

**Protocolo para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido y su posterior control en las actividades y trabajadores de una compañía operadora de un campo petrolero en producción en el Municipio de Puerto López- Meta**

**Ángela María Rodríguez Bernal**

**Protocolo de investigación para optar al título de Especialización en Salud Ocupacional e Higiene Industrial**

**Director del Programa**

**Dra. Alexandra Yepes**

**Asesor Temático y Metodológico**

**Mg. Yadira Cetina Castillo**

**Universidad el Bosque**

**Facultad de Medicina**

**Especialización en Salud Ocupacional e Higiene Industrial**

**Bogotá, D.C.**

**2018**

## **Dedicatoria**

A mi madre motor de mi vida, a mi hermano por su valentía, a mi familia, a Miguel por amarme y creer ciegamente en mí, a Jhon por ser uno de los ángeles guardianes que Dios me puso a mi camino para comprender su misericordia y amor para con nosotros

## **Agradecimientos**

A Yadira Cetina, por sus conocimientos, por su paciencia, persistencia y apoyo

A Hupecol, por permitirme desarrollar este estudio

A TGI por mostrarme que vale la pena tomar decisiones y salir de la zona de confort

A la Universidad el Bosque, por los conocimientos brindados

A mi familia, por el apoyo incondicional y por la admiración.

## Contenido

Introducción .....	14
1. Justificación .....	15
2. Objetivos .....	21
2.1 Objetivo general .....	22
2.2 Objetivos específicos.....	22
3. Marco Teórico.....	23
3.1 Protocolo .....	23
3.2 Evaluación de la exposición ocupacional.....	23
3.3 Ruido: Clasificación del ruido industrial y los valores límites permisibles .....	26
3.3.1 Tipos de ruido y valores límites permisibles .....	27
3.3.2 Mecanismos y tipos de pérdida auditiva.....	30
3.3.2.1 Pérdida de audición de transmisión o conducción .....	31
3.3.2.2 Pérdida auditiva neurosensorial .....	32
3.3.2.3 Evaluación de la pérdida auditiva .....	33
3.4 Efecto auditivo del ruido sobre el trabajador .....	35
3.4.1 Caracterización de un proceso de trabajo y de sus factores de riesgo .....	36
4. Medidas de control.....	40
5. Hupecol – Facilidades Lla-58 .....	41
5.1 Identificación, manejo y evaluación del riesgo en las áreas de trabajo.....	46
5.2 Frecuencia de las evaluaciones ambientales .....	46
5.3 Métodos para la reducción del riesgo.....	47

5.4 Clasificación de los trabajadores.....	48
6. Tipo de Estudio .....	49
6.1 Instrumentos Utilizados.....	50
6.2 Proceso de la Información .....	51
6.3 Identificación de los peligros y evaluación de riesgos .....	51
6.4 Tamaño de la Muestra .....	52
6.5 Conformación del GES .....	54
6.6 Tratamiento Estadístico de Datos .....	65
6.7 Técnica de medición.....	67
6.8 Consideraciones éticas .....	67
7. Resultados .....	67
7.1 Área/fuente crítica .....	69
7.2 Area/fuente alta .....	73
7.3 Área/fuente Moderada.....	75
7.4 Área de cargadero.....	76
7.5 Metodología - Estrategia de muestreo.....	79
7.5.1 Equipo de Muestreo y Calibración .....	80
7.5.1.1 Criterios de Referencia.....	80
7.6 Análisis de Datos para Validación y Estadísticas del GES .....	82
7.7 Ajustes Aplicables a las Tasas de Reducción de Ruido .....	83
7.8 Resultados y Análisis .....	84
7.9 Campo de Producción Llanos 58.....	85
8. Conclusiones .....	100
10. Recursos .....	101

Referencias.....	104
Anexos .....	110

## Lista de Tablas

Tabla 1. Tabla de valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente.....	28
Tabla 2. Tabla de valores límites permisibles para varias fuentes .....	29
Tabla 3. Caracterización de acuerdo actividades funcionales .....	38
Tabla 4. Área de influencia directa del Bloque de Desarrollo Llanos-58.....	42
Tabla 5. Tabla - Variables de estudio registradas de la muestra .....	50
Tabla 6. Numero de muestras.....	53
Tabla 7. Cálculo del tamaño de la muestra.....	53
Tabla 8. Código asociado a la condición de trabajo.....	54
Tabla 9. Código asociado a circunstancia de exposición .....	55
Tabla 10. Matriz de determinación de Perfiles de Exposición Subjetivos .....	56
Tabla 11. Matriz de determinación de Perfiles de Exposición Subjetivos .....	58
Tabla 12. Grupos de exposición similar .....	60
Tabla 13. Resultado sonométricas Llanos 58 2017 – 2018, cuadro comparativo .....	68
Tabla 14. Código de colores para niveles de presión sonora presentes en las áreas.....	76
Tabla 15. Criterios ACGIH 2018 para Exposición a Ruido .....	80
Tabla 16. GES Llanos 58 .....	85
Tabla 17. Resultados de Dosimetrías en las Facilidades del Campo Llanos 58 .....	92
Tabla 18. Estadísticas de la exposición del GES de AMD-EXPP.....	97
Tabla 19. Frecuencia de reevaluación exposición a ruido .....	98
Tabla 20. Dosis de ruido Llanos 58 Dosimetria .....	99

Tabla 21. Recursos Humanos (investigadores, secretarias, auxiliares, etc.) .....	102
Tabla 22. Recursos Físicos (papelería, equipos, reactivos, viajes, hospedaje, etc) .....	102
Tabla 23. Recursos Financieros .....	103

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Estructuras y cavidades del oído .....	31
<b>Figura 2.</b> Mapa Bloque Llanos-58 .....	44
<b>Figura 3.</b> Locación Lla-58-4sur .....	44
<b>Figura 4.</b> Facilidades de Producción Locación LLa-58-4.....	45
<b>Figura 5.</b> Sistema de inyección Llanos 58 -4.....	70
<b>Figura 6.</b> Zona de calderas Llanos 58 -4.....	71
<b>Figura 7.</b> Generación Llanos 58 -16 .....	72
<b>Figura 8.</b> Generación Llanos 58 4.....	73
<b>Figura 9.</b> Generación Llanos 58 -4 sur.....	74
<b>Figura 10.</b> Área de tratamiento de agua Llanos 58 -4 sur.....	75
<b>Figura 11.</b> Área de cargadero Llanos 58 -4 sur.....	76

## Lista de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Manual mediciones de higiene.....	110
<b>Anexo 2.</b> Informe ruido sonometría.....	134
<b>Anexo 3.</b> Datos Medición NPS2017.....	155
<b>Anexo 4.</b> Informe Ruido Sonómetro.....	176
<b>Anexo 5.</b> Datos de Medición NPS2018.....	194
<b>Anexo 6.</b> Informe ruido dosimetría.....	215
<b>Anexo 7.</b> Evaluación ruido .....	243
<b>Anexo 8.</b> Matriz Peligro Hupecol Campo_V1.....	245
<b>Anexo 9.</b> Dosis de ruido .....	253
<b>Anexo 10.</b> Resultado de audiometrías .....	257
<b>Anexo 11.</b> Mapa Ruido Llanos58 -4N.....	268

## **Resumen**

El presente protocolo para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido y su posterior control en las actividades y trabajadores de una compañía operadora de un campo petrolero en producción en el Municipio de Puerto López- Meta, presenta los procedimientos, metodología, e informes para llevar a cabo la evaluación, determinación de grupos de exposición, cargos expuestos a ruido, áreas de la operación con valores críticos de exposición a ruido, con el fin de establecer un plan de intervención que permita la prevención de enfermedades laborales que impacten la vida de los trabajadores, así como el ambiente laboral en donde se desempeñan los trabajadores. Este protocolo, incluye revisión de antecedentes, metodología, recursos, criterios de selección de áreas en donde se realizarán las mediciones, actividades, resultados, controles y conclusiones.

Los objetivos propuestos para el desarrollo del protocolo son, Caracterizar el proceso de trabajo y los factores de riesgo asociados al ruido presentes en las actividades de producción en la locación LLa-5; determinar la metodología para la evaluación de la exposición a ruido en los trabajadores de las facilidades de producción LLa-58; Aplicar la metodología diseñada a las actividades y colaboradores de las facilidades LLa – 58; Identificar las medidas de control a la exposición al ruido en las facilidades de LLa-58.

La técnica de medición seleccionada para determinar la dosis de ruido es la aplicación de dosimetrías, que establecen las dosis reales de ruido que recibe una persona durante una jornada, que aplica cuando las variaciones de niveles sonoros son notables, en caso de ruido intermitente o de impacto y cuando el trabajador se desplace frecuentemente por diferentes áreas en su sitio de trabajo.

Palabras claves: protocolo, emisión de ruido, procedimiento de medición, grupos de exposición, dosis de ruido, plan de intervención

## **Abstract**

The present protocol for the evaluation of the occupational exposure to noise and its subsequent control in the activities and workers of a company operating an oil field in production in the Municipality of Puerto López-Meta, presents the procedures, methodology, and reports to carry performed the evaluation, determination of exposure groups, charges exposed to noise, areas of operation with critical values of exposure to noise, in order to establish an intervention plan that allows the prevention of occupational diseases that impact the lives of workers, as well as the work environment where the workers work. This protocol includes review of background, methodology, resources, selection criteria of areas where measurements will be made, activities, results, controls and conclusions.

The proposed objectives for the development of the protocol are: To characterize the work process and the risk factors associated to the noise present in the production activities in the LLa-5 location; determine the methodology for the evaluation of noise exposure in the workers of the production facilities LLa-58; Apply the methodology designed to the activities and collaborators of the facilities LLa - 58; Identify the control measures for exposure to noise in the facilities of LLa-58.

The measurement technique selected to determine the noise dose is the application of dosimetries, which establish the real doses of noise that a person receives during a working day, which applies when the variations of sound levels are notable, in case of intermittent noise or noise. impact and when the worker frequently moves through different areas in his workplace.

Keywords: protocol, noise emission, measurement procedure, exposure groups, noise dose, intervention plan.

## Introducción

En Colombia, la Resolución 1792 mayo 3 de 1990; Resolución 8321 de 1983, artículo 1-19, 21 -63, por las cuales se dictan las disposiciones sobre las normas Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, emitido por el Ministerio de Salud; Resolución 627 2006, Artículos 4 - 9 y 15 y 17 por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental y la Resolución 2844- 07 GATI-HNIR- Recomendaciones establecidas en la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo año 2006, son la base para dar cumplimiento a lo establecido en relación a exposición y a lo incluido en la guía de atención integral para la población trabajadora, basada en la evidencia, sobre la toma de decisiones que se les ofrece a los profesionales que tienen relación con la salud de los trabajadores, sobre acciones específicas en las personas, el agente y el ambiente, en relación a la promoción de la salud y la prevención primaria, secundaria y terciaria y constituye una herramienta para la toma de decisiones frente a la prevención y el manejo de la HNIR. Estas consideraciones no permiten interpretar que existe un marco jurídico en el cual las empresas deben incluir los protocolos para control del agente físico Ruido dentro de las actividades que desarrollen. Es por esto que dado el tema legal y la responsabilidad que las empresas deben tener por proteger la integridad del trabajador, se propone diseñar un protocolo para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido y su posterior control en las actividades y trabajadores de una compañía operadora de un campo petrolero en producción en el Municipio de Puerto López- Meta.

## 1. Justificación

Actualmente, las enfermedades por exposición a ruido, representan un porcentaje importante de las enfermedades profesionales. Este es uno de los factores que preocupa al sector industrial ya que se ha estimado que el 16 % de los casos de hipoacusia en el mundo se debe a exposición a ruido a altos niveles de intensidad [1]. Otras cifras también alertan a las empresas en relación a este tipo afección. Alrededor de 466 millones de personas en todo el mundo padecen pérdida de audición incapacitante, y de ellos 34 millones son niños y sin duda es tan preocupante que para el 2050, más de 900 millones de personas —es decir, una de cada 10— sufrirá una pérdida de audición limitante. De otro lado no solo en función de las cifras de discapacidad auditiva, es importante mencionar que los costos asociados al sistema de salud por tratar esta enfermedad, así como en los programas de prevención y promoción y la baja productividad del personal expuesto por esta condición, se convierte en una carga importante para el sector salud y para las empresas. Los casos desatendidos de pérdida de audición representan un coste mundial anual de 750 000 millones de dólares [2]. Las intervenciones destinadas a prevenir, detectar y tratar la pérdida de audición no representan un costo importante pero sí generan un gran beneficio para las personas que sufren de esta afectación y para la condición de los trabajadores con este tipo de exposición. Es importante resaltar que, la situación de las personas que padecen pérdida de audición mejora gracias a la detección temprana, y empleo de dispositivos de ayuda tipo audífonos e incluso con procedimientos quirúrgicos como los implantes cocleares.

Según datos estadísticos del Ministerio de Salud la población general en Colombia asciende a 44 millones de habitantes, de los cuales la población económicamente activa es de 12 millones de trabajadores, lo que representa el 35.2% de la población total del país sin incluir en esta cifra el grupo de menores trabajadores [3]. La evolución del diagnóstico de la enfermedad laboral en Colombia ha ido en

incremento; para 1994, se reportaron 1215 casos de enfermedad laboral, mientras que en 2012 el número de casos fue de 9524, con una tasa de crecimiento de cerca de 800% [4]

Según FASECOLDA dentro de las enfermedades laborales calificadas, es la exposición al ruido la que se presenta con mayor frecuencia dentro de los trabajadores de las empresas estudiadas. La presencia del factor de riesgo ruido, ha generado que la hipoacusia neurosensorial, se encuentre dentro de los primeros lugares de las enfermedades profesionales calificadas, de tal forma que para 2000 constituyó un 8%, para el 2001 el 7 %, para el 2002 el 5%, para el 2003 el 9%, para el 2004 el 6%, para el 2005 el 4%, para el 2006 el 2%, para el 2007 el 3%, para el 2008 el 3%, para el 2009 el 8%, para el 2010 el 11%, para el 2011 el 4%. [4] [8]

La Organización Internacional del Trabajo OIT, considera que la pérdida del sentido del oído a causa de la exposición a ruidos en el lugar de trabajo es una de las enfermedades profesionales más comunes. Los trabajadores pueden verse expuestos a niveles elevados de ruido en lugares de trabajo independientemente del tipo de actividad económica. La exposición breve a un ruido excesivo puede ocasionar pérdida temporal de la audición, con duración de unos pocos segundos a unos cuantos días. La exposición al ruido durante un largo período de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición. La pérdida de audición que se va produciendo a lo largo del tiempo y 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. Se puede combatir la exposición a ruido en el lugar de trabajo, a menudo con un costo mínimo y sin graves dificultades técnicas. La finalidad del control del ruido laboral es eliminar o reducir el ruido en la fuente que lo produce [14] [15]

Para el sector de hidrocarburos, este tipo de patologías no es ajena. Sin duda los trabajadores, están expuestos a factores de riesgo como exposición a sustancias químicas, ruido, patologías osteo mecánicas, entre otras. Desde el año 2005, en las estadísticas se evidencian un incremento de las tasas

de enfermedades profesionales entre un 10 y un 30%. Sin embargo, para el ruido se establece que la exposición ha incrementado y los criterios de exposición al ruido para los trabajadores de la industria se adoptan en su mayoría a partir de parámetros de referencia internacionales sin el apoyo adecuado del conocimiento en acústica fundamental y control de ruido. En consecuencia, se requiere un esfuerzo para incorporar el conocimiento fundamental de la acústica en los procedimientos prácticos que ayude al sector en el control de estas patologías laborales. El nivel de exposición al ruido dentro de las compañías de petróleo y gas ha sido identificado como contaminante peligroso para los trabajadores de la compañía y debe ser intervenido de forma preventiva y correctiva en todas las actividades que se desarrollen en la cadena de hidrocarburos. Así mismo y con el fin de determinar el nivel real de exposición a ruido y dado que las condiciones ambientales inciden en los datos, así como el desarrollo de las actividades, es necesario incluir modelos de propagación de ruido y mapas de ruido que permitan tener una medición más completa y poder realizar una mejor aproximación a la intervención de los trabajadores y que redunde en los Programa de Vigilancia Epidemiológica para la Conservación de la Audición, en donde se pueda detectar más tempranamente las pérdidas auditivas por exposición al ruido y se ejecuten medidas de control oportunas en el individuo [5] [6] [7] [8] [9] [10]

Para abordar este tema es importante la continua identificación de peligros y evaluación de riesgos con el fin de implementar medidas eficientes de control. Las herramientas, matriz de peligros y riesgos y las inspecciones periódicas al igual que los reportes de condiciones inseguras u otras que se emplean en la organización son fundamentales. Adicionalmente, deben considerar los siguientes aspectos:

Actividades rutinarias y no rutinarias.

