

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y

COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EXPOSICIÓN A RUIDO EN LOS TRABAJADORES DE
TRATAMIENTO QUÍMICO EN EL ÁREA DE NO CATALÍTICAS DE LA
REFINERÍA ESMERALDAS Y PROPUESTA DE UN PLAN DE
CONTROL”**

Realizado por:

CARINA ANDREA FLORES AGUIRRE

Director del proyecto:

Ing. Esteban Carrera

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 8 de Marzo de 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, CARINA ANDREA FLORES AGUIRRE, con cédula de identidad # 100301355-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Carina Andrea Flores Aguirre

C.C.: 100301355-2

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“EXPOSICIÓN A RUIDO EN LOS TRABAJADORES DE TRATAMIENTO QUÍMICO EN EL ÁREA DE NO CATALÍTICAS DE LA REFINERÍA ESMERALDAS Y PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTROL”

Realizado por:

CARINA ANDREA FLORES AGUIRRE

Como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha Sido dirigido por el profesor

ESTEBAN CARRERA

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Esteban Carrera

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

.....

.....

Quito, 9 de marzo de 2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo al motor de mi vida, Miranda Isabella
Eres mi luz, eres un ángel bello en nuestras vidas, llegaste sin pensar,
Para llenar nuestras vidas de amor, unión y fortaleza, gracias a ti tengo las
Fuerzas necesarias para seguir luchando día a día por ser mejor y darte lo mejor.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la vida, una hermosa familia, buenos amigos, por ayudarme a alcanzar una meta más y ponerme en el camino del éxito.

Quiero agradecer a mis queridos Padres y hermano por todo el apoyo brindado y su amor incondicional, ya que gracias a ellos estoy donde estoy.

Agradezco a EP Petroecuador por la oportunidad de realizar el presente estudio.

Agradezco a Nalco Champion por apoyarme con mis estudios y de manera especial a Don Vic y a Orlín por ser parte en realización de este sueño.

Quiero agradecer a mi querida amiga Marcia Valenzuela por su valiosa ayuda y apoyo en este arduo camino.

Quiero agradecer a mis amigas y compañeras Adry, Vivi, Gaby, Jhoa, Isa por atravesar conmigo esta hermosa carrera que logramos culminar con éxito.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1.1 El Problema de Investigación.....	2
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.1.1.1 Diagnóstico del problema.....	4
1.1.1.2 Pronóstico.....	6
1.1.1.3 Control del Pronóstico.....	7
1.1.2 Objetivo General.....	7
1.1.3 Objetivos Específicos.....	7
1.1.4 Justificaciones.....	7
1.2 Marco Teórico.....	10
1.2.1 El sonido.....	10
1.2.2 Velocidad del sonido.....	10
1.2.3 Frecuencia.....	10
1.2.4 Potencia Sonora.....	10
1.2.5 Presión Sonora.....	11
1.2.6 Suma de presión sonora.....	12
1.2.7 Suma de niveles sonoros.....	13
1.2.8 Resta de niveles sonoros.....	14
1.2.9 Clases de ruido.....	15
1.2.10 Nivel de banda de octava.....	16
1.2.11 Escalas de ponderación.....	18
1.2.12 Medidas del nivel sonoro.....	21
1.2.13 Sonometría.....	21
1.2.14 Dosimetría.....	22
1.2.15 Selección de las posiciones o puntos de medida.....	24
1.2.16 Número de puntos de medida.....	25
1.2.17 Metodología de medición de ruido.....	27
1.2.18 Factores influyentes en la lesión auditiva.....	30
1.2.19 Enfermedades del oído medio.....	30
1.2.20 Ruido y Legislación Nacional del Ecuador.....	31
1.2.21 Ruido de impacto.....	33
1.2.22 Técnicas de control de ruido.....	34
1.2.23 Responsabilidad legal.....	43

CAPITULO II. MÉTODO.....	44
2.1 Tipo de estudio.....	44
2.2 Modalidad de investigación.....	44
2.3 Método.....	44
2.4 Población y Muestra.....	44
2.5 Selección de instrumentos de Investigación.....	44
CAPITULO III. RESULTADOS	45
3.1 PROCESO.....	45
3.2 MEDICIÓN.....	47
3.3 EQUIPOS – MÉTODO.....	49
3.4 PUESTOS.....	54
3.5 APLICACIÓN PRÁCTICA.....	55
3.5.1 Programa de Prevención de Pérdida Auditiva (PPPA).....	55
3.5.2 Objetivos del programa.....	55
3.5.3 Desarrollo del Programa.....	56
3.5.3.1 Programa de EPP.....	56
3.5.3.2 Evaluación de la exposición a ruido.....	62
3.5.3.3 Programa de Vigilancia de la Salud.....	63
3.5.3.4 Evaluaciones audiométricas a trabajadores.....	68
3.5.3.5 Educación, Motivación y Sensibilización.....	68
3.5.3.6 Cronograma de trabajo.....	69
3.5.4 Evaluación de los costos de implementación de la propuesta.....	71
3.5.4.1 Impacto económico para la empresa por pérdida auditiva en los trabajadores.....	72
3.5.4.2 Indemnización a trabajadores y responsabilidad patronal por pérdida auditiva.....	72
CAPITULO IV. DISCUSIÓN.....	77
4.1 Conclusiones.....	77
4.2 Recomendaciones.....	78
BIBLIOGRAFIA.....	80
ANEXOS.....	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala de presión acústica y nivel de presión acústico.....	12
Tabla 2. Valores para sumar niveles sonoros.....	14
Tabla 3. Valores simplificados para resta de niveles sonoros.....	14
Tabla 4. Espectro de frecuencias audibles.....	18
Tabla 5. Nivel global de ruido ponderado A.....	19
Tabla 6. Valores atenuados para escala de ponderación A.....	20
Tabla 7. Tiempo de exposición permisible a ruido.....	32
Tabla 8. Tiempo de exposición permisible a ruido de impacto.....	33
Tabla 9. Parámetros de atenuación por método.....	42
Tabla 10. Características espectrales de dos ruidos diferentes.....	43
Tabla 11. Resultados de Presión Sonora.....	48
Tabla 12. Tiempo de exposición.....	49
Tabla 13. Puestos de trabajo.....	54
Tabla 14. Cronograma PPPA.....	70
Tabla 15. Datos del trabajador afectado.....	73
Tabla 16. Porcentaje de pérdida.....	73
Tabla 17. Costo – Beneficio del Programa de Control Auditivo.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Orientación optima de los micrófonos de presión para medición de campo.....	26
Figura 2. Fuente direccional en un local cerrado.....	37
Figura 3. Grafico del Área de No Catalíticas.....	47
Figura 4. Medición de ruido en planta No Catalíticas 1.....	48

RESUMEN

La presente tesis describe la investigación realizada en trabajadores expuestos a altos niveles de ruido, que laboran en el área de No Catalíticas de Refinería Esmeraldas. El objetivo fue evaluar el ruido laboral al que están expuestos los trabajadores que realizan el tratamiento químico en dicha área y proponer un programa de prevención de pérdida de audición que ayude a eliminar o disminuir el deterioro auditivo; para lo cual se cuantificó y evaluó los niveles de ruido existentes en diferentes puestos de trabajo; adicional se realizó una encuesta a los empleados para definir si tienen conocimientos sobre los efectos adicionales a la hipoacusia que se generan por la exposición a ruido, entre los que se encuentran el estrés, problemas cardiovasculares, trastornos de sueño, entre otros.

La exposición se encuentra por sobre los límites permisibles según legislación nacional. Por lo que se recomendó la implementación de un Programa de Prevención de Pérdida de Audición con la finalidad de salvaguardar la salud y el bienestar de los colaboradores.

PALABRAS CLAVE

Ruido, Pérdida Auditiva, Hipoacusia, Programa Prevención Pérdida Audición, Refinería Esmeraldas, Estrés, Problemas cardiovasculares, Trastornos de sueño.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 El Problema de Investigación

A nivel mundial se conoce en el ámbito laboral la exposición a los diferentes riesgos, vamos a tomar como referencia la exposición a ruido de los trabajadores en el ámbito petrolero, según la OMS anualmente se tienen 470 mil empleados con alteraciones auditivas.

En cuanto al ámbito petrolero en América Latina se reportan alrededor de 30 mil afecciones sin contar con los efectos secundarios que el ruido genera y que muchas de las veces no se le da la importancia del caso.

En Ecuador contamos con varias Refinerías dentro de las cuales existe exposición a ruido muy elevado.

La construcción de Refinería Esmeraldas inició a fines del año 1972 y su operación en 1977. La primera ampliación concluyó en el año 1987, en que se instalaron unidades adicionales de destilación atmosférica, destilación al vacío y reducción de viscosidad; la capacidad de procesamiento alcanzada con esta ampliación fue de 90.000 barriles diarios de petróleo. La segunda ampliación de Refinería Esmeraldas concluyó en 1997 y permitió aumentar la capacidad de refinación de 90.000 a 110.000 bls/día, adecuándola para procesar crudos pesados.

Refinería Esmeraldas es el más grande de los tres centros de producción de derivados de petróleo del Ecuador, cuyo objetivo es satisfacer la demanda de combustibles a nivel nacional para mover el aparato productivo del país generando riqueza y ahorro de divisas. La refinería está constituida por varias unidades de procesos, las cuales se encuentran concatenadas entre sí, razón por la cual el buen funcionamiento de cada una de las unidades es de vital importancia para su desempeño global e influye directamente en la economía del país.

En los últimos 30 años, el desarrollo tecnológico y el rápido crecimiento de actividades en la industria de refinación ha ocasionado nuevos y variados problemas relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores y la protección ambiental, por esta razón Refinería Esmeraldas debe tener un control de los riesgos que se presentan en cada una de las áreas ya que toda actividad conlleva un riesgo y esto hace que los accidentes ocurran.

Para lograr el procesamiento del crudo en el área de No Catalíticas se usa una serie de bombas tanto mecánicas como neumáticas para lograr mover el crudo hacia los diferentes procesos, las cuales generan una cantidad de ruido que sobrepasa los niveles acústicos permitidos, en esta área es muy complicado tener una conversación lo que obliga a gritar para ser escuchados.

La exposición excesiva a ruido es una de las causas más frecuentes de los trastornos de audición. Se ha estimado que en el mundo más de 500 millones de personas podrían estar en riesgo de sufrir una Pérdida Auditiva Inducida por Ruido (PAIR), entre los principales efectos se encuentra la hipoacusia que se manifiesta inicialmente con una caída en las frecuencias 4000-6000 Hz del audiograma. Además es progresiva e irrecuperable si se continúa expuesto a ruido y no se toman medidas preventivas; por otra parte existen más efectos que parecen inofensivos pero afectan en la salud de los trabajadores como son la falta de concentración, dificultad para conciliar el sueño, irritabilidad, cambios de humor, entre otros.

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo; en el área de No Catalíticas de Refinería Esmeraldas se sobrepasa este límite y al momento el 80% de los trabajadores presenta algún tipo de molestia o efecto colateral debido a la exposición al ruido. (DE 2393, 1986)

1.1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1.1 Diagnóstico del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la pérdida de audición es una de las seis principales contribuyentes a la carga de la enfermedad en los países industrializados. Esta patología es una de las condiciones que más perjudican la calidad de vida de aquellos que las padecen, junto con la enfermedad isquémica del corazón, la depresión y la enfermedad de Alzheimer. (Mathers, Smith, Concha, 2000 En: Zahnert, 2011; Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2012). Probablemente esto se asocie a los efectos secundarios de una pérdida auditiva, que no solo implican la dificultad sensorial. Es necesario tener en cuenta que también podría afectar en actividades como el descanso, la calidad del sueño y la comunicación (Prudente & Andrade, 2006). Además, la discapacidad auditiva constituye una de las principales limitaciones en el desempeño laboral de los afectados. Por lo tanto, la pérdida de la audición no sólo afecta a la salud, sino que también es un importante problema social.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2010), en la recomendación 194, plantea una lista de las enfermedades profesionales y sus causas. De los agentes químicos mencionados (aunque no son asociados a pérdida de la audición) se reconocen diversos solventes que son potencialmente ototóxicos. Dentro de los agentes físicos, el ruido es el único en la lista que puede afectar a la audición.

