lodos de perforación	Soldar	Control de Operaciones	Reparación de Motores	
Si	Si	No	No	No	
Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	
Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	
Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	
6	6	2	2	6	
4	4	2	2	3	
24	24	4	4	18	
60	60	25	25	25	
1440	1440	100	100	450	
I	I	III	III	II	
NO	NO	SI	SI	NO	
1	1	1	1	1	
Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	
SI	SI	SI	SI	SI	
Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	
EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	

Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación	Perforación
Taladro	Locación General	Entrada Locación	Taladro	Locación General	Taladro	Perforación
Operaciones	Control ambiental	Vigilancia	Operaciones	Operaciones	Operaciones	Perforación
Manejo de equipo de perforación	Revisión del cumplimiento de la normatividad	Control de entrada y salida de personal	Liderar Perforación	Liderar Perforación	Liderar Perforación	Perforación
SI	No	SI	SI	SI	SI	SI
Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo
Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico
Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos
6	2	2	6	2	6	2
4	1	1	4	1	4	1
24	2	2	24	2	24	2
60	10	25	60	10	60	10
1440	20	50	1440	20	1440	20
I	IV	III	I	IV	I	IV
NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
1	1	1	1	1	1	1
Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición
EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados

Perforación	Perforación	Perforación
Generadores	Taladro	Taladro
Mantenimiento y Reparación	Operaciones	Operaciones
Reparación de sistema eléctricos	Manejo de Tubería	Perforar
No	Si	Si
Ruido Excesivo	Ruido Excesivo	Ruido Excesivo
Físico	Físico	Físico
Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva	Disminución de la Capacidad Auditiva
Ninguno	Ninguno	Ninguno
Ninguno	Ninguno	Ninguno
Protectores Auditivos	Protectores Auditivos	Protectores Auditivos
2	6	6
2	4	4
4	24	24
25	60	60
100	1440	1440
III	I	I
SI	NO	NO
1	1	1
Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva	Pérdida Capacidad Auditiva
SI	SI	SI
Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición	Señalización en áreas de alta exposición
EPP'S adecuados	EPP'S adecuados	EPP'S adecuados