- Totalidad del personal que tiene acceso al sitio de trabajo (incluyendo empleados directos de la compañía, temporales, contratistas, pasantes y visitantes).
- Todas las instalaciones de trabajo provistas por la empresa.

- Resultados de las evaluaciones ambientales, controles implementados y necesidades de entrenamiento.

Hupecol, empresa operadora de bloques asignados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, cuenta actualmente con dos bloques en el Departamento del Meta; CPO-11 y LLa-58. En llanos - 58, se han desarrollado operaciones de sísmica, perforación y ahora producción, en donde se incluyen instalaciones denominadas facilidades definitivas de producción, la producción de crudo es de 2200 Barriles/día. La necesidad de implementar nuevas tecnologías para la generación de energía en la operación y el desarrollo de diferentes actividades, ha ocasionado un aumento de los niveles de ruido en las áreas de trabajo, riesgo que debe ser analizado y controlado para evitar que se generen enfermedades ocupacionales por la exposición continua a niveles de presión sonora. Las actividades que hoy se llevan a cabo en la facilidad son:

- Operación de bombas de inyección
- Operación de equipos de generación
- Operación de calderas
- Cargue de crudo
- Mantenimiento de equipos
- Instalación de equipos
- Instalación de variadores
- Manipulación de tubería
- Recepción de suministros de materiales (bodega)
- Conexionado de equipos
- Izaje de cargas

- Trabajo con soldadura

Los colaboradores se encuentran expuestos a Niveles de Presión Sonora ( NPS) que superan los 85Db, [26]. Actualmente, Hupecol cuenta con una planta de personal en las facilidades de producción LLa-58 de 42 trabajadores, de los cuales el 85% está expuesto a ruido, desde hace más de dos años. De las 42 personas, 12 hace turnos 14 \*7 días y con una exposición a ruido de 8 horas, y los 30 restantes tienen un turno 15\*13 con una exposición a ruido de 8 horas. Los cargos que tienen exposición a ruido son:

- Auxiliares de producción,
- Operadores de producción - 1A
- Técnico calderista,
- Auxiliar mantenimiento
- Técnico mantenimiento
- Técnico senior de mantenimiento
- Auxiliar de cargue y descargue
- Controlador transporte de crudo
- Profesional en medición.
- Auxiliar ambiental
- Maestro obra civil
- Soldador
- Ayudante soldador
- Técnico senior montajes
- Bodeguero
- Ingeniero HS

- Ingeniero ambiental
- Auxiliar ambiental
- Médico
- Enfermera
- Controladores de acceso
- Operador camión grúa
- Ingeniero químico.

Las actividades de prevención que actualmente realiza la compañía son: audiometrías y sonometrías una vez al año, señalización de áreas expuestas a ruido, campañas para el uso de elementos de protección personal que para el caso de ruido es doble protección en áreas en donde la exposición es alta. Así mismo, la empresa incluye la valoración del riesgo a través de la matriz de riesgo y programa de vigilancia epidemiológica del ruido, para el componente ruido. Por tal razón es de vital importancia establecer el protocolo para medición y control de la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores de una compañía operadora de un campo petrolero en producción en el municipio de Puerto López- Meta con el fin de conocer de forma objetiva, el impacto que actualmente tiene en la población trabajadora de Llanos 58 expuesta al ruido industrial y que está presente en todas las áreas operativas de la facilidad.

Para este fin, se aplicarán técnicas y procedimientos de evaluación establecidos por organismos nacionales e internacionales comprometidos en la vigilancia y el control de los riesgos en el trabajo. Se tomará como referencia la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATI-HNIR) del Ministerio de la protección social y los documentos y guías desarrollados por NIOSH entre otros. De otra parte, será necesario precisar los Niveles de Presión Sonora (NPS) presentes en el área de trabajo con el fin de visualizar las consecuencias potenciales de dicha exposición en la salud auditiva y a partir de esto Hupecol generará

medidas de control técnico y administrativo para minimizar el riesgo para la salud de los sus colaboradores.

No obstante, para Hupecol y para cualquier empresa del sector hidrocarburos, es mandatorio el cumplimiento de la normatividad legal. En Colombia, Resolución 1792 mayo 3 de 1990; Resolución 8321 de 1983, artículo 1-19, 21 -63, 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, emitido por el Ministerio de Salud; Resolución 627 2006, Artículos 4 - 9 y 15 y 17 por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental y la Resolución 2844- 07 GATI-HNIR- Recomendaciones establecidas en la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo año 2006, son la base para dar cumplimiento a lo establecido en relación a exposición y a lo establecido en la guía de atención integral para la población trabajadora, basada en la evidencia, sobre la toma de decisiones que se les ofrece a los profesionales que tienen relación con la salud de los trabajadores, sobre acciones específicas en las personas, el agente y el ambiente, en relación a la promoción de la salud y la prevención primaria, secundaria y terciaria y constituye una herramienta para la toma de decisiones frente a la prevención y el manejo de la HNIR [5] [18] [19] [20]

## **2. Objetivos**

## **2.1 Objetivo general**

- Diseñar un protocolo para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido y su posterior control en las actividades y trabajadores de una compañía operadora de un campo petrolero en producción en el Municipio de Puerto López- Meta.

## **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las áreas de trabajo y los factores de riesgo asociados al ruido presentes en las actividades de producción en la locación LLa-58.
- Determinar la metodología para la evaluación de la exposición a ruido en los trabajadores de las facilidades de producción LLa-58.
- Aplicar la metodología diseñada a las actividades y colaboradores de las facilidades LLa – 58.
- Identificar las medidas de control a la exposición al ruido en las facilidades de LLa-58.

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1 Protocolo**

Un protocolo describe el contenido de un tema, incluye la revisión sistemática de los avances, las actividades desarrolladas y los resultados. De los resultados se desprenden una serie de recomendaciones. El protocolo establece la metodología y los procedimientos necesarios para llevar a evaluar, controlar y hacer seguimiento para este caso del ruido proveniente de las fuentes de emisión de ruido en las facilidades de LLa-58, de una manera estandarizada, adecuada, repetible y confiable. [27]

El protocolo incluye, revisión de antecedentes, metodología, recursos, criterios de selección de áreas en donde se realizarán las mediciones, actividades, resultados, controles y conclusiones.

#### **3.2 Evaluación de la exposición ocupacional**

La evaluación de la exposición ocupacional se define como el acto o condición de estar por razones de trabajo, en contacto dérmico, por inhalación o ingestión, con un agente contaminante, durante un período de tiempo determinado. Los agentes pueden ser de naturaleza física, química o biológica y pueden estar presentes individualmente o como mezclas de varios agentes [26]

La Higiene industrial tiene como principio anticipar, reconocer, evaluar y controlar los peligros o riesgos a la salud en el lugar de trabajo y como estos pueden afectar la exposición a la salud de los empleados o cual es el límite de exposición y que otros riesgos pueden presentarse debido a la exposición

[11]. Para determinar la estrategia para la evaluación de la exposición, se deben plantear los objetivos que incluyan:

- Caracterizar las exposiciones a todos los agentes químicos, físicos y biológicos potencialmente peligrosos
- Caracterizar la intensidad de la exposición y su variabilidad temporal a la cual se exponen los trabajadores
- Evaluar los riesgos potenciales documentando el juicio de valor sobre la exposición y la certidumbre de acuerdo a los límites de exposición
- Priorizar y controlar exposiciones que presentan riesgos inaceptables
- Identificar las exposiciones que necesitan recolección adicional de información.
- Documentar las exposiciones, las acciones para controlarlas y comunicar los resultados de la evaluación de la exposición a todos los trabajadores afectados y a aquellos involucrados en la protección de la salud del trabajador
- Mantener el historial de las exposiciones de todos los trabajadores para poder abordar y gestionar futuras preguntas sobre la salud relacionadas con información de la exposición.
- Lograr los anteriores pasos con el uso eficiente y eficaz de tiempo y recursos. [11]

La estrategia debe incluir los siguientes pasos: caracterización básica que incluya la recolección y organización de la información básica y necesaria para caracterizar el lugar de trabajo, la fuerza laboral y los agentes de riesgo presente involucrando a las partes interesadas; proceder a evaluar la exposición en relación al grupo de trabajadores con exposiciones similares, definición del perfil de exposición para cada grupo de trabajadores con exposición similar y toma de decisiones acerca de la aceptación de cada perfil de exposición. [11]

Es importante para la estrategia de medición y valoración del ruido determinar el grupo de exposición como grupo de trabajadores asignados a tareas similares o a puestos de trabajo a fuentes de ruido semejantes, o incluso el proceso productivo, esto se constituye en el éxito del muestreo. Sin embargo, es un proceso complejo. Así las cosas, la selección de la estrategia de medición también debe considerar el trabajo a realizar en la jornada laboral y en el número de tareas representativas, o en el puesto de trabajo y en el marco del grupo de exposición homogénea (GEH) y la jornada completa. Por tal razón la jornada de trabajo se define como el tiempo en el que el trabajador desarrolla las tareas a su cargo, incluyendo las características de la misma, principales fuentes de generación de ruido, patrón de trabajo y episodios de ruido significativos que puedan influir en el nivel de ruido y número y duración de posibles descansos, reuniones y las decisiones de incluirlas o no en la jornada laboral. Cuando se establece una jornada de trabajo nominal, debe dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas para que el trabajador tenga una exposición de ruido similar y se pueda minimizar el error. Para tal fin es necesario conocer las condiciones de trabajo, los posibles episodios de exposición a ruido significativos y asegurarse que estén incluidos en las demás tareas y en los periodos de medición, la estimación de la tarea y los tiempos de medición cortos, o menor esfuerzo de medición que las otras estrategias. Esta estrategia permite incluir información importante acerca de las diferentes tareas u operaciones al nivel de exposición diario global y representa una ventaja si el objetivo consiste en priorizar actuaciones preventivas en el marco de un programa de control de la exposición al ruido. [30] [31] [32]

En relación a la estrategia basada en el puesto de trabajo, es útil cuando no es sencillo describir el patrón de trabajo y dividirlo en tareas bien definidas y se aplica cuando no resulta oportuno llevar a cabo un análisis de las condiciones de trabajo muy detalladas y no se necesita un conocimiento de las mismas tan exhaustivo como ocurriría en la estrategia por tareas. Se realizan mediciones de carácter

aleatorio entre los trabajadores que ocupan puestos de trabajo equivalentes o con exposiciones a ruido similares. [30] [31] [32]

Para la estrategia, basada en la jornada completa, cubre la jornada de trabajo total, incluyendo exposiciones elevadas al ruido como periodos de menor nivel o silenciosos. Resulta útil su aplicación cuando no es sencillo o practico describir o direccional el patrón de trabajo como en la estrategia por análisis de puestos de trabajo. El esfuerzo es menor pues el análisis de las condiciones de trabajo no es tan alto, pero sugiere un mayor esfuerzo de tiempo de medición. [30] [31] [32]

### **3.3 Ruido: Clasificación del ruido industrial y los valores límites permisibles**

El Sonido: desde el punto de vista físico se define como toda variación de presión en el aire, agua o cualquier medio, a causa de un movimiento vibratorio, el cual puede ser detectado por el oído humano. Un cuerpo productor de sonido siempre es una estructura vibrante en contacto con un medio capaz de transmitir esta energía al oído. [2] [11]

El ruido: se manifiesta como una combinación desordenada de sonidos que producen sensaciones desagradables y que interfieren con la comunicación, el trabajo y descanso. La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo define como un “sonido molesto e indeseable” [2] [11]

Las ondas sonoras se caracterizan por tener siguientes características [11]:

Amplitud (A): Conocida también como la altura de la onda, determina la sonoridad y esta relación con la intensidad o el poder del sonido

Frecuencia: Número de fluctuaciones (ciclos) que se suceden en un segundo. Se denominan ciclos / segundo (c/s) o hertzios (Hertz), el oído normal joven tiene un rango de frecuencia de 20 a 20.000 Hz.

Periodo: Tiempo transcurrido para que se produzca un ciclo completo de la onda. Se expresa en segundos. Se mide sobre el eje horizontal.

Longitud (L): de onda es el tiempo transcurrido para que se produzca un ciclo completo de la onda. Se expresa en segundos. Se mide entre dos crestas.

### **3.3.1 Tipos de ruido y valores límites permisibles**

El sonido puede ser descrito en términos de las variables tiempo y nivel: continuidad, fluctuación, impulsividad e intermitencia. Teniendo en cuenta la relación “nivel de intensidad y tiempo” el ruido se clasifica en [3] [18] [19] [20] [22] [24]

- Continuo: Sonido que no presenta cambios rápidos y repentinos de nivel durante el periodo de exposición. El máximo cambio puede ser hasta 2 dB.
- Intermitente: Sonido con variaciones de nivel continuas, sin periodos de estabilidad. Las variaciones son mayores a 2 dB.
- Impacto: Sonido en el cual la presión sonora fluctúa en forma brusca. Se caracteriza, porque transcurren más de 2 segundos entre 2 impactos.
- Complejo: aquel sonido continuo pero que presenta variaciones de frecuencia entre los 125 y los 8000 Hertz. Es el más común en las industrias y la exposición de los trabajadores.

En la Resolución 1792 del 8 de mayo de 1990, el nivel permisible establecido por la legislación colombiana para 8 horas de exposición es de 85 dB (A), con los siguientes valores de niveles de ruido permisible.

**Tabla 1.** Tabla de valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente

<b>Duración de la exposición diaria entre horas</b>	<b>TLV'S ACGIH</b>	<b>Dosis equivalente en porcentaje</b>
Nivel de Acción	80	50%
8	85	100%
4	88	200%
2	91	400%
1	94	800%
½	97	1600%
¼	100	3200%
1/8	103	6400%
1/16	106	12800%
1/32	109	25600%

Fuente: Resolución 1792 del 8 de mayo de 1990

La combinación del ruido de diferentes fuentes sonoras produce un nivel más alto que si se considerara una sola fuente. Los niveles correspondientes a varias fuentes no pueden sumarse directamente, debido a que el decibel es una unidad logarítmica. Para estimar el nivel de presión sonora en áreas donde existen varias fuentes generadoras se debe considerar la siguiente tabla

**Tabla 2.** Tabla de valores límites permisibles para varias fuentes

<b>Diferencia en dB</b>	<b>Numero para añadir al valor más alto</b>
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.7
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.8
10	0.4
11	0.3
14	0.2
16	0.1

Fuente: Resolución 1792 del 8 de mayo de 1990

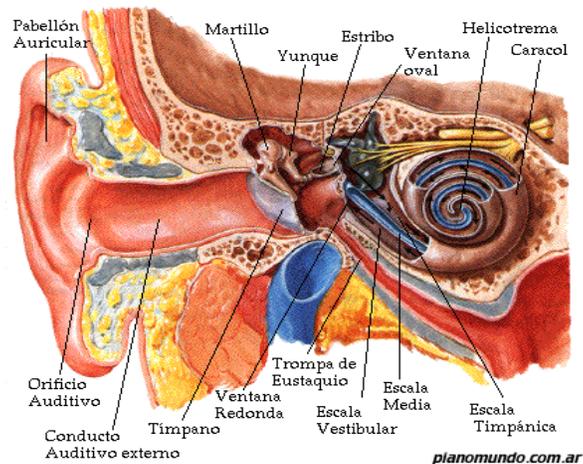
El grado de riesgo, es una medida utilizada para valorar la probabilidad de daño a la salud de las personas expuestas a un factor de riesgo; para el caso del ruido se expresa como el tiempo de exposición a dicho factor dividido por el tiempo de exposición máximo permitido, ambos en horas o minutos por día. [3] [20] [24]

### 3.3.2 Mecanismos y tipos de pérdida auditiva

El oído está constituido por dos grupos de estructuras anatómicas: el aparato de transmisión y el aparato de percepción. El aparato de transmisión está compuesto por el oído externo y oído medio, en cambio el aparato de percepción constituye la unidad sensorial y está conformada por el caracol y el órgano de Corti. El elemento fundamental para la audición es el órgano de Corti que se ubica en el aparato coclear. La transmisión del sonido en este órgano se da desde las células ganglionares de Corti pasando por la raíz del nervio coclear del nervio auditivo hasta llegar a núcleos especializados de la audición ubicados en el lóbulo temporal del cerebro. El sonido captado por el pabellón auricular hace vibrar el tímpano y la cadena osicular del oído medio, asegurando una transmisión global y masiva de fenómeno vibratorio. Los músculos de la cadena de huesecillos tienen una función antagónica y su concentración es reflejada y el resultado es un aumento de la impedancia, disminuyendo así la magnitud de las ondas. Las ondas acústicas pasan al oído interno por medio de la platina del estribo a través de la membrana oval se estimula el movimiento de los líquidos peri-linfáticos. El sonido genera ondas que recorren toda la escala coclear, estimula toda la escala coclear, estimula las células ciliadas y el órgano de Corti y producto excitación del nervio auditivo, conduciendo los impulsos nerviosos al cerebro para su implementación [3] [18] [19] [20] [22] [24]

La pérdida de audición puede ser el resultado de trastornos de la aurícula, canal auditivo externo, medio oído, oído interno o vía auditiva central. En general, lesiones en la aurícula, externas canal auditivo o oído medio causan pérdidas auditivas conductivas, mientras que las lesiones en el oído interno o el octavo nervio causan pérdidas auditivas neurosensoriales. [3] [18] [19] [20] [22] [24] Ver figura 1.