La exposición diaria durante 8 horas a niveles de ruidos mayores o iguales a 85 dB (A) ponderados se asocia a la pérdida permanente de la audición. (Goelzer et al., 2001). En una jornada laboral de dicha duración, la exposición a ruido prolongado de alta intensidad produce un desplazamiento temporal del umbral auditivo. Las células ciliadas externas se fatigan por el excesivo estrés metabólico generado por la exposición a ruido prolongado, por lo que la persona afectada tendrá una disminución de la audición. No obstante, esta situación suele ser transitoria por lo que luego de un reposo auditivo las células ciliadas podrán

recuperarse y la audición mejorará.

Sin embargo, cuando la exposición a ruido se produce a diario en una jornada de 8 horas, la recuperación de las células ciliadas externas no es completa, y se va generando un cambio permanente en el umbral auditivo (Goelzer et al., 2001). Estos cambios fisiológicos del sistema auditivo provocan un daño permanente a las células ciliadas, con el carácter de hipoacusia.

La hipoacusia ocupacional afecta principalmente la capacidad del individuo para interactuar tanto en el trabajo como socialmente. Estas dificultades comunicacionales pueden llevar al aislamiento social lo que impacta directamente en su calidad de vida (Minsal, 2011). Se ha demostrado que la exposición constante a altos niveles de ruido no sólo trae como consecuencia la pérdida auditiva, sino que también reduce la capacidad de concentración, incrementando por tanto el costo de realizar una actividad en específico. A su vez, predispone al trabajador a un estado más “irritable” luego de la actividad laboral, impidiendo un descanso y recuperación adecuados. De esta forma limita la vida diaria, a causa de las dificultades para escuchar en reuniones sociales, conflictos en cuanto al volumen de la radio o la televisión, o problemas en la discriminación de palabras en presencia de ruido ambiente (Otárola *et al.*, 2006).

La exposición corta a ruido excesivo por encima de los 85 db(A) origina primero un desplazamiento temporal del umbral de audibilidad (DTU) conocido por período de fatiga auditiva que desaparece después de algunos minutos u horas de reposo. A medida que aumenta el tiempo de exposición o la intensidad, o se suman ambos factores, el desplazamiento del umbral aumenta y la recuperación de la audición no tiene lugar a los niveles iniciales. En esta fase, la pérdida auditiva residual se denomina desplazamiento permanente del umbral de audibilidad (DPU) o hipoacusia causada por el ruido, caracterizada por comenzar en las frecuencias alrededor de los 4000 Hz. Al principio se desarrolla una sordera

sin signos clínicos que sólo se evidencia por la audiometría y no afecta las frecuencias conversacionales. Al final se produce una ampliación del déficit auditivo en la zona conversacional que es social- mente perjudicial.

El efecto nocivo del ruido sobre la agudeza auditiva del individuo depende de varios factores tales como: frecuencia, pureza, intensidad, duración o tiempo de exposición, repetición, edad del trabajador y susceptibilidad individual.

El ruido no sólo ocasiona alteraciones en el aparato auditivo, también actúa sobre los centros bulbares, vegetativos, centros corticales de asociación y de la voluntad. Está considerado entre los factores que predisponen a la fatiga mental y física, que suelen reflejarse en tasas más elevadas de ausentismo y de inestabilidad del personal. Además, puede obstaculizar la comunicación hablada, molestar y distraer, reducir el rendimiento y la eficacia, aparte de varios trastornos en la salud que no guardan relación con los efectos auditivos.

Como resultado de la exposición a niveles elevados de ruido industrial se produce hipoacusia o sordera profesional que no es más que la pérdida de la audición de ambos oídos, irreversible y acumulativa de tipo nervioso sensorial que afecta las frecuencias conversacionales.

Dada la importancia de este riesgo laboral en las actividades realizadas en el área de No Catalíticas de la Refinería Esmeraldas se plantea realizar el estudio de la exposición a ruido de los trabajadores y generar un plan de control auditivo. Dado que los niveles de ruido en el área se encuentran entre 90 y 120 dB.

1.1.1.2 Pronóstico

En la refinería se han detectado en un periodo de 3 años 500 empleados con hipoacusia producida por exposición a ruido laboral.

Se encuentran en seguimiento 200 empleados que aducen tener problemas debido a la

exposición a ruido.

El nivel de ruido no puede ser disminuido ya que no se pueden colocar guardas o cajones aislantes y cada vez es mayor porque las bombas ya son obsoletas y generan mucho más ruido.

De no tomar las medidas necesarias van a existir muchos más casos de hipoacusia en los trabajadores, lo que generará a la empresa muchos gastos ya que al padecer esta anomalía los trabajadores deben ser indemnizados.

1.1.1.3 Control del Pronóstico

Se debe realizar un plan de control auditivo para proteger a los trabajadores y prevenir futuras enfermedades ocupacionales.

1.1.2 Objetivo General.

- Evaluar la exposición a ruido en los trabajadores de tratamiento químicos del área de No Catalíticas de Refinería Esmeraldas

1.1.3 Objetivos Específicos.

- Determinar los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos los trabajadores de tratamiento químico del área de No Catalíticas de la Refinería Esmeraldas.
- Proponer un programa de control auditivo para contrarrestar los efectos de los altos niveles de ruido y mitigar la exposición.
- Estimar el costo beneficio del programa de control.

1.1.4 Justificaciones.

El ruido es un agente físico peligroso debido a que no tiene efectos visibles en el ser humano. Los trabajadores en las diferentes industrias suelen soportar el ruido molesto los primeros

días o semanas de exposición hasta tener la sensación de haberse acostumbrado a este tipo de ambiente.

La pérdida auditiva por ruido es una enfermedad irreversible y prevenible, más no es el único efecto generado por la exposición elevada de decibeles, de allí que el ruido considerado contaminante ambiental motive numerosas investigaciones sobre el tema, lo que ha permitido en los últimos años un mayor conocimiento y establecimiento de normas y recomendaciones por diferentes países y organismos (Comellas C., 1982), convirtiéndose así en un área de interés para la seguridad y salud ocupacional.

Los trabajadores que laboran en un ambiente de ruido laboral elevado, tienden a tener una mayor probabilidad de tener accidentes que pueden conllevar pérdida de tiempo, menor productividad o generar una enfermedad laboral irreversible como puede ser la hipoacusia. La pérdida auditiva inducida por ruido puede llegar a ser permanente y dependiendo de la edad del individuo puede dar lugar a cuadros de depresión y aislamiento. Las medidas preventivas deben tomarse antes de que comience la pérdida auditiva.

Las hipoacusias que causen incapacidades permanentes parciales debidas a sordera profesional se graduarán con base en el porcentaje de pérdida auditiva bilateral del individuo lesionado en las frecuencias de la voz hablada: 500 – 1000 – 2000 y 3000 ciclos por segundo, considerando el rango entre 15 y 82 decibelios de pérdida a 0 y 100% respectivamente (Resolución 390, p.45).

La exposición a ruido también afecta la parte psicosocial y emocional de los trabajadores generando perturbación en el comportamiento de los individuos y su equilibrio psicológico, otras afecciones generadas por este factor de riesgo se presentan sobre el sistema cardiovascular, neurológico, endocrino y digestivo; actualmente están en estudio, y aún no se establecen condiciones de dosis-respuesta.

Con la esta investigación, se espera generar controles sobre los riesgos ocasionados por el ruido no sólo desde el punto de vista higiénico, sino desde la afección a los sistemas biológico, psicológico y social, participando en el desarrollo de calidad de vida, tanto en el ambiente laboral como en el extralaboral y poder fomentar herramientas para controlar la exposición y aportar con la protección y prevención en la salud auditiva de los trabajadores.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 El sonido

El sonido es una alteración física en un medio sea gas, líquido o sólido. Este puede ser percibido por el oído humano, las ondas sonoras deben tener masa y elasticidad ya que no pueden viajar en el vacío. La variación de presión por encima y debajo del valor estático (105 N/m² a 0°C) de la presión atmosférica causa las ondas sonoras (Harris, 1995, p. 1.1).

1.2.2 Velocidad del sonido

La velocidad del sonido es la velocidad a las que se desplazan las ondas sonoras a una temperatura de 20 °C. La velocidad en el aire es de 340 m/s. La temperatura en el aire tiene un efecto significativo sobre la velocidad del sonido. La velocidad aumenta aproximadamente 0,61 m/s por cada aumento de 1 °C en la temperatura. La velocidad en los sólidos es mucho mayor que en el aire (Harris, 1995, p. 1.1).

1.2.3 Frecuencia

La frecuencia es el número de veces que se repite la variación de presión de la onda sonora, en un segundo. Se expresa en hertzios (Hz) o ciclos por segundo (c.p.s) y por consiguiente es la inversa del periodo. Cuando la frecuencia del sonido es menor a 20 Hz este no genera sensación auditiva en el hombre (infrasonido), así como cuando el sonido es excesivamente agudo, superior a 20.000 Hz que tampoco se percibe (ultrasonido) (Falagán, 2005, p. 583).

1.2.4 Potencia Sonora

La potencia sonora es la cantidad de energía acústica que emite un foco sonoro en unidad de

tiempo. Se expresa en vatios (W). Esta energía se propaga inmediatamente y se reparte, según una superficie esférica envolvente cada vez mayor, lo que explica la disminución del sonido a medida que nos alejamos del origen sonoro.

La potencia acústica es una característica propia de cada fuente sonora, independientemente de cómo o donde este situada. Es el criterio óptimo para comparar las características acústicas de diferentes fuentes sonoras.

A menudo, resulta más cómodo expresar la potencia sonora sobre una escala logarítmica. Para esto se emplea el nivel de potencia sonora L_w de una fuente en decibelios mediante la ecuación 1 (Harris, 1995, p. 1.10).

$$L_w = 10 \log_{10}(W/W_0) \text{ dB}$$

Ec. 1

Donde:

L = Nivel de potencia sonora (dB)

W = Potencia sonora de la fuente (W)

W_0 = Potencia de referencia (W)

1.2.5 Presión Sonora

El nivel de presión es la más habitual en la práctica pues es fácil de medir, se define como la energía que pasa por una superficie y forma una variación de presión (N/m²) entre un punto y otro a través del aire. Una persona joven normal puede percibir entre 200 Pa. y 2×10^{-6} Pa (umbral auditivo). La medida acústica se presenta en escala logarítmica ya que el oído humano responde a esta forma en relación a ruido. De forma práctica se adopta como unidad dimensional el belio y por razón práctica su décima parte que es el decibelio (1B=10 dB) como muestra la tabla 1 (Falagán, 2005, p. 586).

Tabla 1. Escala de presión acústica y nivel de presión acústico

Presión acústica (μPa)	Nivel de Presión Acústica (dB)	Sensación
2×10^8	140	Intolerable
2×10^7	120	Doloroso
2×10^6	100	Muy ruidoso
2×10^5	80	Ruidoso
2×10^4	60	Ruido molesto
2×10^3	40	Ruido bajo
2×10^2	20	Silencio
20	0	Umbral de audición

Fuente: (Falagán, 2005, p. 586)

Para referencia se toma la presión acústica $P_0 = 20 \times 10^{-6}$, que corresponde a la menor presión audible por una persona joven a 1.000 Hz, y a este punto se le atribuye el valor de cero decibelios. Se define entonces la ecuación 2 (Falagán, 2005, p. 586):

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Ec. 2

Donde:

L_p = Nivel de presión sonora (dB)

P = Presión sonora (μPa)

P_0 = Presión sonora de referencia (Pa)

1.2.6 Suma de presión sonora

Cuando existen varios ruidos que presentan presiones acústicas distintas, la suma de todas ellas debe realizarse teniendo en cuenta la definición de nivel de presión acústica, y por tanto no se corresponde con la suma aritmética, sino con la logarítmica. No obstante, esta dificultad se puede solucionar por medio de la suma de intensidad acústica que se puede sumar

aritméticamente como se muestra en la ecuación 3.

$$IT = I1 + I2 \quad \text{Ec. 3}$$

Es necesario tener en cuenta que al utilizar la escala logarítmica, pequeñas diferencias en el número de decibelios representan una diferencia importante en la energía de un ruido y por tanto en su agresividad. Si en un local existe una máquina que emite determinada cantidad de ruido, y colocamos una segunda máquina que emita el mismo ruido que la primera, se puede suponer que se duplicará la intensidad sonora en el ambiente. Si se aplica la ecuación 4 que define el concepto de nivel se tiene:

$$L2 = 3 + L1 \quad \text{Ec. 4}$$

Aproximadamente, cada 3 dB significa el doble de nivel de ruido (Rojo, 2005, p. 587).