**Figura 1.** Estructuras y cavidades del oído



Fuente. Rojas Lemus M, Jiménez Martínez RS [36]

### 3.3.2.1 Pérdida de audición de transmisión o conducción

Una pérdida de audición de transmisión resulta de todas las condiciones que obstaculizan la onda de sonido a través del oído externo al tímpano y su amplificación y transmisión por los huesecillos (oído medio) al oído interno. [3] [18] [19] [20]

La pérdida auditiva conductiva por lo general se puede revertir tratando la causa subyacente, entre las que se encuentran:

- Obstrucción del canal auditivo externo por cerumen o un objeto extraño,
- Perforación de la membrana timpánica,
- Otitis media u otitis media, timpanoesclerosis (engrosamiento y calcificación de la membrana timpánica secundaria a inflamación o eventos traumáticos con implicación de la cadena osicular).

- Colesteatoma (adquirido o congénito: acumulación de epitelio escamoso) dentro del oído medio),
- Otosclerosis (enfermedad osteodistrófica de la cápsula laberíntica), alteración de la cadena osicular

### **3.3.2.2 Pérdida auditiva neurosensorial**

La pérdida auditiva neurosensorial es el resultado de un daño que ocurre en uno o más puntos a lo largo de la vía auditiva desde la cóclea hasta la corteza auditiva primaria. La discapacidad auditiva neurosensorial puede ser unilateral o bilateral, de acuerdo con la patología subyacente, y en la mayoría de los casos es irreversible. [3] [18] [19] [20]

Las principales causas de pérdida auditiva neurosensorial son:

- Congénito (hereditario o adquirido)
- Presbiacusia (o presbiacusia)
- Ruido
- Drogas terapéuticas ototóxicas
- Traumatismo craneal: fractura de hueso temporal, conmoción laberíntica, daño central
- Rotura de ventana oval o redonda
- Infecciones,
- La enfermedad de Meniere
- Hipoacusia neurosensorial súbita idiopática (pérdida auditiva de 30 dB dentro de un período de tres días)

- Tumores de ángulo cerebeloso, como neuromas acústicos, otros tumores neoplásicos, enfermedad vascular, traumática, desmielinizante, infecciosa o degenerativa que afecta la vía auditiva central.

La pérdida de audición sensorial es el resultado de lesiones de órganos terminales (trauma acústico, viral laberintitis, fármacos ototóxicos, enfermedad de Meniere), que generalmente no amenazan la vida. La pérdida de audición neural a menudo se debe a un daño potencialmente mortal tumores de ángulo ponto cerebeloso y una amplia variedad de otros trastornos neurológicos [3] [18] [19] [20]

### **3.3.2.3 Evaluación de la pérdida auditiva**

La evaluación de un paciente con problemas auditivos tiene como objetivo determinar [3] [18] [19] [20]:

- La naturaleza de la discapacidad auditiva (conductiva versus sensorineural)
- La anatomía del impedimento (oído externo, oído medio, oído interno o central)
- La severidad del impedimento
- La etiología.

En cualquier caso, la evaluación de la pérdida de audición se basa en una combinación de historia (personal, social y ocupacional), examen clínico y hallazgos audiométricos. Durante el examen, es crucial detectar: la presencia o ausencia de tinnitus, vértigo, desequilibrio, plenitud auditiva, otorrea, dolor de cabeza, disfunción del nervio facial, traumatismo craneal, exposición a ototoxinas, exposición al ruido ocupacional o recreativo, historia familiar. [3] [18] [19] [20]

Una prueba de audición toma alrededor de 15 minutos para una detección simple a horas para una evaluación completa. Una evaluación auditiva debe comenzar sistemáticamente con una inspección directa de los oídos con un otoscopio para evaluar el estado del oído canal y el tímpano [3] [18] [19] [20]

Los Factores que influyen en la lesión auditiva son: Intensidad (cuando se presenta un mayor nivel de presión sonora, mayor es el deterioro auditivo sufrido por los trabajadores expuestos); Frecuencia, el oído es más susceptible en las frecuencias entre 3.000 y 6.000 Hz siendo la lesión en la zona de los 4.000 Hz el primer signo en la mayoría de los casos, el oído humano está mucho mejor protegido contra los ruidos intensos de frecuencias bajas que contra las frecuencias altas; el tipo de ruido (el continuo representa mayor daño que el intermitente) y tiempo de exposición: ( la lesión se desarrolla en los primeros años y luego permanece constante. Tras este intervalo se extiende a otras frecuencias y su daño es irreversible aun al finalizar la exposición). [3] [18] [19] [20] [22] [24]

Otras variables que se deben considerar en la evaluación de la pérdida auditiva son [18] [19] [20] [22] [24]:

- Edad: la mayoría de los estudios realizados a nivel internacional demuestran una asociación del factor edad con una pérdida auditiva.
- Sexo: las mujeres parecen ser menos susceptibles que los hombres al ruido
- Daño auditivo previo: los trastornos del oído medio y, en general, la hipoacusia conductiva, disminuyen los efectos dañinos del ruido en el oído interno, al reducir la transferencia de energía a la cóclea.
- Drogas oto-tóxicas: se ha demostrado, al menos en animales, que en altas dosis, drogas como la estreptomycin, la quinina, el ácido acetilsalicílico (aspirina), la neomicina y la furosemida, entre otros; pueden aumentar la susceptibilidad al ruido, daño fácil a cuantificar en una hipoacusia resultante, para cada factor por separado.

- Susceptibilidad individual: el efecto del ruido varía de persona a persona

### **3.4 Efecto auditivo del ruido sobre el trabajador**

El efecto auditivo del ruido en un trabajador puede clasificarse en función de la intensidad y el tiempo en [3] [18] [19] [20] [22] [24]:

- a. Agudo: por exposición ocupacional a ruidos de muy alta intensidad en periodos cortos de tiempo, por ejemplo, explosiones, en donde se puede generar un daño en el órgano de la audición como lesiones en el tímpano o en la cadena de huesillos a nivel de la transmisión de la onda sonora.
- b. Crónico: En donde se presenta un aumento irreversible del umbral auditivo a ciertas frecuencias, después de la exposición a altos niveles de presión sonora por un periodo de tiempo prolongado (años). El daño comienza con un trastorno en la percepción de sonidos comunes, como los producidos en una conversación cotidiana (trastorno conocido como fatiga auditiva). Esta situación común es precursora del daño permanente de la audición si la exposición al ruido es continuo.

La exposición al ruido produce una pérdida de audición inicial sobre los 4.000 Hertz de frecuencia, como síntomas asociados se presentan irritabilidad o astenia, reversibles y de duración limitada después de finalizar la jornada laboral y por lo tanto la exposición. Con el transcurso del tiempo y si el nivel de exposición se mantiene, la pérdida auditiva genera lesiones irreversibles del órgano Corti. Si la exposición al ruido continua, la pérdida auditiva progresa hacia las frecuencias propias de la conversación (500, 1.000 y 2.000 Hertz) con alteraciones en la comprensión del lenguaje oral, la distorsión de los sonidos y la sensación de inestabilidad generalmente acompañada de manifestaciones

neurovegetativas. Dicha descripción corresponde al Síndrome de Sordera Profesional o Hipoacusia Neurosensorial por Ruido.

Cuando los niveles de ruido sobrepasan los 85 dB (A) pueden presentarse los siguientes efectos: Aumento de la frecuencia cardiaca, aumento de la vasoconstricción; aceleración del ritmo respiratorio; disminución de la actividad de los órganos digestivos, reducción de la actividad cerebral y posibles incidencias psicológicas provocan una modificación del carácter del comportamiento que producen ansiedad, irritabilidad, agresividad, entre otros.

Finalmente, es importante considerar que el ruido se convierte en un problema social progresivo e inherente a la vida, produciendo un efecto nocivo sobre el ser humano.

#### **3.4.1 Caracterización de un proceso de trabajo y de sus factores de riesgo**

Para caracterizar un proceso de trabajo es necesario reconocer que el trabajo es una actividad que se realiza de manera cotidiana y por tal razón no es tan tangible establecer los riesgos y la práctica del mismo en malas condiciones. Esto va en contravía de la toma de conciencia de lo que significa realizar estas actividades sin las respectivas medidas incluso considerando que muchas veces ocasionan lesiones graves o la muerte misma. Es necesario entonces, considerar el trabajo y como éste influye en la salud de los trabajadores, así como las maquinas, instrumentos, herramientas, jornada laboral, descrita anteriormente, interacción entre unos y otros y las alteraciones que ocasionan a la salud. Cuando se reconoce como el trabajo tiene afectación directa a la salud, es posible establecer acciones de prevención y promoción para que los trabajadores puedan cuidar su salud. En relación a la salud y el trabajo se determinan tres ámbitos: condiciones de trabajo, condiciones de salud y condiciones de vida. [33]

Las condiciones de trabajo incluyen los procesos propios del trabajo, procesos peligrosos o riesgo del trabajo, exigencias, procesos positivos o saludables. Las condiciones de salud- enfermedad se enmarcan entre los accidentes de trabajo, enfermedades del trabajo, manifestaciones tempranas y manifestaciones saludables. Y en las condiciones de vida se encuentran condiciones particulares y generales a cada individuo y las medidas de higiene y seguridad de las áreas en donde se desarrollan las actividades. [33]

Por tal razón, es importante y un reto que los riesgos ocupacionales sean inherentes al desarrollo de las actividades y al interior de las compañías se propenda por la implementación de soluciones y de recursos que determinen la prevención y el control de los mismos [34]. Así mismo, para determinar las condiciones de trabajo es necesario, definir el proceso de trabajo, como el eje central de desarrollo de las actividades de un centro de trabajo del cual surgen los procesos peligrosos causantes de los problemas de salud e interiorizar la necesidad de conocer el proceso de trabajo para descubrir la causa y la relación de interferencia con los problemas de salud, con el fin de enfocar de manera más acertada la articulación entre seguridad y salud en el trabajo. Dentro del proceso del trabajo se identifica el objeto del trabajo como elemento inicial y principal de la intervención del trabajador, la actividad como la acción que desarrolla el trabajador para alcanzar el objeto, los medios del trabajo como los elementos que median entre el objeto y las características de la actividad y los medios del trabajo como los elementos que median entre el objeto de trabajo y la actividad, o los implementos que utiliza el trabajador para ejecutar su tarea. De otro lado, se debe considerar la organización y división del trabajo incluyendo los aspectos que se relacionan con, tiempo y horarios de trabajo, cantidad e intensidad del trabajo, sistemas de control y vigilancia, características de la actividad y calidad del trabajo y la manera como se encuentra organizado y divididos en subcategorías de acuerdo al tipo de trabajo que se realiza y calidad del mismo, pues la interacción de estos elementos determina el perfil específico de procesos peligrosos para la salud. [33]

Se realiza caracterización acuerdo a las actividades funcionales desarrolladas por los trabajadores que se encuentran involucrados en los procesos productivos, para ello se agrupan por áreas de trabajo.

**Tabla 3.** Caracterización de acuerdo actividades funcionales

<b>Áreas</b>	<b>Actividades – que se realiza</b>	<b>Cargos</b>	<b>jornada laboral</b>	<b>fuentes de ruido asociadas</b>	<b>controles existentes</b>	<b>cantidad de personas expuestas</b>
Producción		Supervisor de producción				1
		Operador 1A				1
		Operador de Baterías				1
		Auxiliar Batería				1
		Ingeniero de Medición				1
		Ingeniero Quimico				1
Mantenimien to		Ingeniero de Mantenimiento				1

<b>Áreas</b>	<b>Actividades – que se realiza</b>	<b>Cargos</b>	<b>jornada laboral</b>	<b>fuentes de ruido asociadas</b>	<b>controles existentes</b>	<b>cantidad de personas expuestas</b>
		Técnico de Mantenimiento				1
		Auxiliar de Mantenimiento				1
		Caderista				1
Montajes		Tecnico Superior				1
		Tecnico de Montaje				1
		Ayudante				1
		Maestro Construccion				1
HSE		Ingeniero HSE				1
		Ingeniero Ambiental				1
		Medico				1
		Enfermera				1
		Auxiliar Ambiental				1

<b>Áreas</b>	<b>Actividades – que se realiza</b>	<b>Cargos</b>	<b>jornada laboral</b>	<b>fuentes de ruido asociadas</b>	<b>controles existentes</b>	<b>cantidad de personas expuestas</b>
Transporte		Coordinador de Transporte				1
		Auxiliar de Transporte				1

Fuente: Autor

#### **4. Medidas de control**

Los programas de prevención del ruido y las vibraciones deberían tener por finalidad suprimir los riesgos, utilizando los medios adecuados y no deberían sobrepasar los límites establecidos. Para tal fin es necesario adoptar medidas adecuadas para prevenir la producción, transmisión, amplificación del ruido desde que se coincide el diseño de las instalaciones y deberían tomarse las medidas técnicas para reducir los niveles por debajo de los límites permisibles. Si no fuera posible alcanzar estos objetivos, es necesario utilizar medidas individuales de protección, u medidas administrativas tendientes a reducir los tiempos de exposición, así como los controles médicos adecuados o cualquier otro medio para que la exposición a los riesgos no llegue a los límites permisibles. Es muy importante realizar el control permanente de los lugares de trabajo de forma sistemática y vigilar de forma permanente las condiciones de salud de los trabajadores a través de un programa de prevención. [34]

## **5. Hupecol – Facilidades Lla-58**

HUPECOL, es una empresa de origen Norte Americano, se establece en Colombia en 1997, dedicada a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, su presencia en el territorio colombiano inicia desde el año 1997. En la actualidad, HUPECOL adelanta actividades de producción en Bloque de Desarrollo Llanos 58, ubicado el municipio de Puerto López – Meta. A través del Contrato No. 60 del 17 de marzo de 2011 celebrado entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y HUPECOL se da inicio a las actividades en el Bloque LLA-58, cuya área de influencia directa abarca las veredas La Serranía, Alto Melúa y Melúa Medio según la Resolución 0081 del 31 de enero de 2013, correspondiente a la fase exploratoria. Posteriormente dicha área de influencia tiene una ampliación de acuerdo a la licencia ambiental global Resolución 636 del 04 de junio de 2015 que incorpora las veredas de Alto Menegua, Alto Navajas, Yucao Sector la Ema y Pozones – Potosí bajo el criterio de movilización de equipos.

**Tabla 4.** Área de influencia directa del Bloque de Desarrollo Llanos-58

Departamento	Municipio	Veredas AID	Licencia
META	PUERTO LÓPEZ	Alto Melúa	Resolución 0081 31 /01/2013
		Melúa Medio	
		La Serranía	
		Alto MENEGUA	Resolución 0636 04/06/2015
		Alto Navajas	
		Yucao Sector de la Ema	

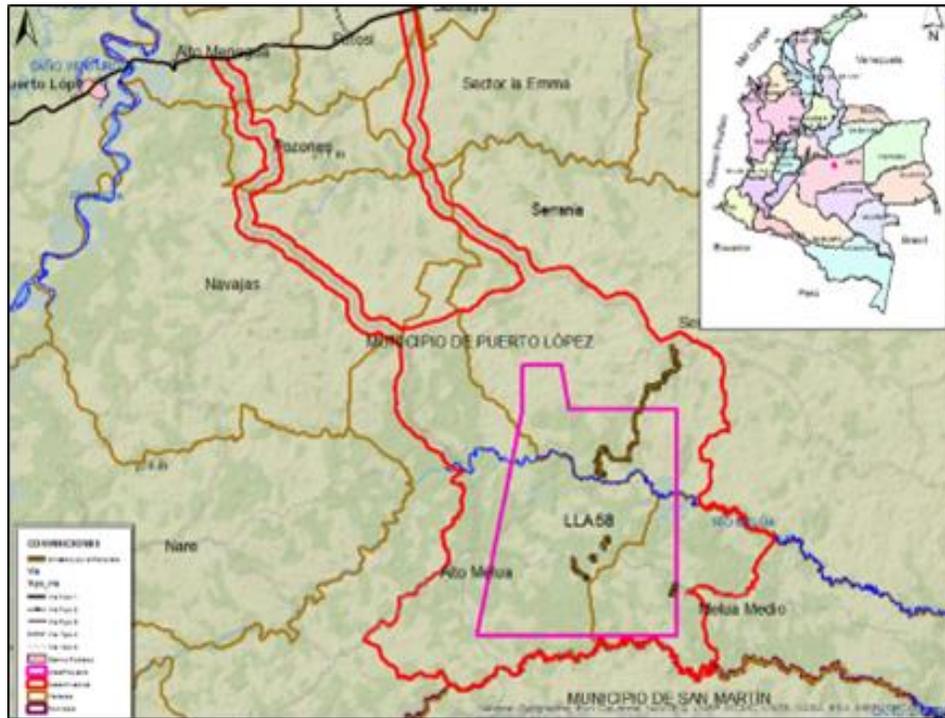
Departamento	Municipio	Veredas AID	Licencia
		Pozones, Potosí	

Fuente: Sistema de Información HUPECOL 2017

HUPECOL en el 2011 inicia actividades de exploración sísmica, posterior a ello realiza el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para solicitud de la Licencia Ambiental exploratoria, que posteriormente fue otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) bajo la Resolución 0081 del 31 de enero de 2013; la cual permitió que se ejecuten actividades exploratorias en el polígono del área de interés de perforación exploratoria licenciada. En 2013 HUPECOL inicia las acciones para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con el fin de modificar la Licencia AMBIENTAL exploratoria para desarrollar actividades de explotación, pasando así al Desarrollo del Bloque Llanos-58, a través de la licencia ambiental global mediante la Resolución 0636 del 4 de junio de 2015.

En este momento y de acuerdo a Licencia Ambiental Global, para acceder al Bloque de Desarrollo Llanos-58, se hace uso de las siguientes vías de acceso: Vía nacional desde Villavicencio hasta la cabecera municipal de Puerto López, vía hacia el vecino municipio de Puerto Gaitán, desvío por la vía denominada como “Los Avestruces” ingresando hasta el límite de la parte sur del Bloque que corresponde a las veredas Alto Melúa y Medio Melúa, otra alternativa u opción de ingreso al Bloque corresponde al acceso desde el casco urbano de Puerto López, vía Puerto Gaitán haciendo el desvío por el sitio denominado como La Virgen para tomar la vía “Los Japoneses”, corredor vial que a su vez es compartido con la operación del Campo Valdivia Almagro de Ecopetrol S.A. y en un tramo inicial con las compañías que operan los cultivos de caña que alimentan la planta de biodiesel también de Ecopetrol S.A. que opera unos kilómetros en dirección hacia Puerto Gaitán.

**Figura 2.** Mapa Bloque Llanos-58



Fuente: Estudio EIA Antea Group 2012 Hupecol

En este bloque se construyeron 10 locaciones, se perforaron 24 pozos exploratorios y se cuenta con una producción de hidrocarburos de 2.200 Barriles, ubicados en las locaciones LLa-58-4 sur, LLa-58-16 y LLa-58-4. [13]

**Figura 3.** Locación LLa-58-4sur



Fuente: Bloque Llanos 58 Locación LLa 58-4-Sur Hupecol 2018

**Figura 4.** Facilidades de Producción Locación LLa-58-4



Fuente: Bloque Llanos 58 Facilidades de Producción Hupecol 2018

## **5.1 Identificación, manejo y evaluación del riesgo en las áreas de trabajo**

El programa de conservación auditiva, empieza por la medición de niveles de ruido en los diferentes puestos de trabajo de la siguiente manera:

En las áreas de directo control de HUPECOL se coordina, de forma directa por HUPECOL o a través de la ARL la realización de mediciones de presión sonora. Cuando no se presenten cambios en los procesos de producción y/o equipos utilizados, las mediciones se realizan cada dos años si los niveles ponderados de ruido son iguales o superiores a 85 dB y cada 5 años si los niveles ponderados de ruido son inferiores a 85 decibels. Si se producen cambios en el proceso de trabajo, instalan nuevos equipos o cambian las características ambientales de la última medición realizada, la medición se realizará una vez finalicen los cambios efectuados.

## **5.2 Frecuencia de las evaluaciones ambientales**

Cuando no se han presentado cambios en los procesos de producción, adquisición de equipos, mantenimiento, reubicación laboral. Se realizan mediciones de la exposición a ruido cada 2 años si los niveles ponderados de ruido (TWA) son iguales o superiores a 95 dBA (1000% de la dosis) y cada 5 años si los niveles ponderados de ruido (TWA) son inferiores a 95 dBA. Además, se hacen mediciones cada vez que se presente cualquiera de los cambios mencionados al principio y en general cuando se sospeche que los niveles de ruido han variado. [5] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25]

### 5.3 Métodos para la reducción del riesgo

Los métodos para la reducción y control del factor de riesgo ruido en las áreas de trabajo de HUPECOL incluyen:

- a. Control en la Fuente. Está determinado por el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo de los equipos propiedad y a cargo de HUPECOL tanto en sus locaciones como en sus áreas administrativas.
- b. Control en el medio. Son los procedimientos de control que Hupecol utiliza para atenuar los efectos del ruido sobre los receptores, modificando las condiciones de transmisión y propagación de las ondas acústicas entre los focos emisores y las personas, lo cual se logra por medio de un encerramiento de la fuente o mediante la creación de una discontinuidad de los elementos estructurales por el que se transmite dicho fenómeno. Con base en los resultados de la medición de ruido, se determina la pertinencia de implementar controles en el medio.
- c. Control en el individuo. Consiste en el suministro y uso de elementos de protección auditiva. La función de los elementos de protección personal no es reducir el riesgo o peligro sino adecuar el individuo al medio y grado de exposición y se consideran solo después de haber implementado los controles anteriores, cuando los trabajadores se encuentran expuestos a altos niveles de ruido.

Para la selección de los elementos de protección auditiva HUPECOL tiene en cuenta las recomendaciones del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) que establecen aplicar al resultado de la tasa de reducción de ruido establecida por el proveedor 7 decibeles, menos un 25% si el protector es tipo copa, 50% para protectores de inserción moldeable y 70% para cualquier otro tipo de protector.

Los Elementos de Protección auditiva actualmente utilizados en HUPECOL son:

- Producción: Moldex Espuma Purafit NRR 33.
- Protectores Auditivos de Copa Marca
- MANTENIMIENTO: Moldex Espuma Purafit NRR 33.<sup>1</sup>
- Montajes: Moldex Espuma Purafit NRR 33.
- Transportes: Moldex Espuma Purafit NRR 33.
- Obreros De Patio: Moldex Espuma Purafit NRR 33.

#### 5.4 Clasificación de los trabadores

- a. Trabajador no expuesto: Es todo trabajador vinculado a HUPECOL, que realiza actividades laborales en áreas con mediciones de ruido inferiores a 80 dB. Forman parte del grupo control con fines de seguimiento a la calidad del programa y para establecer la influencia de la presbiacusia en la generación de la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo.
- b. Trabajador expuesto: Es todo trabajador vinculado a HUPECOL que realiza actividades laborales en áreas con mediciones de ruido superiores o iguales a 80 dB. Con base en los resultados de las audiometrías de seguimiento, este grupo de colaboradores se clasifica de la siguiente manera:
  - ✓ Trabajador sin hallazgos de patología auditiva de origen laboral (Sano): Es todo trabajador expuesto, objeto del PROGRAMA que presente a la audiometría un desplazamiento del umbral auditivo inferior a 15 dB en una o varias de las frecuencias de prueba del rango entre 3000 y 8000 Hz, en cualquiera de sus oídos, en relación con la audiometría de entrada al PROGRAMA.

---

<sup>1</sup> Cuando el operario de mantenimiento o auxiliar realizan las labores de mantenimiento y/o reparación de generadores de energía o bomba triplex, se utiliza doble protección auditiva, con protección de inserción y tipo copa.

- ✓ Caso Sospechoso de patología auditiva de origen laboral : Es todo trabajador expuesto, objeto del PROGRAMA que presente una pérdida auditiva igual o superior a 15 dB en una o varias de las frecuencias de prueba del rango entre 300-8000 Hz, en cualquiera de sus oídos, en relación con la audiometría de entrada o de seguimiento. Para estos casos el Departamento Médico indicará la realización de audiometría tonal de confirmación de cambio en el umbral auditivo.
- ✓ Caso confirmado de patología de origen laboral: Es todo trabajador expuesto, objeto del PROGRAMA que en la audiometría tonal de confirmación de cambio se confirme el desplazamiento permanente del umbral auditivo mayor o igual a 15 DBA en cualquiera de las frecuencias de prueba 300 a 8000 Hz, en cualquiera de los oídos, con respecto a la audiometría tonal de ingreso o de seguimiento. Ante la confirmación del cambio permanente en el umbral auditivo, el trabajador se debe remitir a la EPS y/o ARP

## **6. Tipo de Estudio**

Es un estudio descriptivo de corte transversal, donde se obtiene la información de las mediciones higiénicas realizadas en el campo petrolero de Hupecol. Como resultado se desarrolló los Grupos de Exposición Similar del agente higiénico ruido).

### 6.1 Instrumentos Utilizados

La recolección de los datos se realizó con base en la información registrada en Excel, para ello se cuenta una base de datos (plantilla de registro) que incluye el resultado de las mediciones de dosimetrías y sonometrías. La herramienta de Excel fue empleada para realizar el análisis y seleccionar las estrategias de muestreo, conformación de los GES, tratamientos estadísticos de los datos.

**Tabla 5.** Tabla - Variables de estudio registradas de la muestra

<b>Variable</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Relación con el proceso de investigación</b>
Área	Cuantitativa	Razón	Independiente
GES	Cualitativa	Nominal	Independiente
Número de personas expuestas	Cualitativa	Nominal	Independiente
Cargo	Cualitativa	Nominal	Independiente
Tiempo de registro	Cuantitativa	Razón	Independiente
Nivel de pico	Cuantitativa	Razón	Dependiente
Nivel máximo	Cuantitativa	Razón	Dependiente

<b>Variable</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Relación con el proceso de investigación</b>
Nivel mínimo	Cuantitativa	Razón	Dependiente
LAEQ	Cuantitativa	Razón	Dependiente
TWA	Cuantitativa	Razón	Dependiente
Dosis medida	Cuantitativa	Razón	Dependiente
Dosis Proyectada	Cuantitativa	Razón	Dependiente

Fuente: Informe dosimetrías Llanos 58

## **6.2 Proceso de la Información**

Una vez consolidada la información en la base de datos, se realiza la ratificación de los cargos donde se realiza la agrupación de trabajadores que comparten los mismos riesgos, ambientes laborales, sistemas de control semejantes.

## **6.3 Identificación de los peligros y evaluación de riesgos**

Al analizar la matriz de IPER de la empresa, se encontró: que el ruido es uno de los factores de riesgo más altos en la operación. Se partió de la elaboración de la matriz teniendo en cuenta los cargos, las áreas, las actividades, los turnos y el entorno. (Ver anexo Matriz de riesgos Hupecol campo)

Los trabajadores que se encuentran expuestos a ruido comprenden un total de 21 personas que corresponden al personal que soporta la operación y realizan desplazamientos en el campo

petrolero. Algunos de los cargos analizados fueron: Ingeniero tratamiento químico, Operador 1A, Auxiliar Ambiental, Operador de Batería, Auxiliar de Mantenimiento, Técnico de Montajes.

#### **6.4 Tamaño de la Muestra**

La estrategia para definir el perfil de exposiciones de un agente ambiental es monitorear cada día la exposición del trabajador. Generalmente este procedimiento dado el costo y tiempo, no es posible, por lo tanto, se escoge un grupo de trabajadores y días específicos para el monitoreo y se usan los resultados para estimar el perfil de la exposición.

En la presente investigación se ha tomado en cuenta los criterios basados en la literatura técnico – científica NIOSH Manual of Analytical Methods, Sampling Strategy, Chapter D, pg. 27.

Criterion NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). Según este criterio para evaluar la exposición de un GES que está compuesto por “N” trabajadores es necesario que se tome una muestra “n” para poder estimar estadísticamente, el Nivel de Exposición en base a los resultados de las mediciones.

Para determinar el número de muestra (n), con 95% de confianza que por lo menos un trabajador del 20% más expuesto del grupo estará considerado en la muestra, el número de muestra será tomado según la Tabla No. 6.

El tamaño de la muestra se determina basado en la cantidad de trabajadores totales dentro de dicho grupo (población universo, N) incluyendo todos los turnos, y se determina el número mínimo de muestreos (n) mediante la distribución  $\chi^2$  (chi cuadrada), con el fin de asegurar que el número de muestras dentro de la población universo.

**Tabla 6.** Numero de muestras

Tamaño del Grupo (N)	1-6	7-8	9	10	11-12	13-14	15-17	18-20	21-24	25-29	30-37	39-49	50*
Número mínimo de muestras	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17-18	22

\* En los GES cuyo número total de personas (N) es mayor a 50 y menor a 220, se realizarán 22 muestreos y para GES con número total de personas mayor a 220 se realizarán un número de muestreos correspondiente al 10% del valor de N.

Fuente: NIOSH Manual of Analytical Methods, Sampling Strategy, Chapter D, pg. 27.

**Tabla 7.** Cálculo del tamaño de la muestra.

Cod Ges	Cantidad de personas	% distribución	Cantidad de dosimetrías
AO	11	53	10
MTTO OPER	3	14	6
OPER	3	14	6
OPER2	4	19	6

Fuente: Informe dosimetría Llanos 58 (Autor)

La estrategia de muestreo seleccionada se fundamenta en la aplicación de la estadística descriptiva para el conocimiento de la tendencia general de las exposiciones de los trabajadores. De acuerdo a cada grupo de exposición similar, se establece una estrategia universo' muestra con base al cálculo de tamaño

de la muestra por puesto de acuerdo a los criterios NIOSH, es importante señalar que la estrategia optada es la evaluación objetiva que consiste en la evaluación por medición de la exposición ocupacional a ruido.

### 6.5 Conformación del GES

Una vez conformados los GES, estos requieren ser evaluados para identificar aquellos en donde potencial de exposición hacia el agente presenta un riesgo significativo. Los GES que tienen un potencial de riesgo mayor requerirán de atención inmediata, y a estos se les llamara GES críticos. Los GES críticos requerirán de seguimiento complementario, tal como mayor representatividad en el muestreo o controles administrativos o técnicos para reducir la exposición. Todos los GES deben ser priorizados (u ordenados en rangos) basados en su riesgo potencial.