1.2.7 Suma de niveles sonoros

La suma de niveles sonoros varía de forma logarítmica por lo que no es posible sumar aritméticamente los niveles de ruido. Si dos máquinas producen 90 dBA de nivel de presión sonora cada una producirá 93 dBA y no 180 dBA según la ecuación 5.

$$SUMA = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L(dB_i)} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

L = Nivel de presión sonora (dB)

Para evitar el manejo de la formula anteriores se puede usar valores de corrección que indica en la tabla 2 y sumarle al mayor valor (Falagán, 2005, p. 589).

Tabla 2. Valores para sumar niveles sonoros

Diferencia numérica entre dos valores L_1 y L_2	Cantidad a sumar al mayor	Diferencia numérica entre dos valores L_1 y L_2	Cantidad a sumar al mayor
0,0 a 0,1	3	4,1 a 4,3	1,4
0,2 a 0,3	2,9	4,4 a 4,7	1,3
0,4 a 0,5	2,8	4,8 a 5,1	1,2
0,6 a 0,7	2,7	5,2 a 5,6	1,1
0,8 a 0,9	2,6	5,7 a 6,1	1,0
1,0 a 1,2	2,5	6,2 a 6,6	0,9
1,3 a 1,4	2,4	6,7 a 7,2	0,8
1,5 a 1,6	2,3	7,3 a 7,9	0,7
1,7 a 1,9	2,2	8,0 a 8,6	0,6
2,0 a 2,1	2,1	8,7 a 9,6	0,5
2,2 a 2,4	2,0	9,7 a 10,7	0,4
2,5 a 2,7	1,9	10,8 a 12,2	0,3
2,8 a 3,0	1,8	12,3 a 14,5	0,2
3,1 a 3,3	1,7	14,6 a 19,3	0,1
3,4 a 3,6	1,6	> 19,4	0,0
3,7 a 4,0	1,5		

Fuente: (Falagán, 2005, p. 589)

1.2.8 Resta de niveles sonoros

La resta de ruido de fondo es necesario para conocer el ruido que genera una máquina se debe realizar dos medidas, una solo del ruido de fondo (L_f con la máquina apagada) y otra con el ruido total (L_t con la máquina encendida), para luego calcular la diferencia de los valores medidos ($L_t - L_f$) que como son decibelios no aplica una resta aritmética directa sino que se debe aplicar el factor de corrección K_1 que muestra la tabla 3 (Falagán, 2005, p. 591).

Tabla 3. Valores simplificados para resta de niveles sonoros

Diferencia entre mediciones	< 3	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
Corrección K_1	>3	3	2,3	1,7	1,3	1	0,8	0,6	0,4	0

Fuente: (Falagán, 2005, p. 591)

Este procedimiento solo es válido siempre que el ruido de fondo no sea mayor de 3dB y si es

menor de 10 dB se considera despreciable.

Igualmente se puede calcular la resta de decibelios matemáticamente con la ecuación 6

$$RESTA = 10 \log(10^{0,1L1(dB)} - 10^{0,1L2(dB)}) \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

L = Nivel de presión sonora (dB)

1.2.9 Clases de ruido

Tanto en la vida cotidiana como en el ámbito industrial, existen diversas clases de ruido se define a continuación.

Ruido de impacto

Es aquel en que el nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúan en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior a 0,2 segundos. Se presenta como L_{max} (Falagán, 2005, p. 587).

Ruido continuo

Es aquel en que el nivel de presión sonora se mantiene constante en el tiempo y se posee máximos, estos se producen en intervalos menores de un segundo. Pueden ser estables o variables, cuando en este último caso oscila en más de 5 dBA a lo largo del tiempo. Se representa como LPA (Falagán, 2005, p. 587).

Ruido estable

Cuando *LPA* nivel de presión acústico ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. De banda ancha y nivel prácticamente constante.

Al realizar la medición con el sonómetro en respuesta lenta, la diferencia entre el valor máximo y mínimo es inferior a 5 dBA (Falagán, 2005, p. 587).

Ruido fluctuante

Cuando (*LPA*) nivel de presión acústica oscila más de 5 dBA en el tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables (Falagán, 2005, p. 587).

1.2.10 Nivel de banda de octava

Para adoptar medidas de reducción es necesario conocer no solo el nivel de presión sonora, sino también como la energía acústica se distribuye en cada uno de los rangos de frecuencia que componen el sonido o ruido.

El análisis de frecuencia de un sonido complejo permite subdividir el rango de frecuencias audibles, que va de 20 a 20.000 Hz, en secciones o bandas, designándose a los sonidos de frecuencias inferiores a 20 Hz “infrasonidos” y a los de frecuencias superiores a 20 Hz “ultrasonidos” (Falagán, 2005, p. 591).

Ninguno de los dos son detectados por el sentido del oído, lo cual no significa que no puedan ser perjudiciales para el oído humano, si bien el oído humano joven y sano, puede percibir sensaciones sonoras en todo el rango de frecuencias aludido, el hombre para comunicarse, utiliza predominantemente unas frecuencias determinadas, denominadas conversacionales que van desde 500 a 3000 Hz, siendo en esta gama, donde se debe tomar mayor interés preventivo respecto a las lesiones auditivas. Por otro lado, respecto a las frecuencias, el oído humano no es capaz de diferenciar claramente frecuencias individuales próximas 1.000 y 1.005 Hz, lo que hace es agrupar las frecuencias, y por ello se trata los problemas del ruido

dividiendo las frecuencias en bandas de octava, asignando un único nivel de ruido a la frecuencia central de 1.000 Hz (Falagán, 2005, p. 591).

Este análisis se ejecuta a través de un sonómetro que mide los niveles de presión acústica dotada de filtros electrónicos, cada uno de los cuales solo deja pasar los sonidos cuyas frecuencias están dentro del rango seleccionado con anterioridad y que evitan todos los demás sonidos. Por tanto, el intervalo de frecuencias audible, para ser analizado, se divide en tramos o bandas según normas internacionales. Así se habla de bandas de octava.

Como se indica, el conjunto de frecuencias que forman un banda queda definido por dos frecuencias: una inferior y otra superior, en el caso de una octava se trata de una banda de frecuencia en la que, la frecuencia más alta es el doble de la frecuencia más baja según la ecuación 7 (Falagán, 2005, p. 592)

$$F_2 = 2F_1 \quad \text{Ec. 7}$$

El nombre de octava tiene su génesis en el hecho de que una de estas divisiones comprende las ocho notas de la escala diatónica musical. Se acepta como frecuencia central F_c de la banda a la media geométrica de las frecuencias extremas, y que se utiliza para denominar la banda como muestra la ecuación 8.

$$F_c = \sqrt{F_1 \times F_2} \quad \text{Ec. 8}$$

Puede demostrarse que el ancho de banda para una octava es de 70,7% de la frecuencia central según las ecuaciones 9 y 10.

$$\Delta F = F_2 - F_1 = 2F_1 - F_1 \quad \text{Ec. 9}$$

$$F_c = \sqrt{F_1 \times 2F_1} = \sqrt{2} \times F_1 = 0,707 \times F_1 \quad \text{Ec. 10}$$

Así la banda con frecuencias extremas de 707 Hz y 1.414 Hz se le denomina banda de octava de 1.000 Hz. Por este motivo el espectro de frecuencias audibles para el hombre queda dividido en las bandas de octava en Hz según la tabla 4 (Falagán, 2005, p. 592)

Tabla 4. Espectro de frecuencias audibles

Frecuencias inferiores (Hz)									
22	44	88	176	353	707	1414	2828	5656	11313

Frecuencias centrales (Hz)									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000

Frecuencias superiores (Hz)									
44	88	176	353	707	1414	2828	5656	11313	22627

Fuente: (Falagán, 2005, p. 592)

1.2.11 Escalas de ponderación

El oído humano puede apreciar sonidos o ruidos, dentro de un intervalo de frecuencias de 20 (graves) a 20.000 Hz (agudos), pero para cumplir su función principal de permitir la comunicación con nuestros semejantes, utiliza preferentemente las frecuencias de conversación (500 a 3000 Hz). Por tal motivo el oído tiene un rendimiento bajo, para los sonidos emitidos en bajas y muy altas frecuencias, 31,5, 63, 125, 250, 500, 8.000 y 16.000 Hz; a su vez, tiene un rendimiento excelente para los sonidos emitidos en frecuencias medias, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz (Falagán, 2005, p. 591).

De tal forma que cuando se genera un ruido en el rango de frecuencias bajas, o ruidos graves, se escucha con menor intensidad que la que en realidad posee. De idéntica forma ocurre si el ruido es de muy alta frecuencia o ruidos agudos. Mientras que los ruidos de frecuencias medias y altas, se escucha con mayor intensidad. Todo indica que el oído humano actúa como si quisiera protegernos de la agresión acústica, aumentando la señal ruidosa como si se tratase

de una alerta o un mecanismo de defensa (Falagán, 2005, p. 591).

Aquellos aparatos de medición de ruido que pueden medirlo de idéntica forma que lo que hace el oído humano. Se entiende que poseen una escala para la medición de ponderación fisiológica.

Las tres escalas de ponderación normalmente utilizadas son:

- La red “A” que se pretendía que se usara para niveles de presión menores de 55 dB.
- La red “B” que se manejaría en la atenuación de niveles de presión intermedios entre 55 y 85 dB.
- La red “C” para la atenuación niveles muy altos de presión sonora, mayores de 120 dB.
- La red “D” pensada para niveles de presión muy altos superiores de 85 dB.

La escala de ponderación fisiológica más universalmente aceptada es la denominada escala de ponderación A, con la que mide el nivel global de ruido después de haber sido ponderado. Se puede indicar que es la única que logra un registro casi idéntico a la que percibe el oído humano (Falagán, 2005, p. 591).

Conviene indicar que si el espectro de frecuencias de un ruido medido en decibelios se le restan o suman, los valores de la relación anterior y estos niveles así ponderados se suman logarítmicamente, como se con los dB, al valor global de la suma se le llama dBA.

Si se parte de un ruido cuyo espectro muestra en la tabla 5 (Falagán, 2005, p. 594):

Tabla 5. Nivel global de ruido ponderado A

Hz	dB	At. A	dB (At)
31,5	89	-39,4	49,6
63	89	-26,2	62,8
125	86	-16,1	69,9
250	78	-8,6	69,4
500	84	-3,2	80,8
1000	86	0	86
2000	90	+1,2	91,2
4000	91	+1,0	92
8000	90	-1,1	88,9
GLOBAL	97,8	---	96,3

Fuente: (Falagán, 2005, p. 594).

Se observa que este ruido que tenía un nivel global de 97,8 dB, le corresponde un nivel global de ruido ponderado (A) de 96,3 dBA. En todo momento siempre que se tenga que hacer estudios de higiene industrial de hablará de forma preferente de dBA.

De esta forma se establece que dos ruidos con el mismo nivel de presión acústica en decibelios pueden tener distinto nivel global de presión sonora en decibelios A, si son diferentes sus espectros de frecuencias (Falagán, 2005, p. 594).

Como ya se ha indicado el oído no tiene igual sensibilidad para todas las frecuencias, presentando un máximo entre 2 y 5 kHz (zona de amplificación) y siendo mínima en los extremos de bajas y elevadas frecuencias (zona de atenuación), acusándose aún más en niveles bajos de presión sonora.

Los sonidos de igual presión acústica, pero de distinta frecuencia producen sensación diferente. Al someter a un individuo a un sonido de una frecuencia de 1.000 Hz y a una determinada sonoridad de 20 fonios (Falagán, 2005, p. 594).

La percepción del sonido por el oído humano es un proceso complejo, porque está supeditado al nivel de presión acústica y a la frecuencia del sonido, dos ruidos pueden tener un nivel de presión acústica semejante y presentar una distribución de frecuencias divergentes, siendo molesto e irritante en las altas frecuencias. Para poder fijar los riesgos de presión es preciso que la medida del ruido se desarrolle con un equipo (sonómetro) que lo registre de forma similar a como lo percibe el oído humano, es decir, que promedie el nivel de presión acústica en función de la frecuencia.

El comportamiento del oído, basándose en las curvas de igual sensación sonora hace pensar en esta necesidad y con este fin, también al sonómetro se le acoplan unos filtros de medición desiguales con las letras A, B, y C, etc. Dichos filtros originan una ponderación (reducción o aumento) de la medida para cada frecuencia. Mediante un filtro A se logra registrar el sonido de forma casi idéntica a como el oído humano lo percibe (Falagán, 2005, p. 594).