Para facilitar el manejo de los Grupos de Exposición Similar se establecen códigos, siguiendo los siguientes parámetros:

**Tabla 8.** Código asociado a la condición de trabajo

<b>CÓDIGO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>PRO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>
<b>MTTO</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
<b>MON</b>	<b>MONTAJE</b>
<b>HSE</b>	<b>HSE</b>
<b>TRA</b>	<b>TRANSPORTE</b>

Fuente: Informe dosimetría Llanos 58 (Autor)

**Tabla 9.** Código asociado a circunstancia de exposición

<b>CÓDIGO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>ADM</b>	<b>ADMINISTRATIVO</b>
<b>OPER</b>	<b>OPERATIVO</b>
<b>OPER2</b>	<b>OPERATIVO</b>
<b>AO</b>	<b>ADMINISTRATIVO OPERATIVO</b>

Fuente: Autor

**CODIGO ASOCIADO A PERFIL DE EXPOSICION**

**Tabla 10.** Matriz de determinación de Perfiles de Exposición Subjetivos

Matriz de determinación de Perfiles Subjetivos de Exposición								
>360 Minutos/Jornada	PERMANENTE	CIRCUNSTAN CIA DE EXPOSICIÓN	4	0	4	8	12	16
>120<360 Minutos/Jornada	ALTA		3	0	3	6	9	12
>30<120 Minutos/Jornada	MEDIA		2	0	2	4	6	8
<30 Minutos/Jornada	BAJA		1	0	1	2	3	4
No hay Expsicion	NULA		0	0	0	0	0	0
				0	1	2	3	4

	<b>EFFECTO EN SALUD</b>				
	<b>NULO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUY ALTO</b>
Sin efecto en la salud o información desconocida del impacto en salud		Efecto reversible en la salud	Efecto reversible severo en la salud	Efecto irreversible en la salud	En peligro la vida o enfermedades incapacitantes

Fuente: A strategy for Assessment and Managing Occupational Exposures. AIHA 2006 ©

A continuación se relaciona en la siguiente tabla los nombres de los trabajadores a quienes se les practicó las dosimetrías<sup>2</sup>.

**Tabla 11. Matriz de determinación de Perfiles de Exposición Subjetivos**

<b>GES</b>	<b>Nombre del trabajador</b>	<b>Cargo</b>	<b>Tiempo de Exposicion</b>
OPER	German andres Rojas	Tecnico Superior Montajes	8
OPER	Bigvai Murcia	Tecnico de Montaje	8
OPER	Ramiro Casagua	Ayudante	8
OPER	Oscar Sanchez	Maestro Construccion	8
OPER2	Gregorio Hernadez	Operador de Baterias	8
OPER2	Edwin Fernado Villamil	Auxiliar Bateria	8
OPER2	Henry Beltran	Ingeniero Quimico	8
OPER2	Jose Ricardo Oros	Auxiliar Bateria	8
OPER2	Andres Camilo Ardila	Ingeniero Quimico	8
OPER2	Juan Gabriel Perez	Auxiliar Bateria	8
MTTO OPER	Hernesto Gomez Alza	Tecnico de Mantenimiento	8
MTTO OPER	Leonardo Berdugo	Auxiliar de Mantenimiento	12
MTTO OPER	Baldomero Mendoza	Caderista	12
MTTO OPER	Miller Barrera	Tecnico de Mantenimiento	12

<b>GES</b>	<b>Nombre del trabajador</b>	<b>Cargo</b>	<b>Tiempo de Exposicion</b>
MTTO OPER	Geider Pulecio	Tecnico de Mantenimiento	12
AO	Henry Barrera	Supervisor de produccion	8
AO	Wilson Rodriguez	Operador 1A	8
AO	Marcia Pereira	Ingeniero de medicion	8
AO	Nelson Grazon	Ingeniero de Mantenimiento	8
AO	Jhon Carrillo	Ingeniero HSE	8
AO	Luis Enrrique Torres	Ingeniero Ambiental	8
AO	Johnattan Monje	Medico	8
AO	Evelyn Andrea Reyes	Enfermera	8
AO	Milton Pompilio	Auxiliar Ambiental	8
AO	Isai Garcia	Coordinador de Transporte	8
AO	Manuel Areanas	Auxiliar de Transporte	8

Fuente: Autor

De acuerdo con el criterio del cálculo de la desviación estándar geométrica, se sugiere realizar un análisis de la viabilidad de los resultados cuando esta es superior a 2, en los casos en que las circunstancias de exposición sean difícilmente diferenciables, se requieren de más mediciones con el objetivo de disminuir el DEG.

De acuerdo a los expuestos anteriormente se han conformado los siguientes GES

**Tabla 12.** Grupos de exposición similar

<b>CÓDIGO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>ADM</b>	<b>ADMINISTRATIVO</b>
<b>OPER</b>	<b>OPERATIVO</b>
<b>OPER2</b>	<b>OPERATIVO</b>
<b>AO</b>	<b>ADMINISTRATIVO OPERATIVO</b>

Fuente: Autor

Cuyas circunstancias puntuales de exposición se enuncian a continuación.

Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupo de Exposición de AO

- Fuentes / Naturaleza del contaminante: Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero.

- **Actividades:** El personal se encarga de realizar labores administrativas que se realizan en las oficinas dentro del campo petrolero y el 40% se previste la realización de recorridos en el campo petrolero, como también la ejecución de supervisión de actividades que se encuentren a cargo.
- **Estándar de trabajo:** Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el área, expuestos al ruido generado por las máquinas antes descritas. Sin embargo, se mueven por todo el campo petrolero acercándose y alejándose de las fuentes de ruido.
- **Controles actuales:** Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico

### **Características Circunstanciales:**

- **Tiempo de exposición:** El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 4 de las 8 horas de trabajo.
- **Número de expuestos:** el número de personas expuestas a la condición es de 13 personas por turno de trabajo.
- **Turnos de Trabajo:** el horario de trabajo se cumple en las tres jornadas, cada una de 8 horas por seis días a la semana.
- **Lugar:** El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo libre y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termocoacustico.

**Elementos de Protección Personal (EPP):** Los operarios utilizan protección auditiva de inserción copa 3M tipo 105 Optime y protección auditiva realizada en molde

- Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupos de Exposición de OPER
- Fuentes / Naturaleza del contaminante: Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- Actividades: El personal se encarga de controlar las variables operacionales, realizar y analizar los reportes de la operación verificando los parámetros de medición, operación, mantenimiento, calidad de los fluidos, diagnosticar, controlar y tomar las medidas necesarias para garantizar la continuidad operativa, y minimizar los riesgos a las personas y medio ambiente. Monitorear la correcta operación de los equipos, Monitorear, operar y controlar los procesos principales de las facilidades
- Estándar de trabajo: Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado por los motores de los equipos / máquinas.
- Controles actuales: Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

### **Características Circunstanciales:**

- Tiempo de exposición: El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 12 horas de trabajo.
- Número de expuestos: el número de personas expuestas a la condición es de 4 personas que se alternan por turno de trabajo.
- Turnos de Trabajo: el horario de trabajo se cumple en las dos jornadas, cada una de 12 horas por siete días a la semana.

- Lugar: El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo libre y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.
- Elementos de Protección Personal (EPP): Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105
- Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupos de Exposición de OPER1
- Fuentes / Naturaleza del contaminante: Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- Actividades: El personal se encarga de asistir y apoyar las actividades de mantenimiento de las instalaciones, Equipos y herramientas de la planta. Realiza recorrido Diario equipos de la operación.
- Estándar de trabajo: Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado por los motores de los equipos / máquinas.
- Controles actuales: Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

### **Características Circunstanciales:**

- Tiempo de exposición: El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 10 horas de trabajo.
- Número de expuestos: el número de personas expuestas directamente a la condición es de 4 personas y alrededor de 20 personas abarcando toda la jornada laboral, la exposición no es continúa teniendo en cuenta las tareas que se desempeñan.

- Turnos de Trabajo: el horario de trabajo se cumple dos jornadas, cada una de 10 horas por siete días a la semana.
- Lugar: El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo libre y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.
- Elementos de Protección Personal (EPP): Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105

Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupo de Exposición de OPER2

- Fuentes / Naturaleza del contaminante: Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- Actividades: El personal se encarga de realizar las actividades que tengan que ver con intervenciones mecánicas y de soldadura que se realicen en las facilidades y locaciones.
- Estándar de trabajo: Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado los motores y la fricción de los materiales cuando se realizan actividades con las pulidoras, tronzadoras, Como también el nivel depresión sonora emitido por los motores de los equipos / máquinas como ruido indirecto.
- Controles actuales: Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

### **Características Circunstanciales:**

- Tiempo de exposición: El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 10 horas de trabajo.
- Número de expuestos: el número de personas expuestas a la condición es de 3 personas que se alternan por turno de trabajo y alrededor de 21 personas abarcando toda la jornada laboral, la exposición no es continúa teniendo en cuenta las tareas que se desempeñan.
- Turnos de Trabajo: el horario de trabajo se cumple las dos jornadas, cada una de 10 horas por siete días a la semana.
- Lugar: El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a camp libre y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.
- Elementos de Protección Personal (EPP): Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105

### **6.6 Tratamiento Estadístico de Datos**

Para el análisis estadístico del Grupo de Exposición Similar (GES) se utiliza la metodología descrita en la NTP 407, ajustada a niveles de ruido, es decir no se toma la escala semilogarítmica, ya que el nivel de ruido se calcula a través de una ecuación logarítmica. A continuación, se transcribe la metodología de dicha norma:

“Se trata de obtener un gráfico de probabilidad log-normal en cuyo eje de abscisas se leerá la frecuencia acumulada y en ordenadas el valor del logaritmo de las concentraciones halladas en el puesto de trabajo.

Del gráfico se obtiene la siguiente información:

1. El valor en abscisas del punto de intersección de la horizontal correspondiente al valor límite, con la recta ajustada de las muestras disponibles, da la probabilidad de que no se supere dicho valor límite. La diferencia entre esa probabilidad y el 100%, es la probabilidad de que se supere el valor límite.
2. La media geométrica es el valor correspondiente a una probabilidad del 50%.
3. La desviación estándar geométrica es el resultado de dividir el valor correspondiente a una probabilidad del 84% por el valor de probabilidad 50%, de acuerdo a la directriz de la norma.

Una vez se ha evaluado el factor de riesgo dentro del GES, se analizan los resultados mediante la desviación estándar geométrica (DEG), con el fin de determinar si el GES conformado de manera subjetiva, es válido o se debe reordenar.

El criterio para aceptar un GES subjetivo como válido, se establece lo siguiente:

- Si la  $DEG < 2.0$ , el GES subjetivo es válido
- Si la  $DEG \geq 2.0$ , el GES subjetivo no es válido y se debe replantear.

El replanteamiento de los GES, no significa volver a realizar las evaluaciones, sino que es simplemente un reordenamiento de los datos con el fin de conformar un GES objetivo, que sirve como base al Sistema de Vigilancia Epidemiológica, para el factor de riesgo evaluado.

## **6.7 Técnica de medición**

La técnica de medición seleccionada para determinar la dosis de ruido es la aplicación de dosimetrías dado que esta establece la dosis real de ruido que recibe una persona durante una jornada, que aplica cuando las variaciones de niveles sonoros son notables, en caso de ruido intermitente o de impacto y cuando el trabajador se desplace frecuentemente por diferentes áreas en su sitio de trabajo.

## **6.8 Consideraciones éticas**

Acorde con el artículo 11 de resolución 8430 de 1993 Título 2 Capítulo I, Aunque el estudio se ha realizado para fines académicos, se conserva la confidencialidad de la información y se cuenta con el consentimiento de la empresa para elaborar el estudio. Ver Anexo

Todas las personas deberán dar su consentimiento formal para participar en el estudio. Asimismo, se solicitará a los y las participantes que den su consentimiento por escrito utilizando el formulario que se diseñara para tal fin. Todos los datos se tratarán de forma confidencia

## **7. Resultados**

Con el fin de caracterizar las áreas de trabajo y los factores de riesgo asociados al ruido presentes en las actividades de producción en la locación LLa-58, se realizaron dos mediciones de ruido

(sonometrías) en las operaciones llanos 58, las mediciones se realizaron durante el 2017 y 2018 comparando los resultados obtenidos con el fin de determinar las áreas con presencia de riesgo por ruido ocupacional.

La estrategia de muestreo se realizó de tipo estacionario o de área (sonometrías), con el fin de establecer el impacto al ambiente de trabajo por la presencia potencial de ruido industrial en distintas áreas operativas de la empresa. El sonómetro fue parametrizado al tenor de los valores límite permisible y los criterios de referencia de la norma estándar esto es valor límite permisible de 85 dB con tasa de intercambio de 3 dB, adicionalmente se configuró en respuesta lenta (slow) y con registros en escala de ponderación A. Teniendo en cuenta recomendaciones de la GATI-HNIR y consideraciones de la norma de referencia fueron utilizados sonómetros integradores, método preferido para realizar mediciones de corta duración dada su sensibilidad y respuesta. Para las mediciones realizadas se utiliza un sonómetro integrado de frecuencia marca FLUS ET958 modelo 2015113314

Las tablas proporcionan los resultados de los niveles totales de presión sonora equivalentes,  $Leq$ , en decibelios, encontrados en cada sitio bajo estudio, y su comparación con el estándar de 85 dB(A) como criterio para el establecimiento de medida de control, además proporciona el grado de contaminación del área en observación. Se realizó promedio aritmético de los datos recolectados en cada una de las áreas para establecer un nivel de presión sonora.  $NPS = 10 \log(10^{nps/10})$ , el tiempo máximo de exposición se calculó con la operación aritmética.  $Tmax = \frac{8}{2^{nps-85/n}}$ , el grado de riesgo se calculó con la operación aritmética.  $GR = \frac{T \text{ real exposicion.}}{Tmax \text{ exposicion.}}$ .

**Tabla 13.** Resultado sonométricas Llanos 58 2017 – 2018, cuadro comparativo

ÍTEM	ÁREA	NPS 2017	NPS 2018	T/MAX/EXP	G.R 2017	G.R 2018
1	Serv_ACPM	90	71	52.73	2.1	0.2
2	Genera_Llanos 58 - 4	105	85	7.51	14.8	1.1
3	Bod_Materiales	66	66	115.53	0.1	0.1
4	HSE_Manten.	73	72	50.91	0.2	0.2
5	Pozos Llanos 58-4	78	74	36.21	0.4	0.2
6	Ofici_HSE_Casino	77	69	78.11	0.3	0.1
7	Ofici_Prod_Con_Med.	75	68	81.10	0.3	0.1
8	Plata_inyección	107	107	0.37	20.1	21.4
9	Trata_agua	107	85	8.45	20.1	0.9
10	Caldera	90	96	1.66	2.1	4.8
11	Tanq_Tratatermico	71	79	18.88	0.1	0.4
12	Laboratorio	76	80	16.51	0.3	0.5
13	Cargadero	81	82	12.08	0.6	0.7
14	Ofici_transport.	77	80	16.42	0.3	0.5
15	Porte_Llanos 58 - 4	69	51	889.02	0.1	0.0
16	Gene_Llanos 58 -16	100	107	0.38	8.1	21.1
17	Gene_Llanos 58 -4 Sur	106	86	6.64	19.8	1.2

Fuente: Informe medición de ruido 2018 ( Autor)

La valoración de los registros sonométricos realizados en el campo Llanos 58-4 bajo condiciones normales de trabajo (ver anexo formato recolección de datos), permite establecer las siguientes conclusiones:

Grafico 13. Relación de conformidad higiénica en áreas evaluadas del Campo Llanos 58-4, 58 -4 sur – Llanos 58 -16 Hupecol Operating LLC Co.

3/17 de las mediciones registran niveles de presión sonora que señalan un riesgo de exposición de categoría crítica y 4 /17 señala un riesgo alto – moderado, los resultados evidencian una disminución de NPS en las áreas críticas que superaban los 88dB, de 7 áreas críticas para el 2017 hay una reducción a 3 para el 2018.

Sin embargo, la reducción de los niveles de presión sonora (NPS) de las fuentes críticas no son suficientes para reducir el riesgo, persiste niveles de ruido que superan los 85dB para el 41% de la operación.

## 7.1 Área/fuente crítica

Áreas que el leaq es equivalente o superior a 88dB

Sistema de inyección.

**Figura 5.** Sistema de inyección Llanos 58 -4



Fuente: Informe medición de ruido 2018 (Autor)

El Nps en el área de inyección equivale a 107dB, se mantiene los niveles de ruido en el área con respecto a las mediciones realizadas en 2016, superando ampliamente los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con doble protección auditiva en el área y sus alrededores

- Caldera (cuando se encuentra en operación)

**Figura 6.** Zona de calderas Llanos 58 -4



Fuente: Informe medición de ruido 2018 (Autor)

El Nps en el área de calderas equivale a 96 dB, se registra un aumento con respecto a la medición realizada en el 2017 que registra 90dB en la fuente, el área supera los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con doble protección auditiva en el área y sus alrededores.

- Generación Llanos 58 -16

**Figura 7.** Generación Llanos 58 -16



Fuente: Informe medición de ruido 2018 (Autor)

El Nps en el área de generación Llanos 58-16 equivale a 107 dB, se registra un aumento con respecto a la medición realizada en el 2017 que registra 100dB en la fuente, el área supera ampliamente los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con doble protección auditiva en el área.

## 7.2 Area/fuente alta

Áreas que el leaq es equivalente o superior a 85dB pero no supera los 88dB.

- Generación Llanos 58 – 4

**Figura 8.** Generación Llanos 58 4



Fuente: Informe medición de ruido (Autor)

El Nps en el área de generación Llanos 58 -4 equivale a 85 dB, se registra una disminución con respecto a la medición realizada en el 2017 que registra 105dB en la fuente, esta disminución en los niveles de presión sonora se debe a la puesta en marcha de la subestación eléctrica, sin embargo el área supera los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con doble protección auditiva en el área.

- Generación Llanos 58- 4 sur

**Figura 9. Generación Llanos 58 -4 sur**



Fuente: Informe medición de ruido (Autor)

El Nps en el área de generación Llanos 58 -4 sur equivale a 86 dB, se registra una disminución con respecto a la medición realizada en el 2017 que registra 106dB en la fuente, la disminución del ruido en las áreas se debe a la instalación de casetas insonorizadas sin embargo el área supera los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con doble protección auditiva en el área.

### 7.3 Área/fuente Moderada

Áreas que el Laeq es equivalente o superior a 82 dB pero no supera los 85 dB

Área de tratamiento de Agua Llanos 58-4 .

**Figura 10. Área de tratamiento de agua Llanos 58 -4 sur**



Fuente: Informe medición de ruido 2018 (Autor)

El Nps en el área de tratamiento de agua Llanos 58 -4 equivale a 85 dB, se registra una disminución con respecto a la medición realizada en el 2017 que registra 107dB en la fuente, la disminución de los niveles de presión sonora en el área se debe al retiro de la bomba de inyección que se encontraba rentada a General Fluids, sin embargo el área supera los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

El personal expuesto debe permanecer en todo momento con protección auditiva en el área.

## 7.4 Área de cargadero

**Figura 11. Área de cargadero Llanos 58 -4 sur**



Fuente: Informe medición de ruido 2018 (Autor)

El Nps en el área de inyección equivale a 82dB, se mantiene los niveles de ruido en el área con respecto a las mediciones realizadas en 2017, superando los niveles permisibles para una labor de 8 horas. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), GATISO RUIDO.

Se deben establecer controles inmediatos en la fuente, que permitan la disminución de los niveles de presión sonora en el área.

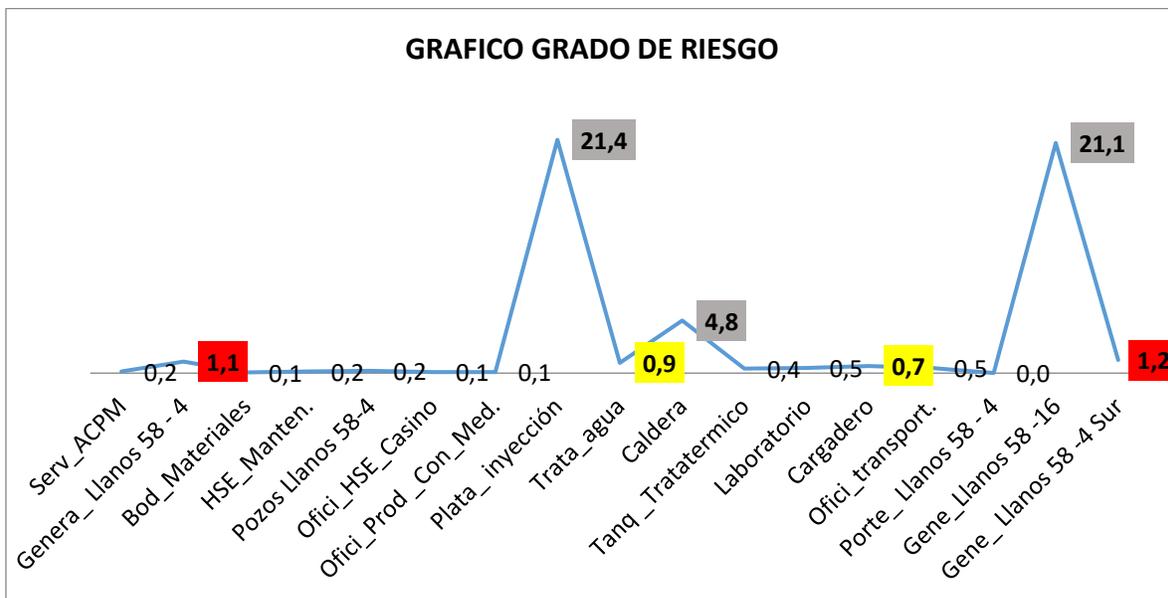
El personal expuesto debe permanecer en todo momento con protección auditiva en el área y sus alrededores

**Tabla 14.** Código de colores para niveles de presión sonora presentes en las áreas.

NPS	Interpretación
NPS >88 dBA GR >_2	Área/Fuente Crítica: el Laeq es equivalente o superior a 88 dBA.
NPS >85 dBA GR >88 dbA GR > 1 < 2	Área/Fuente Alta: el Laeq es equivalente o superior a 85 dBA pero no supera los 88 dBA.
NPS >82 dBA GR < 85 dbA GR > 0,5 < 1	Área/Fuente Moderada: el Laeq es equivalente o superior a 82 dBA pero no supera los 85 dBA.
NPS >82 dBA GR < 0,5	Área/Fuente Baja: el Laeq es inferior a 82 Dba

Fuente: GATI -HNIR

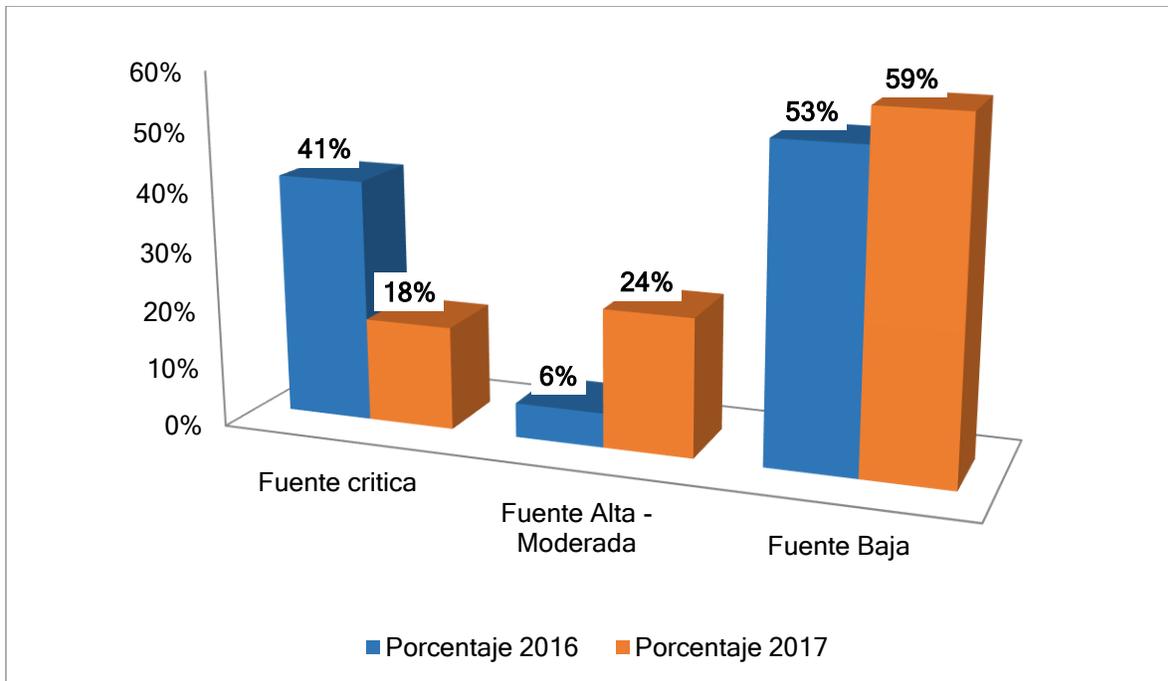
Gráfica 1. Grado de riesgo Llanos 58



Fuente: Informe de mediciones de ruido Llanos 58 (Autor)

Los cálculos del grado de riesgo, nos permite corroborar los niveles de presión sonora de las áreas, permitiendo constatar que 3/17 de las mediciones registran, niveles de presión sonora que señalan un riesgo de exposición potencial de categoría crítica superior a 88dB, 3/17 presentan un grado de riesgo alto superior a 85dB pero no supera los 88dB y 2/17 áreas presentan un grado de riesgo moderado que es equivalente o superior a 82dB pero no supera los 85dB.

**Gráfica 2.** Porcentaje de niveles de presión sonora presente en Llanos 58.



Fuente: Informe de mediciones de ruido Llanos 58 (Autor)

Las mediciones realizadas en diferentes áreas de la operación, siguieron una secuencia que permite determinar el porcentaje de ruido presente en la totalidad de las áreas ocupadas.

Las mediciones registran que el 18% de la operación señala un riesgo de exposición potencial de categoría crítica, el 24% un riesgo Alto - moderado y el 59% presenta un nivel de riesgo bajo.

Una vez realizado el análisis de los resultados de las sonometrías se con el fin de identificar las áreas de ruido con niveles críticos, se desarrolla las sonometrías a los trabajadores que se encuentran expuestos a las áreas que se identificaron como críticas.

## 7.5 Metodología - Estrategia de muestreo

El muestreo se realizó en la modalidad ocupacional (dosimetrías), a los grupos mencionados durante las operaciones normales de operación de las máquinas. El tiempo de muestreo se realizó durante aproximadamente el 70% de la jornada, que es de 8 horas; los empleados no cuentan con tiempo de almuerzo, sino únicamente con 15 minutos de descanso durante el turno.

### **7.5.1 Equipo de Muestreo y Calibración**

Los equipos utilizados fueron dos dosímetros de ruido marca Svantek, modelo SV104, con números de serie 4633, 4635, dos dosímetro Svantek, modelo SV102 con número de serie 4642, 4636, y dos dosímetros Larson Davis , con números de serie 18757 y 18758 para la evaluación ocupacional. Para la calibración acústica de los equipos (antes y después del monitoreo), se utilizó un calibrador de marca Larson Davis modelo CAL 150 con número de serie 4061. Los instrumentos cumplen con las normas de fabricación ANSI, los cuales incorporan sistema de memoria de datos, calibración acústica y electrónica.

#### **7.5.1.1 Criterios de Referencia**

Los criterios de referencia o Valores Limites Umbrales están relacionados con los niveles de presión sonora, y representan condiciones bajo las que se considera que todos los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos, día tras día, sin que aparezcan efectos adversos. Es criterio base de este estudio es el establecido por la American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), a través de los Threshold Limit Values (TLV's) 2018 para agentes físicos, cuyos valores máximos de exposición están de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 15.** Criterios ACGIH 2018 para Exposición a Ruido

<b>Tiempo</b>	<b>Duración en horas por día</b>	<b>Nivel sonoro, dB (A)</b>
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Minutos	30	97
	15	100
	7.5	103
	3.75	106
	1.88	109
	0.94	112
Segundos	28.12	115
	14.06	118
	7.03	121
	3.52	124
	1.76	127
	0.88	130
	0.44	133

<b>Tiempo</b>	<b>Duración en horas por día</b>	<b>Nivel sonoro, dB (A)</b>
	0.22	136
	0.11	139

Fuente: ACGIH 2018 para Exposición a Ruido

Nota: No se permiten exposiciones a ruido continuo, de impacto o intermitente, que excedan el nivel pico ponderado C de 140 dB.

## **7.6 Análisis de Datos para Validación y Estadísticas del GES**

Para el análisis estadístico del Grupo de Exposición Similar (GES) se utiliza la metodología descrita en la NTP 407, ajustada a niveles de ruido, es decir no se toma la escala semilogarítmica, ya que el nivel de ruido se calcula a través de una ecuación logarítmica. A continuación, se transcribe la metodología de dicha norma:

“Se trata de obtener un gráfico de probabilidad log-normal en cuyo eje de abscisas se leerá la frecuencia acumulada y en ordenadas el valor del logaritmo de las concentraciones halladas en el puesto de trabajo. La sistemática a seguir es la siguiente:

Se realiza la gráfica tipo dispersión de los datos de probabilidad de exposición en función del nivel de ruido.

Se ordenan los valores disponibles de concentraciones ambientales de menor a mayor.

Se asigna a cada valor de concentración ambiental otro en el eje de abscisas, resultado de aplicar la siguiente expresión:

Valor en eje de abscisas (%probabilidad) =  $100 (n - 0,5) / N$  donde n, es el ordinal que le corresponde a cada concentración ambiental ordenadas según lo indicado, y N es el número de muestras disponibles.

Se traza la recta que mejor se ajuste a los puntos graficados, con especial atención a los incluidos entre el 20% y el 80% de probabilidad.

Trazar una recta horizontal correspondiente al valor en ordenadas del valor límite de referencia”

Del gráfico se obtiene la siguiente información:

El valor en abscisas del punto de intersección de la horizontal correspondiente al valor límite, con la recta ajustada de las muestras disponibles, da la probabilidad de que no se supere dicho valor límite. La diferencia entre esa probabilidad y el 100%, es la probabilidad de que se supere el valor límite.

La media geométrica es el valor correspondiente a una probabilidad del 50%.

La desviación estándar geométrica es el resultado de dividir el valor correspondiente a una probabilidad del 84% por el valor de probabilidad 50%, de acuerdo a la directriz de la norma.

## **7.7 Ajustes Aplicables a las Tasas de Reducción de Ruido**

De acuerdo al Nivel de evidencia 4, encontrado en las Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial, el resultado del NRR (tasa de reducción de ruido) proporcionado por el fabricante menos 7 decibeles debe reducirse en los siguientes porcentajes:

- En un 25% si se trata de un protector tipo copa.
- En 50% si se trata de un protector de inserción moldeable.
- En 70% para cualquier otro tipo de protector.

Aunque el método más eficaz para el cálculo de la protección auditiva es aquel que tiene en cuenta la atenuación por bandas de octavas su uso está limitado ante la necesidad de disponer de un equipo con filtro analizador de frecuencias en bandas de octavas y tercios de octavas.

Cuando se utiliza doble protección auditiva, OSHA recomienda el siguiente procedimiento:

- Calcule el NRR por el protector que mayor NRR ofrezca entre copa e inserción.
- Reste 7 dB del NRR mayor.
- Agregue 5 dB al NRR ajustado.
- Reste esta diferencia al nivel de exposición encontrado.

## **7.8 Resultados y Análisis**

Con el fin de facilitar la interpretación de los datos en las tablas de resultados, se utiliza la siguiente convención:

**Rojo:** Alto Grado de Riesgo, superior al Valor Limite Permisible. Requiere intervención inmediata. Grado de Riesgo superior a 1

**Amarillo:** Prevención, Grado de Riesgo Medio: El valor se encuentra entre el Nivel Limite Umbral y el Nivel de Acción. Grado de riesgo entre 0.5 y 1

**Verde:** Por debajo del nivel de acción. Grado de riesgo inferior de 0.5 Mantener controladas estas condiciones.

## 7.9 Campo de Producción Llanos 58

A continuación, se establecen los Grupos de Exposición Similar propuestos para el Campo de producción Llanos 58.