La escala de ponderación A está pensada como atenuación que trata de simular la respuesta del oído cuando soporta niveles de presión sonora bajos a las distintas frecuencias, o lo que es lo mismo, cuando se aproxima a las curvas de igual intensidad para bajos niveles de presión sonora. Su forma se corresponde en gran medida con la curva de igual sensación sonora de 40 fonios pero invertida. Sus atenuaciones se muestran en la tabla 6:

Tabla 6. Valores atenuados para escala de ponderación A

F (Hz)	31,5	63	125	250	500	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8KHz
dBA	-39,4	-26,3	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

Fuente: (Falagán, 2005, p. 594)

Por tanto cuando se mide un sonido de varias frecuencias, para calcular su nivel sonoro se ha de ponderar según la curva de igual sonoridad según la curva de ponderación A (Falagán, 2005, p. 592).

1.2.12 Medidas del nivel sonoro

La evaluación de los niveles sonoros existentes es una operación necesaria e imprescindible para determinar la gravedad del problema y realizar un diagnóstico de la situación de partida, como etapa previa a todo programa de reducción de ruido.

Para poder llevar a cabo la evaluación es imprescindible la medición de los niveles de ruido, para lo que se utilizan diversos equipos (Falagán, 2005, p. 594).

1.2.13 Sonometría

Para medir el nivel global del ruido se utiliza un sonómetro, un sonómetro integrador promediador o un dosímetro y si requiere conocer el espectro, un analizador de frecuencias en tiempo real, que presenta en el mismo instante el suceso sonoro, aunque algunos

sonómetros indican el análisis en bandas de octava.

El espectro de frecuencias se logra por análisis del fenómeno sonoro, con ayuda de filtros electrónicos que solo dejan pasar las frecuencias comprendidas en una zona estrechamente delimitada. Los filtros más manejados son los de octava, ya que se analizan unas bandas de frecuencia tales, que las frecuencias superiores e inferiores están en la relación de dos a uno; por el contrario, los de tercio de octava proporcionan una banda con una anchura tal, que las frecuencias están en la relación de raíz cubica de dos.

De esta forma se puede determinar mejor las posibles fuentes del sonido, concretar con mayor rigor las medidas de protección colectiva a tomar, seleccionar con mayores garantías los equipos de protección personal a utilizar (Falagán, 2005, p. 597).

El sonómetro es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica, expresado en decibelios, sin considerar su efecto fisiológico. Registra un nivel de energía sobre el espectro de 0 a 20.000 Hz. Con el fin de considerar las diferentes sensibilidades del oído humano, según su frecuencia, los sonómetros cuentan con filtros cuyas curvas de respuesta están tomadas a razón de la red de curvas isosónicas. Internacionalmente se han normalizado diferentes curvas de sensibilidad, siendo la curva de ponderación A la que da los niveles más cercanos a los captados por el oído humano (Falagán, 2005, p. 597).

1.2.14 Dosimetría

La dosis de ruido es una medida, prescrita en normativas nacionales o estatales, de la exposición a ruido a que está sometida una persona. A diferencia de la exposición sonora, que es proporcional a la energía acústica presente en un lugar, el concepto de dosis de ruido no tiene interpretación física. La dosis de ruido es una cantidad que se desarrolló para evaluar la exposición a ruido en los centros de trabajo como protección contra la pérdida de la audición.

La dosis de ruido suele expresarse como un porcentaje de la exposición diaria máxima permisible al ruido; es una combinación de un nivel sonoro continuo equivalente estable con ponderación A y la duración de la exposición correspondiente. Dependiendo de cómo se defina en una norma o regla, la medida de la dosis de ruido puede ser equivalente a la medida de una exposición al ruido. Hay que prestar una atención cuidadosa a las definiciones de las cantidades medidas porque la dosis de ruido, definida de diferente manera, ha sido utilizada como sinónimo de exposición sonora.

Las medidas de las dosis de ruido implican consideraciones sobre los conceptos de tasa de intercambio, nivel sonoro criterio, umbral del nivel sonoro y exposición diaria máxima permisible de ruido (Harris, 1995, p. 9.9).

Los dosímetros son medidores personales, están diseñados para ser llevados por el trabajador. Los resultados obtenidos son menos fiables porque la medición no es supervisada. Algunos equipos permiten ser utilizados tanto como dosímetro como sonómetro.

Si el equipo que se utiliza es un dosímetro, debe colocarse de forma que el micrófono se mantenga a unos 10 cm. del canal de entrada al oído (preferiblemente en el oído más expuesto) y a 4 cm. por encima del hombro (Mapfre, 2015, p.935).

La evaluación de exposición al ruido precisa comparación con valores de referencia, por ello, los resultados obtenidos de la medición deben tener garantizada su fiabilidad. Estos llevan siempre asociados un valor de incertidumbre, que normalmente es superior a 1 dB. La comparación con los valores de referencia posibilitara la toma de decisiones sobre el tipo de actuaciones preventivas que deben planificarse, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido, indica valores límite de exposición y valores que den lugar a una acción, referidos a nivel de exposición diaria y niveles pico (Mapfre, 2015, p.937).

1.2.15 Valores límite de exposición:

$$LA_{eg, d} = 87 \text{ dB (A)} \text{ y } LP_{ico} = 140 \text{ dB (C)}$$

1.2.16 Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:

$$LA_{eg, d} = 85 \text{ dB (A)} \text{ y } LP_{ico} = 137 \text{ dB (C)}$$

1.2.17 Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:

$$LA_{eg, d} = 80 \text{ dB (A)} \text{ y } LP_{ico} = 135 \text{ dB (C)}$$

En circunstancias justificadas puede utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido. Se utiliza cuando la exposición diaria varía considerablemente de una jornada a otra, deben de cumplirse las siguientes condiciones.

1.2.18 El nivel de exposición semanal no debe ser superior al valor límite de exposición de 87 dBA

1.2.19 Se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades (Mapfre, 2015, p.938).

1.2.20 Selección de las posiciones o puntos de medida

La posición del micrófono con respecto a la fuente de sonido se especifica mediante una norma. En el caso de la medición de ruido en una comunidad, las posiciones suelen especificarse como:

- En cualquier lugar a lo largo de la línea que limita una propiedad
- Donde es más probable que estén las personas de la propiedad adyacente.

Para mediciones de nivel de ruido o de exposiciones sonoras en fábricas, con el fin de evaluar el riesgo de lesión auditiva, el micrófono debe estar situado a una distancia no superior a 100 mm del oído de la persona expuesta a la fuente de ruido (Harris, 1995, p. 9.7).

Para la medición de los niveles de presión sonora dentro de lugares de reunión u otros

espacios públicos, el micrófono ha de ubicarse en las posiciones típicas de los oyentes a alturas de 1,6 m de un oyente en pie o entre 1,2 y 1,3 m si está sentado, salvo que se especifiquen otras alturas.

Las medidas no deben realizarse a menos de un metro de una superficie reflectante, como una pared, suelo o techo, donde las reflexiones podrían influir significativamente sobre ellas. El número de lugares de medición debe ser suficiente como para determinar el nivel de ruido ambiental y las características de la fuente de ruido con la precisión requerida (Harris, 1995, p. 9.7).

1.2.21 Número de puntos de medida

El número de puntos de medida necesario para determinar el nivel de presión sonora promediado en el tiempo y en el espacio con determinada precisión depende de la uniformidad del campo sonoro, es decir, de cuanto varía el campo sonoro con las distintas posiciones.

Para seleccionar el número mínimo de posiciones necesario para determinar en nivel medio de presión sonora, dentro de los límites del 90% de confianza. Por ejemplo, se requiere mediciones en 8 posiciones para lograr un intervalo de confianza del 90 por 100 con un error de ± 2 dB, si la desviación típica de las mediciones es de 3 dB.

La ilustración de la figura 1 está basada sobre el supuesto de que las localizaciones del micrófono están suficientemente espaciadas entre sí como para obtener muestras independientes del campo sonoro. Esta limitación hace preciso que los espaciamientos entre posiciones del micrófono sean al menos de un cuarto de longitud de onda para la frecuencia de interés más baja. Por ejemplo para muestras independientes a 100 Hz, las posiciones del micrófono deben estar separadas al menos 1 m; a 50 Hz, las posiciones del micrófono deben estar separadas al menos 2 m (Harris, 1995, p. 9.9).

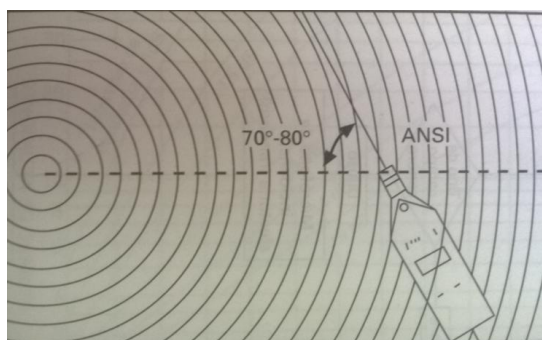
Si el campo sonoro es muy uniforme, como suele ocurrir a frecuencias altas, son suficientes unas pocas localizaciones del micrófono, el sonido de frecuencia baja varía mucho más, tanto en posición como en tiempo, y por tanto precisa un tiempo de promedio más largo y más ubicaciones de medida para lograr la misma precisión.

La precisión de la medición del nivel sonoro también está determinada por la calidad del instrumento y el procedimiento de medida. Las normas de medida pueden concretar el número mínimo de puntos de medida para cada condición de funcionamiento de la fuente de ruido.

De forma alternativa, las normas pueden especificar un criterio de rendimiento; por ejemplo, estableciendo la desviación típica máxima permitida, que está determinada por el número de medidas requeridas.

Cuando se mide el nivel sonoro medio en una habitación, son necesarios los promedios tanto temporal como espacial. Estos promedios pueden llevarse a cabo de forma cómoda hallando la media de las presiones sonoras medias cuadráticas en un número de ubicaciones del micrófono o moviendo este lentamente sobre una vía fija en la habitación durante un periodo de tiempo especificado como muestra la figura 1 (Harris, 1995, p. 9.10).

Figura 1. Orientación óptima de los micrófonos de presión para medición de campo



Fuente: (Harris, 1995, p. 9.9)

1.2.22 Metodología de medición de ruido

Se puede realizar una estimación inicial que solo es aproximada. Si existe la más mínima

probabilidad de que se alcancen los superen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, es necesario realizar una medición cuantitativa (Mapfre, 2015, p.927).

En el caso de que se concluya la necesidad de realizar mediciones deberá:

Delimitar las áreas de trabajo en las que se realizara la evaluación de la exposición a ruido.

Seleccionar los puestos de trabajo o trabajadores a los que se realizarán la evaluación.

Estudiar si existe la posibilidad de constituir grupos de exposición homogénea.

1.2.23 Detectar si se producen episodios de ruido significativos durante la jornada de trabajo (Mapfre, 2015, p.927).

En función del tipo de ruido se establecerá el método de muestreo más adecuado, eligiendo el equipo (sonómetro integrador o dosímetro) y la duración del tiempo de medición:

Ruido estable

Las características de este tipo de ruido permiten obtener resultados satisfactorios con mediciones de corta duración. Preferentemente se utiliza como equipo de medición un sonómetro integrador.

Ruido periódico

Las mediciones se realizarán sobre un ciclo completo o sobre un número entero de ciclos. La medición debe ser representativa de la exposición y los resultados de las diferentes mediciones no deben variar en un intervalo superior a 5 dB. En función de la duración de las mediciones se utilizará un dosímetro o un sonómetro integrador.

Ruido aleatorio

Se recurrirá a muestreos de larga duración para obtener resultados representativos. Se

utilizará normalmente un dosímetro.

Ruido de impacto

Se identificarán las situaciones donde se produzcan los ruidos de impacto y se realizarán las mediciones de pico ponderado C (Mapfre, 2015, p.927).

En función de las características del puesto de trabajo, la estrategia de medición seleccionada estará basada en mediciones de la operación o tarea. La jornada de trabajo se divide en operaciones o tareas, el nivel de ruido de cada una de ellas es representativo y repetible (Mapfre, 2015, p.927):

- Si la operación dura menos de 5 minutos se debe medir durante toda la operación, si esta dura más, se medirá como mínimo 5 minutos.
- Si el ruido es cíclico, se deben medir como mínimo 3 ciclos enteros y en todo caso un número entero de ciclos. Se medirá como mínimo 5 minutos y un número entero de ciclos.
- Si el ruido es fluctuante el tiempo de medición debe ser suficiente para que el resultado sea representativo.
- Si el ruido es estable el tiempo de medición puede ser menor que el de la operación, pero como mínimo de un minuto (Mapfre, 2015, p.928).

La medición debe repetirse tres veces en cada operación, si los resultados obtenidos difieren en 3 dB se tomará una de las siguientes opciones:

- Subdividir la operación en otras operaciones
- Realizar otras tres mediciones como mínimo
- Realizar nuevas mediciones aumentando el tiempo de muestreo hasta que la diferencia sea inferior a 3 dB.

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación viene dada por la fórmula 11 (Mapfre, 2015, p.928).

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{I=N} 10^{0,1(L_{Aeq,T,m,n})} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

$L_{Aeq,T,m}$ = Nivel equivalente durante la operación “m”

$L_{Aeq,T,m,n}$ = Resultado de cada medición

N = Numero de mediciones 40

La contribución de cada operación al nivel equivalente diario se determina con la fórmula 12 (Mapfre, 2015, p.928).

$$L_{Aeq,d,m} = 10 \log \frac{1}{8} T_m \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,T,m})} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$L_{Aeq,T,m}$ = Nivel equivalente durante la operación “m”

T_m = Valor medio de duración de la operación

El nivel equivalente diario se puede calcular con la fórmula 13 (Mapfre, 2015, p.929).

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \sum_{m=1}^M \frac{1}{8} T_m \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,d,m})} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

$L_{Aeq,T,m}$ = Nivel equivalente diario

T_m = Valor medio de duración de la operación

1.2.24 Factores influyentes en la lesión auditiva

De la extensa lista de datos aparecidos en la literatura, se extraen los más representativos que son:

Intensidad del ruido

Se considera que el límite para evitar la hipoacusia es de 80 dBA para una exposición de 40 horas semanales, a un ruido constante. Aunque no es un punto de total seguridad, por encima de esta cifra, la lesión aparece y aumenta en relación con la misma.

Puede existir pérdida de audición por ruido por debajo del nivel diario equivalente señalado (Harris, 1995, p. 14.1).

Frecuencia del ruido

Las células ciliadas más susceptibles corresponden a las frecuencias entre 3.000 y 6.000 Hz, siendo la lesión en la banda de 4.000 Hz el primer signo en la mayoría de casos.

Algunos autores señalan la relación, curiosa pero típica, entre la lesión a una determinada frecuencia y la presencia de ruido correspondiente a la banda inmediatamente inferior (Harris, 1995, p. 14.1).

Tiempo de exposición

La lesión auditiva inducida por ruido sigue una función exponencial. Si el deterioro es importante puede continuar tras la exposición (Harris, 1995, p. 14.1).

1.2.25 Enfermedades del oído medio

Si existe una hipoacusia de conducción, se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado.

Por otra parte, cabe suponer mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva neurosensorial, aunque tampoco existen evidencias suficientes (Harris, 1995, p. 14.1).

1.2.26 Ruido y Legislación Nacional del Ecuador

La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53. “En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante” (IESS D.E.-2393, 1986, p.28).

El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes antivibratorios.

Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.

Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas.

Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando estén conectados directamente a máquinas que tengan partes en movimiento siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquéllas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques (IESS D.E.-2393, 1986, p.31).

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido (IESS D.E.-2393, 1986, p.31).

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la tabla 7.

Tabla 7. Tiempo de exposición permisible a ruido

Nivel sonoro /dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: (IESS D.E.-2393, 1986, p.31)

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dBA. Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1 (IESS D.E.-2393, 1986, p31):

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_n}{T_n}$$

Ec. 14

Donde:

D = Dosis de ruido

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico.

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

1.2.27 Ruido de impacto

Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla (IESS D.E.-2393, 1986, p.32):

Tabla 8. Tiempo de exposición permisible a ruido de impacto

Número de impulsos o impacto por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: (IESS D.E.-2393, 1986, p.32)

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

1.2.28 Técnicas de control de ruido

Las medidas pueden clasificarse en tres categorías: (1) control del ruido en la *fuentes*, (2) control del ruido en la *vía de transmisión* y (3) uso de medidas protectoras en el *receptor*. El método o combinación de métodos que se emplee depende de la magnitud de la reducción de ruido requerida y de las consideraciones económicas y operativas. Al resolver un problema específico de control de ruido, hay que evaluar el beneficio específico que se gana con la aplicación de cada técnica desde el punto de vista del sistema y compararlo con su costo (Harris, 1995, p. 1.31).

Medidas de control administrativo

En este sentido la elección de métodos de trabajo adecuados o la modificación de los mismos pueden reducir la exposición del trabajador al agente.

Como ejemplo se encuentra el empleo de equipos menos ruidosos como: sustituir herramientas neumáticas por herramientas eléctricas, modificaciones de diseño que permitan evitar operaciones ruidosas como: transportar piezas en lugar de dejarlas caer, utilizar un control de velocidad electrónico en lugar de mecánico, rotación entre distintos puestos de trabajo que permita reducir la exposición individual al ruido.

Entre otras opciones con objeto de reducir el ruido generado, se puede encontrar la utilización de una plancha inclinada para guiar el camino de las piezas al contenedor o también la utilización de tubos revestidos con materiales absorbentes (Mapfre, 2015, p. 948).

La elección de los equipos de trabajo que genere el menor nivel de ruido posible es uno de los primeros aspectos a tener en cuenta en el momento de planificar la actividad industrial.

En la elección de estos equipos, como es lógico, es necesario tener en cuenta el trabajo al que

están destinados proporcionando a los trabajadores equipos que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre la comercialización de dicho equipos, cuyo objetivo sea limitar en la medida de lo posible la exposición a ruido. Por ejemplo, utilización de boquillas especiales que regulan al mínimo la generación de turbulencias o utilización de silenciadores en los escapes de aire comprimido (Mapfre, 2015, p. 949).

Control de ruido en la fuente

Un método importante para controlar el ruido en la fuente es reducir la amplitud de las fuerzas que dan como resultado la generación del ruido, por ejemplo, mediante el equilibrio de las masas rotatorias o aislando los componentes vibratorios de la fuente. Otro método es reducir el movimiento de los componentes que vibran; por ejemplo, la vibración de los paneles puede reducirse aplicando materiales que amortigüen la vibración o alternando las frecuencias de resonancia de los paneles (Harris, 1995, p. 1.31).

Los cambios en el procedimiento habitual de funcionamiento también pueden ser una técnica eficaz de control del ruido. Así, algunas fábricas próximas a zonas residenciales suspenden o reducen operaciones ruidosas durante la noche, cuando disminuye la actividad normal de la comunidad y el nivel de ruido ambiental decrece. Sin el ruido ambiental para enmascararlo, el ruido de la fábrica es más perceptible.

Debido al ello y a la posible interferencia con el sueño, las fábricas que de otra manera operarían continuamente durante las 24 horas pueden reducir sus operaciones nocturnas (Harris, 1995, p. 1.32).

Un parámetro importante a tener en cuenta es el tiempo de reverberación. La reverberación es el fenómeno debido a la reflexión de las ondas en los cerramientos de una edificación, por el cual persiste el sonido en un punto determinado del interior de un recinto una vez cesado la

fuente productora. Cuando las superficies de reflexión son poco absorbentes, el sonido se ira apagando lentamente, mientras que si las superficies son muy absorbentes se produce el caso contrario (Mapfre, 2015, p. 953).

La medición del tiempo de reverberación proporciona una estimación de la influencia acústica global del local. El tiempo de reverberación es aquel en el que la presión acústica se reduce a milésima parte de su presión inicial o la millonésima parte de la potencia inicial, una vez que ha cesado la fuente sonora, o sea, lo que tarda en disminuir el sonido 60 dB.

Este tiempo de reverberación es función de la frecuencia y se calcula mediante la siguiente expresión (Mapfre, 2015, p. 954).

$$T_r = \frac{0,16 \cdot V}{S [-\ln(1-\alpha_m)]} \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

V : Volumen del local (m³)

S : Absorción del local (m²)

T_r : Tiempo de reverberación (seg)

α_m : Coeficiente de absorción medio del local

En un local en el que existen diferentes tipos de materiales se puede utilizar el valor medio del coeficiente de absorción, dado por la siguiente ecuación (Mapfre, 2015, p. 954).

$$\alpha_m = \frac{\sum \alpha_i S_i}{S} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

α_i = Coeficiente de absorción de cada material

S_i : Superficie de cada material (m²)

S = Superficie total (m²)

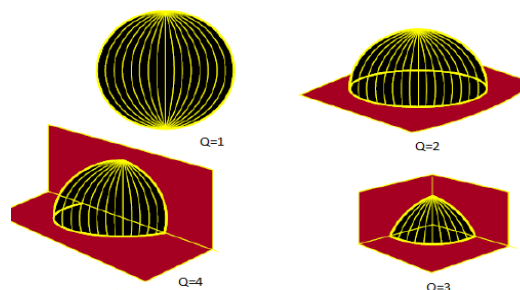
Por tanto el tiempo de reverberación es directamente proporcional al volumen del local e inversamente proporcional a la absorción del mismo (cuanto menor es la absorción del local, mayores son las ondas reflejadas y por tanto mayor es el tiempo de reverberación). Por ejemplo en cuanto al volumen del local se estima que el tiempo medio de reverberación es de aproximadamente 0,5 segundos en un dormitorio, de 1 a 2 segundos en una sala de conciertos y de 4 a 8 segundos en una catedral (Mapfre, 2015, p. 955).

Para definir una concentración de energía en una determinada dirección de emisión. Se define el coeficiente de directividad Q de una fuente, como la relación entre la intensidad acústica que llega a un punto y la intensidad acústica que llegaría al mismo punto si la fuente fuera omnidireccional y con la misma potencia sonora. Se parte de la misma fórmula del nivel de presión acústica y se dan distintos valores enteros a la Q en función de si la radiación es esférica, semiesférica, un cuarto o un octavo.

$$SPL = SWL + 10 \log \frac{Q}{4\pi r^2}$$

Ec. 17

Figura 2. Fuente direccional en un local cerrado



Fuente: Asepeyo 2005

Las emisiones sonoras en locales cerrados son superficies reflejantes, proporcionan un nivel de presión sonora que combina el sonido directo con los sonidos reflejados por las distintas superficies.

La contribución del sonido directo o del reflejado será función de la distancia de escucha a la fuente y de las condiciones absorbentes del local.

La fórmula que rige la combinación del sonido directo y reflejado para un local que rige la combinación del sonido directo y reflejado para un local determinado es un campo sonoro con reflexiones (recinto semireverberante) y para una fuente sonora de tipo direccional (Asepeyo, 2015, p. 5)

$$SPL = SWL + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad \text{Ec. 18}$$

Control de ruido en la vía de transmisión

Cuando no se puede impedir la creación de ruido se actúa sobre el medio, reduciendo el ruido directo o el ruido reflejado mediante:

- ❖ Colocación de pantallas antiacústicas.
- ❖ Aislamiento antivibrátil.
- ❖ Revestimientos absorbentes del sonido, apantallamientos y blindajes.
- ❖ Distribución adecuada de máquinas.
- ❖ Colocación de cerramientos, enclaustramientos y cabinas insonorizadas.
- ❖ Aumento de la distancia entre la fuente y el receptor.
- ❖ Tratamiento acústico de cielorraso, paredes y pisos para absorber el ruido y disminuir la reverberación (Falagán, 2005, p. 597).

Este método de control de ruido es poco utilizado, ya que es poco eficaz en el ámbito laboral donde los espacios son cerrados. En cambio en lugares abiertos, como por ejemplo aeropuertos, si se suelen utilizar obteniéndose resultados de reducción de los niveles de ruido bastante eficaces.

Como la atenuación del ruido de estas barreras se basa en el fenómeno de la difracción del

sonido, que es un fenómeno característico de las ondas que se basa en la desviación de estas al encontrar un obstáculo, pueden ser bastante eficaces cuando existe un ruido donde predominen las altas frecuencias, pero poco eficaces si las frecuencias predominantes son bajas (Mapfre, 2015, p. 959).

Debido al fenómeno de la difracción de las ondas de sonido, normalmente este método de reducción de uso de barreras, debería ir acompañado de la instalación de materiales absorbentes en paredes y techos.

El grado de reducción del ruido depende de la altura y anchura efectiva de la barrera (lo ideal es dos veces la altura del oído y el ancho el doble que la altura), de la longitud de onda predominante y del ángulo de deflexión (Mapfre, 2015, p. 959).