**Tabla 16.** GES Llanos 58

<b>GES</b>	<b>TOTAL DE PERSONAS EXPUESTAS</b>	<b>DETERMINACIONES REALIZADAS</b>	<b>CANTIDA D MINIMA DE MUESTRAS</b>	<b>DETERMINACIONES REALIZADAS</b>
AMD-EXPP	13	Ingeniero tratamiento químico, Operador 1A,Auxiliar Ambiental	6	3
OPER	4	Operador de Batería	6	1
OPER1	4	Auxiliar de Mantenimiento	6	1
OPER2	3	Técnico de Montajes	6	1

Fuente: Informe dosimetría Llanos 58 (Autor)

Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupos de Exposición de ADM-EXPP

Fuentes/Naturaleza del contaminante: Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero.

Actividades: El personal se encarga de realizar labores administrativas que se realizan en las oficinas dentro del campo petrolero y el 40% se previste la realización de recorridos en el campo petrolero, como también la ejecución de supervisión de actividades que se encuentren a cargo.

Estándar de trabajo: Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el área, expuestos al ruido generado por las máquinas antes descritas. Sin embargo, se mueven por todo el campo petrolero acercándose y alejándose de las fuentes de ruido.

Controles actuales: Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico

### **Características Circunstanciales:**

- **Tiempo de exposición:** El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 4 de las 8 horas de trabajo.
- **Número de expuestos:** el número de personas expuestas a la condición es de 13 personas por turno de trabajo.
- **Turnos de Trabajo:** el horario de trabajo se cumple en las tres jornadas, cada una de 8 horas por seis días a la semana.
- **Lugar:** El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo libre y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termocoacustico.
- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Los operarios utilizan protección auditiva de inserción copa 3M tipo 105 Optime y protección auditiva realizada en molde
- Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el Grupos de Exposición de OPER
- **Fuentes / Naturaleza del contaminante:** Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- **Actividades:** El personal se encarga de controlar las variables operacionales, realizar y analizar los reportes de la operación verificando los parámetros de medición, operación, mantenimiento, calidad de los fluidos, diagnosticar, controlar y tomar las medidas necesarias para garantizar la

continuidad operativa, y minimizar los riesgos a las personas y medio ambiente. Monitorear la correcta operación de los equipos, Monitorear, operar y controlar los procesos principales de las facilidades

- **Estándar de trabajo:** Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado por los motores de los equipos / máquinas.
- **Controles actuales:** Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

### **Características Circunstanciales:**

- **Tiempo de exposición:** El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 12 horas de trabajo.
- **Número de expuestos:** el número de personas expuestas a la condición es de 4 personas que se alternan por turno de trabajo.
- **Turnos de Trabajo:** el horario de trabajo se cumple en las dos jornadas, cada una de 12 horas por siete días a la semana.
- **Lugar:** El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo abierto y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.

Elementos de Protección Personal (EPP): Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105

Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el **Grupos de**

### **Exposición de OPER1**

- **Fuentes / Naturaleza del contaminante:** Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- **Actividades:** El personal se encarga de asistir y apoyar las actividades de mantenimiento de las instalaciones, Equipos y herramientas de la planta. Realiza recorrido Diario equipos de la operación.
- **Estándar de trabajo:** Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado por los motores de los equipos / máquinas.
- **Controles actuales:** Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

#### **Características Circunstanciales:**

- **Tiempo de exposición:** El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 10 horas de trabajo.
- **Número de expuestos:** el número de personas expuestas directamente a la condición es de 4 personas y alrededor de 20 personas abarcando toda la jornada laboral, la exposición no es continua teniendo en cuenta las tareas que se desempeñan.
- **Turnos de Trabajo:** el horario de trabajo se cumple dos jornadas, cada una de 10 horas por siete días a la semana.
- **Lugar:** El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo abierto y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.

- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105
- Las características ambientales bajo las cuales se presenta la exposición a ruido en el **Grupos de Exposición de OPER2**
- **Fuentes/Naturaleza del contaminante:** Se presentan situaciones de ruido continuo y discontinuo debido a la acción de motores de los generadores, planta de inyección, planta de tratamiento de agua, calderas, cargadero y calderas.
- **Actividades:** El personal se encarga de realizar las actividades que tengan que ver con intervenciones mecánicas y de soldadura que se realicen en las facilidades y locaciones.
- **Estándar de trabajo:** Los trabajadores permanecen la mayor parte del tiempo en el campo de producción, expuestos al ruido generado los motores y la fricción de los materiales cuando se realizan actividades con las pulidoras, tronzadoras, Como también el nivel depresión sonora emitido por los motores de los equipos / máquinas como ruido indirecto.
- **Controles actuales:** Los generadores se encuentran con encerramiento termo acústico.

#### **Características Circunstanciales:**

- **Tiempo de exposición:** El tiempo de exposición a ruido, se puede considerar como de 8 de las 10 horas de trabajo.
- **Número de expuestos:** el número de personas expuestas a la condición es de 3 personas que se alternan por turno de trabajo y alrededor de 21 personas abarcando toda la jornada laboral, la exposición no es continúa teniendo en cuenta las tareas que se desempeñan.
- **Turnos de Trabajo:** el horario de trabajo se cumple las dos jornadas, cada una de 10 horas por siete días a la semana.

- **Lugar:** El campo petrolero se encuentra en un área abierta, sin embargo, donde se disponen las fuentes de ruido mencionadas anteriormente estas se encuentran a campo abierto y solo los motores de los generadores cuentan con encerramiento de aislamiento termo acústico.

Elementos de Protección Personal (EPP): Los operarios utilizan protección auditiva realizado de molde (Silicona) y protectores – orejeras de Copa – Peltor H de copa 3M 10P3E Optimun 105

**Tabla 17.** Resultados de Dosimetrías en las Facilidades del Campo Llanos 58

HUPECOL DOSIMETRÍAS DE RUIDO, PUERTO LOPEZ -LLANOS 58												
No.	Fecha	Planta	Nombre	Cédula	Cargo	Fuentes de Ruido	EPP	NRR Real (dBL)	Atenuación Real (dBA)	Nivel de Ruido (Leq)	Grado de Riesgo	Observaciones
1	29/08/2018	Campo LLANOS 58 / OPER1	Leonardo Berdugo	1.116.547.428	Auxiliar de Mantenimiento	Generadores, Bombas Triplex		Molde 27 dB(A) Copa: 27 dB(A)	79,9	89,6	2,89	<p>En el momento de la medición se presen falla de las bombas triplex. Se encontraban funcionando tres bombas, realizo cuatro inspecciones cada una aproximadamente de 10 minutos. El trabajador realiza recorrido de parámetros de variadores y generadores.</p> <p>La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar, dado que los trabajadores realizan recorridos por las diferentes fuentes de ruido y los tiempos de estos pueden variar, como también la operación de las fuentes y ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.</p>

DOSIMETRÍAS DE RUIDO, PUERTO LOPEZ - LLANOS 58

No.	Fecha	Planta	Nombre	Cédula	Cargo	Fuentes de Ruido	EPP	NRR Real (dBL)	Atenuación Real (dBA)	Nivel de Ruido (Leq)	Grado de Riesgo	Observaciones
2	29/08/2018	Campo LLANOS 58 / AMD-EXPP	Wilson Rodriguez	1.115.851.978	Operador 1A	Bombas Triplex,	Protector auditivo Pre moldeado de silicona + Protector auditivo de 3 M de copa	Molde 27 dB(A)				La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar, dado que los trabajadores realizan recorridos por las diferentes fuentes de ruido y los tiempos de estos pueden variar, como también la operación de las fuentes y ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.
								Copa: 27 dB(A)	76,3	86,3	2,03	
3	29/08/2018	Campo LLANOS 58 / AMD-EXPP	Henry Beltran		Ing. Químico	Bombas de trasiego, Bombas de inyección		Molde 27 dB(A)				Dispuso del 50% de tiempo en la oficina y el 50% en el campo donde realizo revisión de niveles, trasiego.
								Copa: 27 dB(A)	70,7	80,7	0,56	La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar, dado que los trabajadores realizan recorridos por las diferentes fuentes de ruido y los tiempos de estos pueden variar, como también la operación de las fuentes y ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.

HUPECOL  
DOSIMETRÍAS DE RUIDO, PUERTO LOPEZ -LLANOS 58

No.	Fecha	Planta	Nombre	Cédula	Cargo	Fuentes de Ruido	EPP	NRR Real (dBL)	Atenuación Real (dBA)	Nivel de Ruido (Leq)	Grado de Riesgo	Observaciones
4	29/08/2018	Campo LLANOS 58 / AMD-EXPP	Milton Oliveros Florez		Aux Ambiental	Generadores, Bombas Triplex		Molde 27 dB(A)  Copa: 27 dB(A)	75,5	85,5	1,12	La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar, dado que los trabajadores realizan recorridos por las diferentes fuentes de ruido y los tiempos de estos pueden variar, como también la operación de las fuentes y ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.

HUPECOL

DOSIMETRÍAS DE RUIDO, PUERTO LOPEZ - LLANOS 58

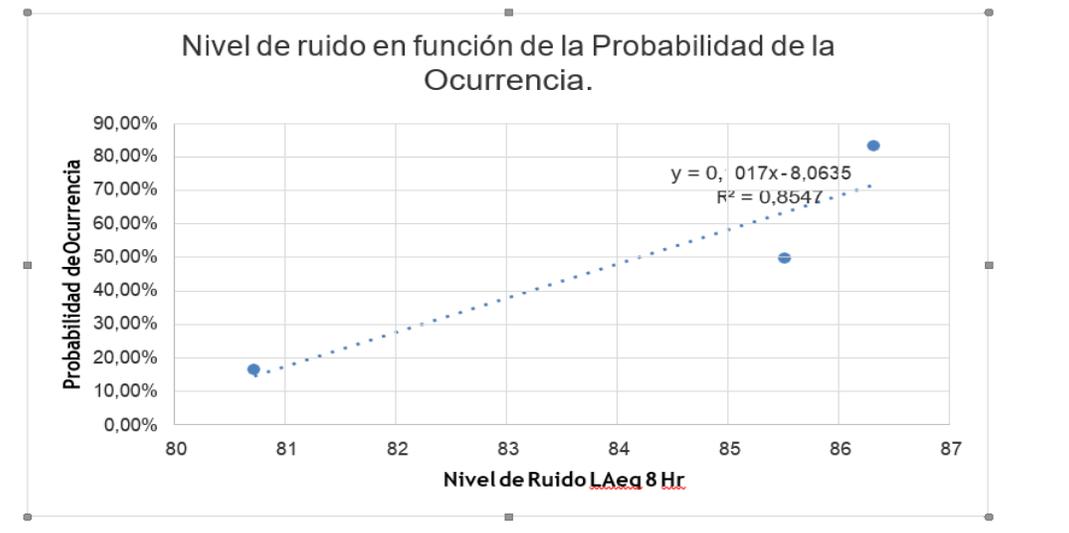
No.	Fecha	Planta	Nombre	Cédula	Cargo	Fuentes de Ruido	EPP	NRR Real (dBL)	Atenuación Real (dBA)	Nivel de Ruido (Leq)	Grado de Riesgo	Observaciones
5	29/08/2018	Campos LLANOS 58 / OPER	Sarney Landaeta	86.078.341	Operario Batería	Bombas, variadores, calderas, compresores	Protector auditivo Pre moldeado de silicona + Protector auditivo de 3 M de copa	Molde: 27 dB(A) Copa: 27 dB(A)	69,4	74,1	0,27	Realizo labores administrativas en un 70% de la jornada laboral, el 30% realizó labores de recorrido en el campo.  La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar, dado que los trabajadores realizan recorridos por las diferentes fuentes de ruido y los tiempos de estos pueden variar, como también la operación de las fuentes y ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.

HUPECOL												
DOSIMETRÍAS DE RUIDO, PUERTO LOPEZ - LLANOS 58												
No.	Fecha	Planta	Nombre	Cédula	Cargo	Fuentes de Ruido	EPP	NRR Real (dBL)	Atenuación Real (dBA)	Nivel de Ruido (Leq)	Grado de Riesgo	Observaciones
6	29/08/2018	Campo LLANOS 58 / Taller de Montajes / OPERII	Bigvai Murcia	1.121.847.493	Montajes	Pulidora, Tronzadora, Bombas Triplex	Steel Pro de Copa + Inserción	Copa: 23 dB(A)	79,6	88,7	2,35	El trabajador realiza tareas en el interior del taller concernientes a la soldadura , por lo cual emplea herramientas como la pulidora, tronzadora, empleo de martillo La situación de exposición a ruido en el campo petrolero puede variar , dado que los trabajadores realizan recorridos por la diferentes fuentes de ruido y los tiempos de permanencia frente a estas fuentes pueden variar , como también la operación de las fuentes, el empleo de diferentes herramientas  ubicación, posición de los trabajadores respecto a las fuentes de ruido.

Fuente: Informe de dosimetría Llanos 58 (Autor)

Los resultados antes descritos en la Tabla No. 2, se agrupan en los Grupos de Exposición Similar (GES), para el campo petrolero Llanos 58, desde donde se calculan el promedio de exposición a ruido a los grupos AMDEXPP, dado la cantidad de muestras que se tomaron como se muestra a continuación:

**Gráfica 3.** Análisis de tendencia de exposición a ruido en el grupo de trabajadores AMD-EXPP



Fuente: Informe de dosimetría Llanos 58 (Autor)

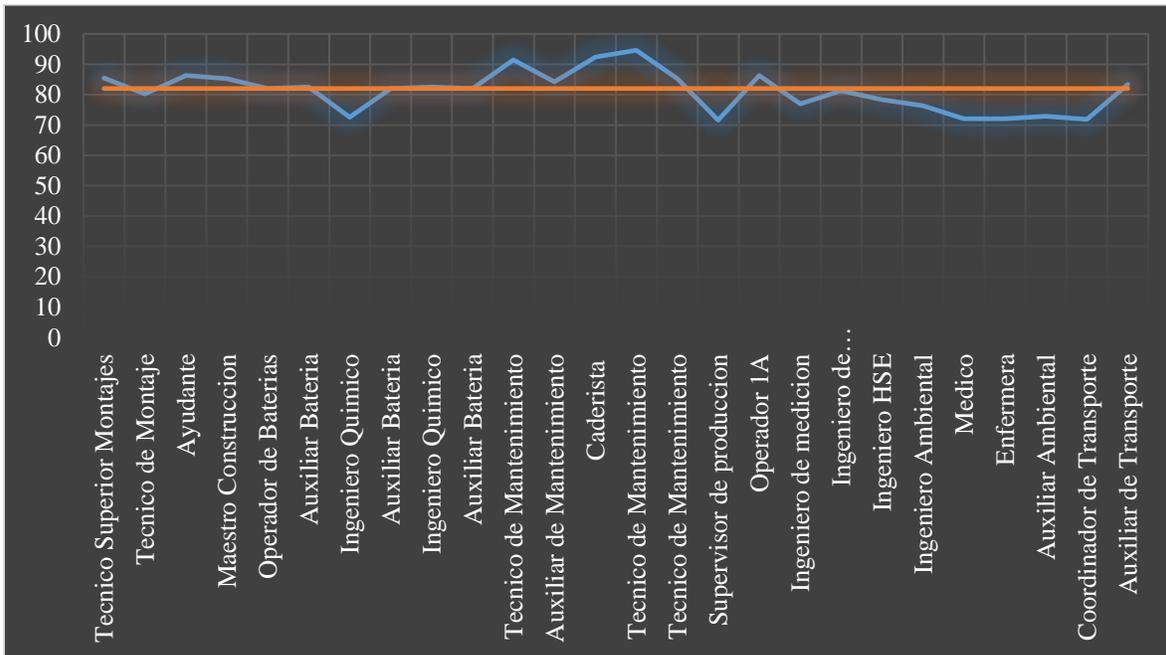
Se tomaron tres muestras de seis mediciones sugeridas en el grupo de exposición, encontrando las siguientes estadísticas:

**Tabla 18.** Estadísticas de la exposición del GES de AMD-EXPP

Estadísticas de Exposición a ruido Trabajadores AMDEXPP	
Nivel Prom Exp	<u>84,2</u>
Nivel Mín. Exp.	<u>80,7</u>
Nivel Max. Exp	<u>86,3</u>
Probabilidad de Superar el límite Max	<u>100%</u>
Desviación Estándar Geométrica	<u>1,03</u>

Fuente: Informe dosimetría Llanos 58 (Autor)

**Gráfica 4.** Interpretación dosis de ruido



Fuente: Informe dosimetria Llanos 58 (Autor)

**Tabla 19.** Frecuencia de reevaluación exposición a ruido

efectos de la instalación de nuevos procesos productivos, adquisición de nuevos equipos o cambios en las funciones de los trabajadores.