Medidas en el receptor

Para la elección de protección auditiva se deberá considerar las siguientes consideraciones (IESS D.E.-2393, 1986, p.86).

- a) Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el establecido en este Reglamento, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.
- b) Los protectores auditivos serán de materiales tales que no produzcan situaciones, disturbios o enfermedades en las personas que los utilicen. No producirán además molestias innecesarias, y en el caso de ir sujetos por medio de un arnés a la cabeza, la presión que ejerzan será la suficiente para fijarlos debidamente.
- c) Los protectores auditivos ofrecerán la atenuación suficiente. Su elección se realizará de acuerdo con su curva de atenuación y las características del ruido.
- d) Los equipos de protección auditiva podrán ir colocados sobre el pabellón auditivo (protectores externos) o introducidos en el conducto auditivo externo (protectores insertos).
- e) Para conseguir la máxima eficacia en el uso de protectores auditivos, el usuario deberá en

todo caso realizar las operaciones siguientes:

- Comprobar que no poseen abolladuras, fisuras, roturas o deformaciones, ya que éstas influyen en la atenuación proporcionada por el equipo.
- Proceder a una colocación adecuada del equipo de protección personal, introduciendo completamente en el conducto auditivo externo el protector en caso de ser inserto, y comprobando el buen estado del sistema de suspensión en el caso de utilizarse protectores externos.
- Mantener el protector auditivo en perfecto estado higiénico.

f) Los protectores auditivos serán de uso personal e intransferible. Cuando se utilicen protectores insertos se lavarán a diario y se evitará el contacto con objetos sucios. Los externos, periódicamente se someterán a un proceso de desinfección adecuado que no afecte a sus características técnicas y funcionales

g) Para una buena conservación los equipos se guardarán, cuando no se usen, limpios y secos en sus correspondientes estuches (D.E.-2393, 1986, p.86).

Método de las bandas de octava

Requiere conocer los niveles de presión sonora, en bandas de octava, del ruido ambiental. Es el método más fiable cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A), aplicando la siguiente expresión (INSHT NPT 638, 2003, p. 3).

$$L_A = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0,1(L_f + A_f - APV_f)}$$

Ec. 19

Donde:

A_f = ponderación A en cada octava

L_f = nivel de presión sonora por octava, sin ponderar

El valor resultante de LA' debe redondearse al entero más próximo.

Método H, M y L

El método requiere conocer los valores de presión acústica ponderados A y C, así como los valores de H, M y L del protector auditivo. Se calcula el valor de PNR según la diferencia entre LC y LA de la siguiente manera:

Si la diferencia LC y $LA \leq 2$ dB se utilizara la expresión (20), en caso de LC y $LA \geq 2$, la expresión (21).

$$PNR = M - \frac{H - M}{4} (L_C - L_A - 2) \quad \text{Ec. 20}$$

$$PNR = M - \frac{H - M}{8} (L_C - L_A - 2) \quad \text{Ec. 21}$$

El valor resultante de LA' debe redondearse al entero más próximo

Se puede utilizar el nivel de presión acústica no ponderado en lugar del LC

Método del SNR

Se precisa el nivel de presión sonora ponderado C y el parámetro SNR del protector auditivo.

Se calcula el nivel de presión sonora efectivo ponderado A de la siguiente forma:

$$LA' = LC - SNR \quad \text{Ec. 22}$$

Cuando preponderan los niveles de presión sonora correspondientes a las frecuencias muy altas o muy bajas, del espectro del ruido en cuestión (ruidos agudos o graves) aumentan las diferencias halladas entre los PNR calculados por los tres métodos.

En la tabla 9 se presentan los diferentes parámetros calculados para dos casos como los mencionados, cuyas características espectrales se dan en la tabla 10, utilizando el protector auditivo de los ejemplos anteriores (INSHT NPT 638, 2003, p. 6).

Como se desprende de la tabla 9, en ambos casos y tomando como referencia los valores obtenidos a partir del método del espectro de bandas de octava, el método M H L ofrece una buena aproximación en el cálculo del PNR, mientras que se comete un gran error utilizando el SNR. Aunque los resultados también dependen del espectro de atenuación del protector auditivo, por regla general, cuando en los espectros del ruido en cuestión preponderan frecuencias bajas o muy altas, disminuye mucho la precisión del sistema de cálculo a partir del SNR, mientras que se mantiene una precisión aceptable en el método H M L (INSHT NPT 638, 2003, p. 6).

Tabla 9. Parámetros de atenuación por método

Ejemplo	Parámetros de ruido				Método bandas de octava		Método H M L H=27, M=25, L=23		Método SNR SNR = 28	
	L	L _A	L _C	L _C - L _A	PNR	LA	PNR	LA	PNR	LA
Caso 1	112	113	111	-2	26	87	27	86	30	83
Caso 2	112	97	111	14	22	75	22	75	14	83

Fuente: (INSHT NPT 638, 2003, p. 6)

Tabla 10. Características espectrales de dos ruidos diferentes

Frecuencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz
Caso 1	70	75	82	86	96	102	111	102
Caso 2	110	106	98	94	90	87	84	80

Fuente: (INSHT NPT 638, 2003, p. 6)

1.2.29 Responsabilidad legal

Pérdida auditiva: Las hipoacusias que causen incapacidades permanentes parciales debidas a sordera profesional se graduarán en base al porcentaje de pérdida auditiva bilateral del individuo lesionado en las frecuencias de la voz hablada: 500 -1000 - 2000 y 3000 ciclos por segundo (cps), considerando el rango entre quince y ochenta y dos decibeles de pérdida a cero y cien por ciento respectivamente (Rs. C.D. 513. 2011. p. 46).

Para obtener el porcentaje de pérdida auditiva bilateral, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Promedio de la pérdida de decibeles de las cuatro frecuencias citadas;
- Por cada decibel de pérdida que pase de quince (15) decibeles se aumenta uno coma cinco por ciento (1,5%);
- El porcentaje encontrado en el oído mejor, se multiplica por cinco (5), el resultado se añade al porcentaje encontrado en el oído más afectado y la suma total se divide por seis (6), cuyo cociente es la pérdida auditiva bilateral para la conversación normal.

Porcentaje de pérdida 15 a 60% como máximo

La Comisión de Valuación de las Incapacidades podrá incrementar hasta un diez por ciento (10%) del grado total de incapacidad, de conformidad con los factores de ponderación previstos en el artículo 31 del presente Reglamento (Rs. C.D. 513. 2011. p. 46).

2. CAPITULO II. MÉTODO

2.1 Tipo de estudio

Para el presente estudio se aplicará el método descriptivo, iniciando con la verificación del proceso en el área de No Catalíticas que realiza el personal de tratamiento químico, que se expone diariamente al ruido generado en la planta y su posterior análisis ya que se va a identificar los efectos generados sobre los trabajadores por la exposición a ruido en el área dicha.

2.2 Modalidad de investigación

La modalidad de investigación es de campo, dado que los datos serán recogidos directamente del sitio donde se encuentra la exposición.

2.3 Método

Método Inductivo-Deductivo.

Se va a determinar los efectos principales y secundarios que genera una exposición a altos niveles de ruido.

2.4 Población y Muestra

La población para este estudio es la totalidad de empleados que trabajan en tratamiento químico que consta de 8 personas, que se distinguirán por sexo y edad.

2.5 Selección de instrumentos de Investigación

- Sonómetro
- Encuesta

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1 PROCESO

La REE tiene las siguientes unidades de proceso: destilación atmosférica, de vacío, de craqueo catalítico fluido, viscoreducción, reformadora, semiregenerativa, reformadora catalítica continua, hidrosulfuradora de diesel, procesos meros, tratamiento de jet fuel, tratamiento de gases, tratamiento de aguas amargas, y las unidades de recuperación de azufre y oxidadora de asfaltos.

Los principales derivados que produce la REE son los siguientes: gas licuado de petróleo, gasolinas de 80 y 90 octanos, diesel 1 y 2, jet fuel, fuel oil, asfaltos, azufre.

En el área de No Catalítica se procesa el crudo proveniente de los tanques, pasa por un tren de intercambiadores hasta llegar a las Desaladoras donde se separa agua y crudo, luego se dirige al horno donde alcanza una temperatura de 400°C e ingresa a la torre de destilación donde se obtienen los primeros productos como GLP, jet fuel, diesel, gasolina; el crudo sin procesar continúa su camino pasa por otro tren de intercambiadores, llega a la debutanizadora donde se sigue separando volátiles, crudo y agua, pasa por un tren de intercambiadores llega al horno de vacío para ingresar a la torre de destilación al vacío y poder obtener nafta y crudo reducido que luego será transformado en asfalto. Los productos livianos pasan a la unidad viscoreductora para ser procesados y retirar todos los residuos existentes.

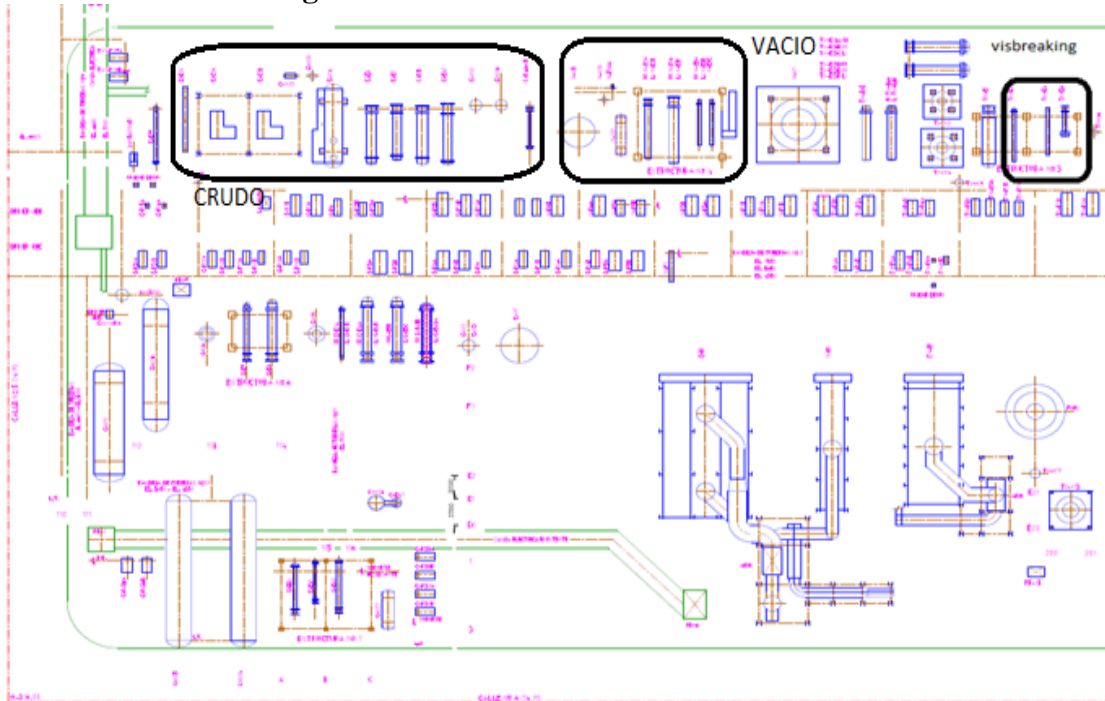
Nalco Champion es una empresa que elabora productos químicos para varios tratamientos entre ellos los petroleros; el tratamiento que se da al proceso en el área de No Catalíticas se lo

realiza mediante bombas neumáticas y eléctricas, los puntos de inyección son chequeados a diario para mantener bajo control el tratamiento y de la misma manera se toman muestras para realizar los diferentes análisis donde podemos obtener los datos del estatus del mismo, en caso de que algún parámetro este fuera de rango se debe realizar modificaciones en la inyección de químicos.

Para el efecto se cuenta con 5 laboratoristas para la toma de muestras y para realizar los análisis de laboratorio, en este puesto lo que se realiza es movilizarse al área, preparar los envases para recolectar las muestras y proceder a tomar las muestras, in situ se realiza la medición de pH, los demás análisis como BSW, sal en crudo, cloruros, contenido de hierro entre otros se los realiza en el laboratorio, para realizar esta actividad el empleado se demora unas 3 horas aproximadamente para el primer muestreo, pasadas 2 horas se debe volver a tomar nuevamente muestras para control de pH en lo que toma alrededor de 1 hora, para la tarde se vuelve a tomar muestras para controlar pH, éste parámetro es fundamental en el tratamiento ya que es un indicativo de que la inyección de químicos es la adecuada para las condiciones del proceso; en total en el día el trabajador se expone a ruido entre 5 a 6 horas de su jornada laboral dependiendo de los trabajos que se requieran realizar en el área.

Figura 3. Grafico del Área de No Catalíticas

Figura 3. Grafico del Área de No Catalíticas



3.2 MEDICIÓN

Para realizar la medición en cada área a la que los trabajadores se exponen se utilizó un sonómetro marca SN 025 clase 2 usado para mediciones industriales, primero se solicitó al personal despejar el área y dejar de realizar trabajos adicionales que generalmente son de limpieza.

Se procedió a colocar el sonómetro para realizar la primera medición, se tomó los datos correspondientes y se realizó el mismo procedimiento para los siguientes puntos de medición. De la medición realizada en los diferentes puntos se obtuvieron los siguientes resultados, donde se puede evidenciar la exposición a ruido que enfrentan los empleados a pesar de utilizar orejeras, el tiempo de exposición es muy elevado, para lo cual se deben tomar acciones correctivas.

Las mediciones en planta se las realizaó bajo la Norma:

UNE-EN ISO 9612:2009 Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.

Figura 4.Medición de ruido en planta No Catalíticas 1**Tabla 11.** Resultados de Presión Sonora

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Leq (dBA)
Leq NC1 (dBA)	110	106	98	94	90	87	84	80	103.2
Leq NC2 (dBA)	107	102	92	93	91	88	83	81	103.4
Leq TKS (dBA)	74	82	83	86	88	89	82	75	93.8

Tabla 12. Tiempo de exposición

Leq (dBA)	Dosis	Tiempo de exposición por jornada, hrs
103.2	0.375	0.125
103.4	0.625	0.125
93.8	0.625	1

3.3 EQUIPOS – MÉTODO

- SONOMETRO

Ver Anexo 2

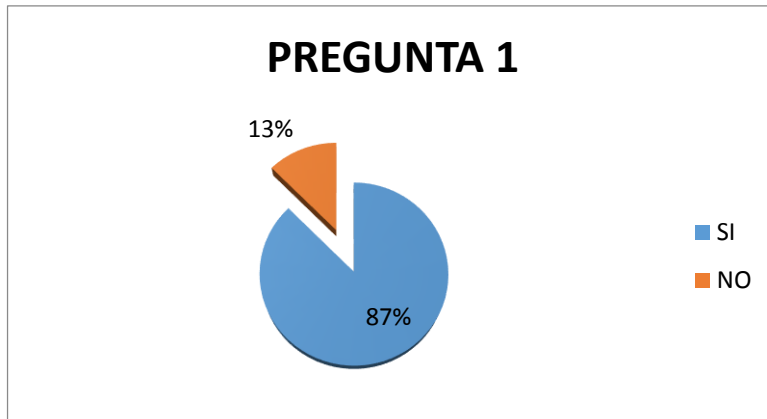
- ENCUESTA

Adicional a la medición con el sonómetro, se realizó una encuesta a los empleados expuestos a ruido para tener un panorama de los conocimientos que tienen acerca del riesgo que representa dicha exposición ya que el estar constantemente expuestos a ruido no sólo genera hipoacusia sino también existen efectos adversos relacionados con la salud mental y física de los trabajadores que a veces no se los toma en cuenta por desconocimiento que es el ruido quien los genera y aducimos a otros factores.

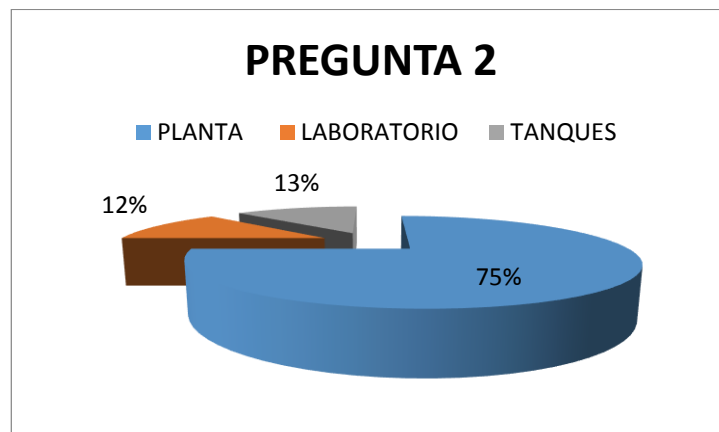
Para realizar el contenido de la encuesta se basó en el artículo de Elena, Ordaz Castillo, Maqueda Blasco, Jerónimo, Asúnsolo Del Barco, Ángel, Silva Mato, Agustín, Gamo González, María Fe, Cortés Barragán, Rosa Ana, & Bermejo García, Eva. (2009). Efecto de la exposición a ruido en entornos laborales sobre la calidad de vida y rendimiento. *Medicina*

y *Seguridad del Trabajo*, 55(216), 35-45.

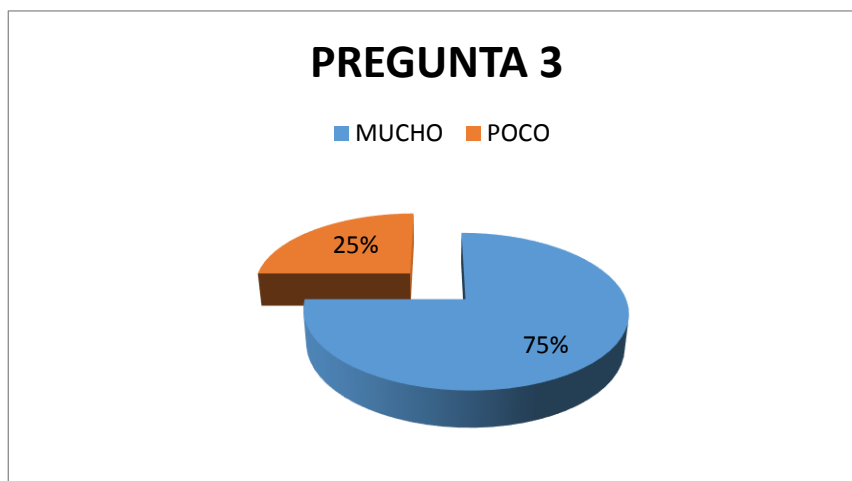
Pregunta 1: ¿Considera Ud. al ruido un tipo de contaminación que afecta la calidad de vida?



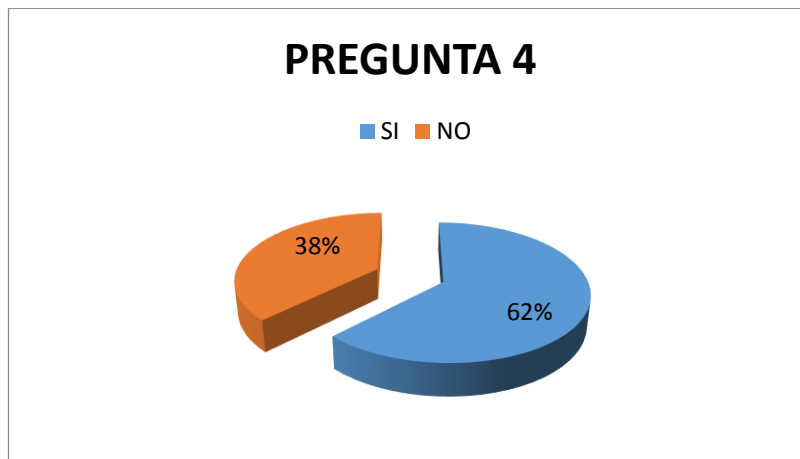
Pregunta 2: ¿En qué lugar de la planta considera que hay más contaminación sonora?



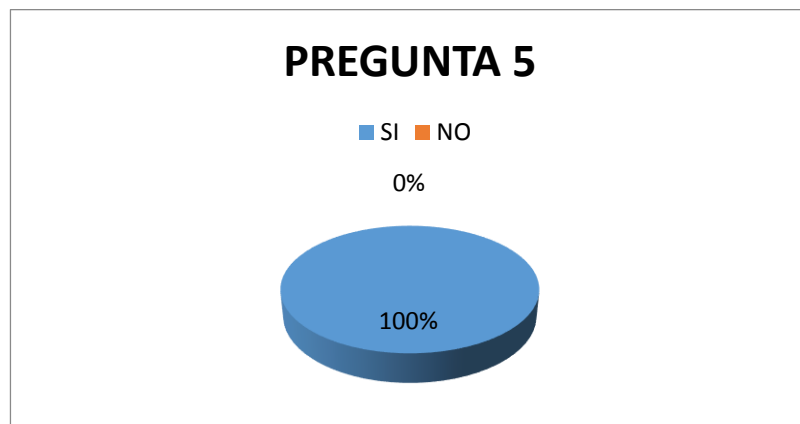
Pregunta 3: ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las bombas en planta?



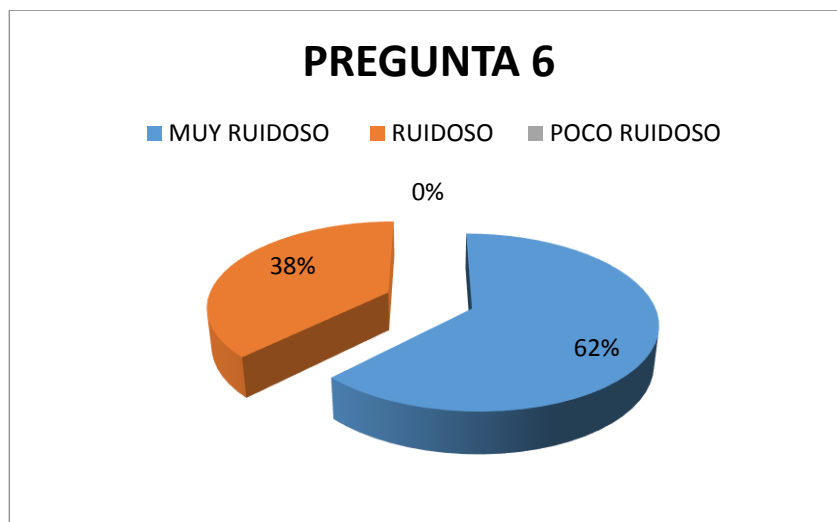
Pregunta 4: ¿Considera Ud. que el ruido es dañino para la salud?



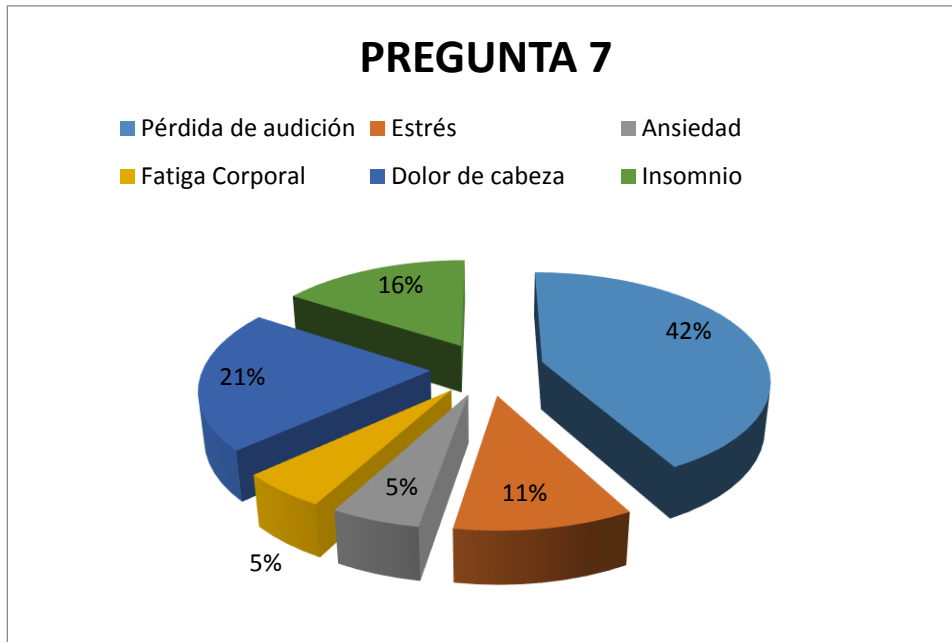
Pregunta 5: ¿Considera Ud que el ruido producido en la planta es continuo?