Grado	Descripción	Comentario	Frecuencia de la reevaluación
1	No exposición	Dosis inferiores a 75 dBA	De 3 a 5 años
2	Exposición baja	Dosis inferiores al nivel de acción , 82 dBA	De 1 a 3 años
3	Exposición moderada	Frecuente exposición a dosis por debajo del nivel de acción (82 dBA) o exposiciones poco frecuentes a dosis entre el 82 dBA y 85 dBA	De 3 meses a 1 año
4	Alta exposición	Frecuente exposición a dosis cercanas a 85 dBA e infrecuentes exposiciones a dosis por encima de 85 dBA	De 1 a 3 meses
5	Muy alta exposición	Frecuente exposiciones a dosis por encima de 85 dBA	Evaluación continua

Tabla 1. Grados de riesgo según dosis de exposición y frecuencia de la reevaluación

La propuesta de J Rock aplica para cualquier riesgo higiénico con nivel de acción definido, mientras que la de NIOSH es específica para el caso de ruido.

**Referencias**

- NIOSH - Publication No. 98-126. Criteria for a recommended standard Occupational Noise Exposure June, 1998
- Rock J C. Occupational Health and Safety Institute, Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants. 8 edition. 1995. ACGIH.

Fuente: GATI - HNIR

Para el GES establecido, se encuentra homogeneidad de exposición a ruido, esto debido a las exposiciones a las fuentes de ruido de los motores de las Bombas Triplex, Generadores y el tiempo de exposición, el nivel de presión sonora generado por estos motores, suelen percibirse como ruido de fondo, dado los desplazamientos de los operarios en el campo. El GES se encuentra tareas tanto administrativas como operativas. Cabe anotar que se encuentran manipulación de máquinas que pueden generar niveles de presión sonora que pudiesen ocasionar el aumento de los dB (A), por esta razón se estima tomar una mayor determinación de muestras.

**Tabla 20.** Dosis de ruido Llanos 58 Dosimetria

Nombre del trabajador	Cargo	Tiempo de	Leq A, d	TWA (8h)	Dosis 8 h	LCpk	Lmas	*Tiempo Maximo	GRADO DE RIESG
German andres Rojas	Tecnico Superior Montajes	7:19	85.5	85.1	33	124.60	100	7.13	1.12
Bigvai Murcia	Tecnico de Montaje	7:03	80.2	77.3	21	120.6	63.1	24.25	0.33
Ramiro Casagua	Ayudante	6:00	86.3	85.1	63.3	113.40	115.5	5.92	1.35
Oscar Sanchez	Maestro Construccion	6:16	85.3	84.2	26.7	124.60	124.3	7.46	1.07
Gregorio Hernandez	Operador de Baterias	8:04	82	82	49.10	124.60	101.3	16.00	0.50
Edwin Fernando Villamil	Auxiliar Bateria	7:30	82.5	84.4	36.59	130.30	105.5	14.25	0.56
Henry Beltran	Ingeniero Quimico	7:22	72.6	72.0	2.13	113.40	111.3	140.39	0.06
Jose Ricardo Oros	Auxiliar Bateria	7:53	82	81.3	49.1	124.60	112.1	16.00	0.50
Andres Camilo Ardila	Ingeniero Quimico	8:00	82.5	82.5	34.3	130.30	107.2	14.25	0.56
Juan Gabriel Perez	Auxiliar Bateria	8:04	82	82	41.2	123.50	103.3	16.00	0.50
Hernesto Gomez Alza	Tecnico de Mantenimiento	7:24	91.4	91.1	3.1	118.3	111.2	1.82	4.39
Leonardo Berdugo	Auxiliar de Mantenimiento	7:00	84.2	63.3	41.2	123.5	103.1	9.62	0.83
Baldomero Mendoza	Caderista	6:52	92.4	92	31.2	130.7	110.4	1.45	5.53
Miller Barrera	Tecnico de Mantenimiento	2:24	94.6	93.8	17.9	123.6	120.2	0.87	9.19
Geider Pulecio	Tecnico de Mantenimiento	7:32	85.2	12.2	143.3	141.2	100.1	7.64	1.05
Henry Barrera	Supervisor de produccion	7:24	71.6	1.1	2.9	126.6	102.4	176.88	0.05
Wilson Rodriguez	Operador 1A	7:00	86.3	63.3	86.9	130.6	115.5	5.92	1.35
Marcia Pereira	Ingeniero de medicion	6:52	77	4.3	5	127.8	114.3	50.80	0.16
Nelson Grazon	Ingeniero de Mantenimiento	8:10	81.3	43.8	42.9	129	116.2	18.81	0.43
Jhon Carrillo	Ingeniero HSE	7:32	78.3	12.2	14.9	137.8	109.7	37.62	0.21
Luis Enrique Torres	Ingeniero Ambiental	8:04	76.3	4.3	4.3	137.8	105.4	59.71	0.13
Johnattan Monje	Medico	8:00	72.1	4.2	12.3	121.1	105.8	157.59	0.05
Evelyn Andrea Reyes	Enfermera	7:38	72.1	99.1	82.2	141.2	114.6	157.59	0.05
Milton Pompilio	Auxiliar Ambiental	7:43	72.9	1.9	2.9	128.3	106.7	130.99	0.06
Isai Garcia	Coordinador de Transporte	7:35	71.8	4	3	129.8	101.9	168.90	0.05
Manuel Areanas	Auxiliar de Transporte	8:00	83.4	31.5	22.1	126.2	112.1	11.58	0.69

## 8. Conclusiones

- El nivel de ruido para los Operarios establecidos dentro del GES ADM EXPP se encuentran en niveles que dan lugar a una acción, pudiendo alcanzar niveles por encima de 85 dB(A).
- Para el personal de Batería se encuentra en un nivel de 74,1 dB (A), se encuentra con niveles por debajo de 82 dB (A).
- Para el personal de Auxiliar de mantenimiento se encuentra que la exposición a ruido es de 89,6 dB (A), sin embargo, realizando el cálculo teórico de la protección efectiva de los protectores auditivos se establece que cumplen con el criterio de protección siempre y cuando se sigan los lineamientos del fabricante, sin dejar de actuar de acuerdo a la jerarquización de los controles procediendo como primera medida el control en la fuente.
- Para el cargo Técnico de montajes se encuentra que la exposición a ruido es de 88,7 dB (A), sin embargo realizando el cálculo teórico de la protección efectiva de los protectores auditivos se establece que cumplen con el criterio de protección siempre y cuando se sigan los lineamientos del fabricante, sin dejar de actuar de acuerdo a la jerarquización de los controles procediendo como primera medida el control en la fuente. }
- En los cargos de Operario de Batería, Auxiliar de Mantenimiento, Técnico de Montajes, una sola medición no es representativa de los niveles de ruido que puedan estar expuestos los trabajadores.

## 9. Recomendaciones

- Se recomienda que en cuanto se posible se aíslen las máquinas que producen vibración, de la estructura metálica interna de la planta, por medio de atenuadores de vibración y que los sistemas de transmisión de potencia se mantengan en perfecto estado de operatividad y lubricación.
- Se recomienda que los operarios que se encuentran realizando recorridos por las facilidades del campo Llanos 58 , utilicen protección auditiva de copa marca 3M, para evitar exposiciones de ruido por encima de 80 dBA, sin embargo aquellos operarios que se encuentren en la zona de las bombas triplex, generadores empleen doble protección auditiva en el momento de la exposición.
- Las fuentes que se encuentran identificados como críticas por parte del Campo Petrolero Llanos 58, se recomienda realizar sonometría en bandas de f de octavas, con el objetivo de identificar las posibles frecuencias a las cuales los niveles de presión sonora tienen mayor incidencia y de esta forma se realizaría retroalimentación al Medico Ocupacional para que realice los seguimientos respectivos de acuerdo al resultado de las audiometrías.
- Con el objetivo que las mediciones sean representativas de las operaciones del campo Petrolero, se recomienda realizarlas mediciones por GES.
- Estudiar la posibilidad de ubicar barreras acústicas que limiten la dirección de las ondas sonoras hacia el campo.

## **10. Recursos**

**Tabla 21.** Recursos Humanos Hupecol estudio de ruido Llanos 58

<b>PERSONAL</b>	<b>PERFIL PROFESIONAL</b>	<b>DEDICACION</b>
Ingeniero HS	Profesional HS, con licencia en salud ocupacional e higiene industrial	2 semanas
Ingeniero Ambiental	Ingeniero forestal, Químico, industrial con posgrado en ingeniería ambiental	2 semanas
Médico	Médico general con especialización en Salud Ocupacional	2 semanas

Fuente: Informe dosimetría Llanos 58 (Autor)

**Tabla 22.** Recursos Físicos (papelería, equipos, reactivos, viajes, hospedaje, etc)

<b>CONCEPTO</b>	<b>CARACTERISTICA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DISPOSICION REQUERIDA</b>
Sonómetros	Sonómetro que registre bandas de octava	1	4 días
Dosímetros		1	4 días
Papel	Tamaño carta	1 resma	
Tripode	Para instalar sonómetro	1	4 días
Anemómetro	Digital	1	4 días

<b>CONCEPTO</b>	<b>CARACTERISTICA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DISPOSICION REQUERIDA</b>
Computador	Dell	1	4 días
Baterías	Cuadradas de 9 voltios y doble A	5 y dos pares	4 días
Excel			2 semanas
Cámara fotográfica	12 Megapixeles	1	4 días
□metro	Decámetro	1	4 días
Elementos de protección personal	Botas marca westland con punta de acero, gafas, doble protección auditiva de copa 3M y de inserción , casco tipo safari MSA, camisa manga larga, guantes tipo flex, pantalón en jean	1	2 semanas

Fuente: Informe dosimetria Llanos 58 (Autor)

**Tabla 23.** Recursos Financieros

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Salario profesionales	1	\$ 4.400.000	\$ 6.600.000
Equipos propios	2	\$ 6.000.0000	\$ 6.000.000
Impresion	200	\$ 500	\$1.000.000
Camionetas	4	\$ 350.000	\$ 1.400.000
Alimentación	4	\$ 200.000	\$ 200.000
<b>TOTAL</b>			\$ 15.200.000

Fuente: Informe dosimetria Llanos 58 (Autor)

### **Referencias**

[1] Tafur Sacipa FJ. Dirección General de Riesgos Profesionales. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención basada en la evidencia para hipoacusia profesional inducida por ruido en el trabajo (GATISO- HNSIR). Bogotá. 2007

[2] Organización Mundial de la Salud. Sordera y pérdida de audición. 2018.

[3] Emcolombia. Las organizaciones laborales y la salud de los trabajadores. Bogotá. Ministerio de Salud. 1994. p. 27–29. Otorrinolaringología, 30 No. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/aoccc/vol-303/otorrino30302-haciaunarevision/>

[4] Aristizábal Gómez JC. Fasecolda, 2013

[5] Roxana Z, Witter L, Tenny SC and Lee N. Occupational Exposures in the oil and gas extraction Industry: State of the science and research recommendations. American Journal of Industrial medicine 57:847-586, 2014.

[6] Chen J. Tsai J. Hearing loss among workers at an oil refinery in taiwan. *Archives of Environmental Health*, 58(1), 55-58, 2003

[7] Fernandez D, Pool J, Butrón J, Colina-Chourio J. Effect of noise on blood pressure in workers of a venezuelan oil company. *Investigación Clinica*, 51(3), 301-314, 2010

[8] Golmohammadi R, Monazzam MR, Nourollahi M, Nezafat A. Noise characteristics of pumps at tehran's oil refinery and control module design. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 52(3), 167-172, 2009

[9] Hadad A, Cahyono D, Ardhana Putra IB, Susanto J, Djoko Rianto BU, Tjahjono EW. HearingConservation program in oil and gas company. Paper presented at the Society of Petroleum Engineers - SPE/IATMI Asia Pacific Health Safety, Security and Environment Conference and Exhibition, 235-240. Hays, J., McCawley, M., & Shonkoff, S. B. CPublic health implications of environmental noise associated, 2009-2017

[10] Movergoz SV, Setko NP, Setko AG, Bulycheva EV. Evaluation of occupational risk for health of operators of petrochemical production and their physiological and hygienic stipulation. *Gigiena i Sanitariia*, 95(10), 1002-1007, 2016

[11] American Industries Hygiene Association. La estrategia para la evaluación de la exposición ocupacional. ISBN: 978-1-935082-18-7, 2010

[12] Ardila Palencia SR. Especialización de Gerencia de la calidad y Auditoria Interna. Análisis de indicadores para un programa de vigilancia epidemiológica de conservación auditiva en empresas del sector de hidrocarburos. Facultad de ingeniería Universidad Militar Nueva Granada, 2015

[13] Hupecol Operating CO., LLC. Layout locación Llanos 58-4s, 2017

[14] Organización Internacional del Trabajo. Factores ambientales en el lugar de trabajo. Repertorio de recomendaciones prácticas de la Organización Internacional del Trabajo. Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo. Repertorio de recomendaciones prácticas; ambiente de trabajo, seguridad en el trabajo, salud en el trabajo, 13.04.1. ISBN 92-2-311628-7, 2001

[15] García Ruiz-Bazán J, Luna Mendoza P. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición. Instituto Nacional de Higiene del Trabajo. Notas Técnicas de Prevención 950, 2012

[16] García Ruiz-Bazán J, Luna Mendoza P. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación. Instituto nacional de higiene en el trabajo. Notas Técnicas de Prevención 952, 2012

[17] Instituto de Salud Pública de Chile. “Protocolo para la Medición del Ruido Impulsivo en los Lugares de Trabajo”, Versión 1, 2012.

[18] Ministerio de Salud y Protección Social. Ley 1562 del 11 de julio/2012. Por el cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional, 2012

[19] Ministerio del Trabajo. Decreto 1443 del 31 de julio/2014. Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión y seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), 2014

[20] Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito niveles de ruido. Protocolo laboratorio de condiciones de trabajo. Disponible en: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>. Página consultada el 23 de marzo 2015

[21] Norma Técnica Colombiana – NTC-OSHAS 18001. Sistema de Gestión en seguridad y salud ocupacional. Bogotá, 2007

[22] Empresa Weatherford de Colombia Limited. Sector hidrocarburos Programa epidemiológico de conservación auditiva. Bogotá, 2015

[23] Instituto de Normas Técnicas Icontec. Guía técnica GTC 45. Colombia– Guía para la identificación de peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Instituto de normas técnicas. Bogotá, 2010

[24] Empresa B: Documento del Programa de Vigilancia Epidemiológica de Conservación Auditiva. Empresa Eni Pretex. Sector hidrocarburos, 2014

[25] Empresa D: Documento Programa de Vigilancia Epidemiológica para la Conservación Auditiva. Empresa ARL Positiva Compañía de Seguros. Sector hidrocarburos, 2011.

[26] Hupecol. Medición de la Exposición a ruido en los trabajadores de Hupecol, 2017

[27] Restrepo JC. Como hacer protocolos académicos. Universidad del Rosario, 1998

[28] Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de la exposición en estudios de epidemiología Ocupacional, 2010

- [29] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. NTP 270 Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos, 1989.
- [30]. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 950. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido: Incertidumbre de la medición, 2012.
- [31]. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido: Tipos de estrategias, 2012.
- [32]. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido: Ejemplos de aplicación, 2012.
- [33]. Betancourt O. Enfoque Alternativo de la salud y la seguridad en el trabajo. FUNSA. Ecuador, 2012.
- [34]. Laurell AC. Proceso de Trabajo y Salud. Cuadernos políticos No 7. p. 59-79. Editorial Era, 1978
- [35]. Organización Internacional del Trabajo. Reunión de expertos sobre ruido y las vibraciones en los lugares del trabajo. Repertorio de recomendaciones prácticas. Turín, 1979.
- [36]. Rojas Lemus M, Jiménez Martínez RS. Capítulo 20: Oído (órgano vestíbulo coclear). Histología y biología celular. Acces medicina, 2015.