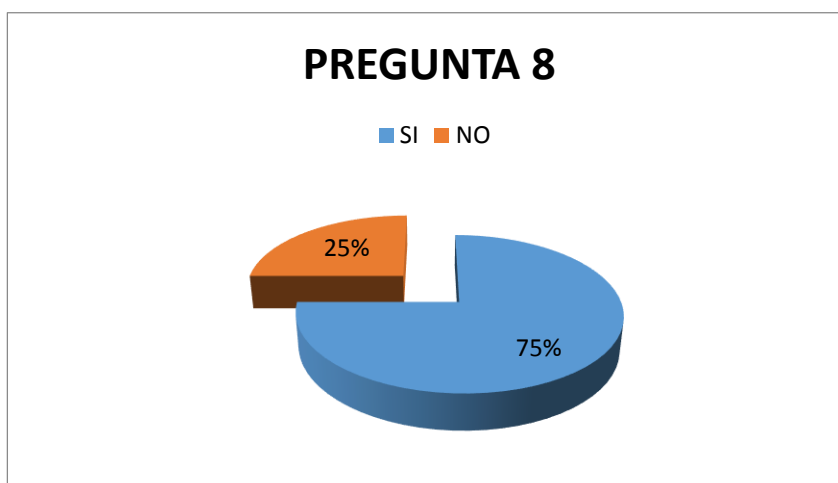
Pregunta 6: ¿Cómo califica a la zona de exposición?



Pregunta 7: ¿Cuál es el problema de salud que crees que te esté causando la contaminación sonora?



Pregunta 8: ¿Sabía Ud. que la exposición constante al ruido puede generar problemas de salud como sordera, estrés, fatiga entre otras?



Pregunta 9: ¿Tiene conocimiento de alguna norma de control del ruido laboral?



Pregunta 10: ¿Tiene conocimiento de los mecanismos de control del ruido laboral?



3.4 PUESTOS

Tabla 13. Puestos de trabajo

PUESTO	TIEMPO EXPOSICIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SUPERVISOR	3	2	0	2
LABORATORISTA	5	3	2	5
TECNICO	5	1	0	1
TOTAL				8

Para obtener los datos de la exposición se realizó una medición con sonómetro clase II, en cada una de las áreas donde el personal pasa la mayor parte de su tiempo y tiene presente el ruido en el rango de frecuencias que se midió.

De los datos obtenidos tanto de la medición como de la encuesta se puede observar que la exposición en el área de No Catalíticas es alta para el tiempo de exposición que se tiene, que existe cierto desconocimiento de los otros efectos que se generan a raíz de ésta exposición y de la normativa para manejar este tipo de riesgo.

Según los puestos la exposición varía, dependiendo también de los requerimientos del proceso en planta ya que existen trabajos adicionales a los rutinarios como son mantenimiento de bombas o reposición de sosa, en estos casos la exposición se extiende y en la media mañana puede llegar a las 4 horas continuas.

3.5 APLICACIÓN PRÁCTICA

PROPUESTA DEL PLAN DE PREVENCIÓN DE PÉRDIDA DE AUDICIÓN (PPPA)

3.5.1 Programa de Prevención de Pérdida Auditiva (PPPA)

El ruido que induce a la pérdida de audición puede ser reducido o eliminado muchas veces, a través de la aplicación exitosa de los programas de prevención de pérdida de audición (PPPA). Un exitoso programa de prevención de pérdida de audición beneficia a la empresa y a los trabajadores afectados.

Los empleados están a salvo de discapacidades auditivas y la evidencia sugiere que pueden experimentar menos fatiga y mejorar la salud en general. Por su parte, la empresa se beneficia

de la reducción de los gastos médicos, costos de indemnización laboral y en la reducción del ausentismo; en algunos casos puede haber mejora de la moral y la eficiencia en el trabajo.

A continuación, se desarrolla un programa de prevención de pérdida auditiva como propuesta para ser implementado en la unidad de No Catalíticas I y II de la REE.

Las actividades a realizar dentro del programa son:

- Medición
- Sensibilización
- Capacitación
- Vigilancia de la salud

3.5.2 Objetivos del programa

1.2.30 Mantener las condiciones de salud auditiva y por ende mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

1.2.31 Realizar mediciones periódicas de ruido en el área de No Catalíticas 1 y 2.

1.2.32 Sensibilizar a los trabajadores para prevenir pérdidas en la audición (enfermedad profesional).

1.2.33 Capacitar a los empleados sobre el factor de riesgo ruido, sus efectos sobre la salud y como protegerse.

1.2.34 Facilitar lineamientos para una correcta evaluación de la exposición a ruido y evaluaciones audiométricas a trabajadores.

1.2.35 Hacer seguimiento periódico de los trabajadores para identificar y vigilar los expuestos al factor de riesgo ruido.

3.5.3 Desarrollo del Programa

3.5.3.1 Programa de EPP

OBJETIVO

El uso de Elementos de Protección Personal (EPP) tiene como objetivo reducir la exposición a los riesgos cuando los controles de ingeniería no son factibles ni efectivos en la eliminación de la exposición.

ALCANCE

Este programa establece los requerimientos mínimos de EPP para todos los Empleados, durante el desarrollo de sus actividades cumpliendo con las disposiciones legales y según los cambios a nivel de exposición laboral (cambios en el proceso, cargo o funciones) y/o reposición adicional teniendo en cuenta la vida útil del equipo de protección personal o el deterioro temprano del mismo. Adicional, se determinan los lineamientos para la selección, evaluación de riesgos, uso, mantenimiento y disposición final del equipo de protección personal

REFERENCIAS

Este programa se ampara en las siguientes referencias:

- Norma ISO 14001: 2004 “ Sistema de Gestión Ambiental”
- OHSAS 18001:2007 “Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – Requisitos”
- Guía Técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los Equipos de Protección Individual. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo del Ministerio de Trabajo e Inmigración de España.

RESPONSABLES

Área de QHSSE: Es el responsable de:

- Seleccionar el tipo de EPP requerido de acuerdo a las actividades de la empresa y su evaluación de riesgos.
- Mantener el registro de selección de EPP por cargo.
- Gestionar la compra de EPP.
- Informar y capacitar al personal sobre el uso, forma de utilización, almacenamiento y mantenimiento de EPP.
- Entregar el EPP al personal.
- Supervisar el uso de EPP.
- Llevar un seguimiento de las necesidades de EPP.
- Gestionar la entrega de EPP para visitantes en planta.

Ingenieros de Aplicaciones: son responsables de velar por el correcto uso de los EPP del personal a su cargo según su exposición ocupacional e identificar oportunamente las necesidades de reposición y elaborar la requisición de dotación al área de QHSSE.

DESARROLLO

Si bien el uso de Elementos de Protección Personal es el último recurso en el control de riesgos, debe ser aceptado en muchas ocasiones, por cuanto éste impide que las consecuencias del riesgo hagan contacto directo con el trabajador, sin embargo el riesgo sigue presente. Es por esto que antes de controlar riesgos con este criterio, debemos agotar dos procedimientos: Control del Riesgo en su Origen o Fuente y/o Control en el Medio.

Todos los equipos de protección personal necesarios para los empleados deben ser suministrados en buen estado por Nalco Champion Technologies para asegurar la calidad y uniformidad. Los empleados pueden obtener los equipos de protección personal en el área de QHSSE.

Los Supervisores de área deben asegurar que el EPP sea usado y mantenido en una condición higiénica y confiable, a fin de proteger la salud y seguridad de los empleados.

DISEÑO

Todos los equipos de protección personal seleccionados para uso deben cumplir con las normas aplicables, códigos y regulaciones de diseño y construcción.

Todo EPP deberá ser usado de acuerdo al diseño del fabricante. No se permiten modificaciones al EPP.

DETECCION DE NECESIDADES DE EPP (Evaluación del Riesgo)

➤ **Elección de los Elementos de Protección Auditiva:** Para la elección de los Elementos de Protección Personal, se llevará a cabo las siguientes actuaciones:

- Analizar y evaluar los riesgos existentes que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por otros medios, utilizando el registro HS-RG-28 “Ficha de inventario de riegos para utilización de EPP”.

➤ **Identificación de peligros.**

Generalmente los peligros pueden tener su origen como consecuencia de la actividad realizada de alguna de las formas que se indican:

- Origen físico (**ruido**, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, etc.).

➤ **Tiempo de exposición y forma de presentación del riesgo.**

Conocer durante cuánto tiempo es preciso utilizar el EPP es un parámetro que es necesario considerar, con la finalidad de que el EPP no sea generador de otros riesgos o molestias adicionales.

➤ **Estado de salud.**

Se considerarán los posibles efectos que pueden potenciar o generar los EPP debido al estado de salud del usuario. Estos análisis se realizan en los exámenes ocupacionales anuales.

Al elegir un Elemento de Protección Auditiva, el usuario deberá verificar la conformidad del equipo elegido.

Los cambios en los requerimientos de EPP solo serán otorgados si el área de QHSSE determina que la alteración es segura. Esta resolución debe ser incluida y aprobada por el gerente regional de QHSSE y gerente de cuenta.

Se llevará una lista de verificación de EPP BImensual (HS-RG-12) a una persona al azar durante las inspecciones de QHSSE.

Con la información obtenida, el área QHSSE gestiona la compra de EPP (en caso de requerirlo)

El área de QHSSE genera la solicitud de la compra de los EPPs.

El área QHSSE recibe el EPP adquirido por compras y verifica el cumplimiento de las especificaciones respectivas de acuerdo a la solicitud realizada.

ENTREGA DE EPP

El área de QHSSE:

- Informa y capacita al personal sobre la necesidad del uso de EPP, su forma de utilización, su almacenamiento y mantenimiento.
- Entrega a cada usuario el EPP que le corresponde, quien en forma personal debe retirarlo y registrar su firma en el “Acta de Entrega-Recepción de EPP y Dotación” (HS-RG-29).
- Lleva un seguimiento a las necesidades de EPP.
- Supervisa el uso adecuado de los EPP.

NOTA: Para entregar el EPP nuevo, se debe recibir el equipo deteriorado, con la identificación del usuario.

LINEAMIENTOS DE USO

Cuando se utilice el EPP:

- Asegurarse que el EPP se ajuste adecuadamente y que permita comodidad al usarlo.
- Asegurarse que el EPP está funcionando de manera correcta. En caso de defecto, reportar el particular al jefe inmediato o al área de QHSSE.
- Cuando dos (o más) EPP se utilicen en conjunto, asegurarse que su uso combinado no reduzca su eficacia.
- Asegurarse de conocer sobre la forma de utilizar el EPP y su fin de protección previsto.
- Asegurarse del correcto almacenamiento y mantenimiento del EPP (incluyendo su limpieza periódica).

MANTENIMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE EPP

El EPP se debe mantener limpio y almacenado adecuadamente en un sitio seco. Considerar los lineamientos de mantenimiento del fabricante (si existieren), o las indicadas por el área de QHSSE.

- Para la disposición final de EPP se seguirá el procedimiento para la gestión de desechos (HS-PR-13) específicamente el apartado de Desechos peligros.

INSPECCIONES

Este programa y sus prácticas deben ser revisados periódicamente por una persona calificada para determinar si es necesario implementar prácticas adicionales, procedimientos o entrenamiento.

Se realizarán inspecciones quincenales a personal de planta, al azar, en las que se verifique que los trabajadores estén usando el EPP adecuado, para este efecto se utilizará el formato HS-RG-12 Lista de verificación de EPP.

3.5.3.2 Evaluación de la exposición a ruido

Como para cualquier riesgo de la salud, es de suma importancia determinar con precisión la naturaleza del peligro para la audición e identificar a los empleados afectados.

La caracterización exacta del riesgo de ruido presente en el puesto de trabajo y la posterior identificación de trabajadores afectados son extremadamente importantes. Estos dos elementos forman la base para las posteriores acciones en el PPPA.

El monitoreo de procedimientos debe ser específicamente definidos para asegurarse la consistencia en los resultados. La instrumentación utilizada, calibración, parámetros de medición y métodos para enlazar los resultados a la historia médica laboral deben ser

claramente delineados.

El monitoreo inicial de ruido sirve como una introducción al PPPA; estos resultados ayudan a elevar la conciencia de trabajadores y gerentes con respecto a los peligros del ruido.

La frecuencia con la cual Nalco realizará las evaluaciones de exposición a ruido, dependerá de varias variables, entre las cuales se pueden incluir:

- Intensidad del ruido.
- Cambios potenciales en la exposición debido a cambios en los equipos o procesos.
- El cambio de límites de umbral de audición notados entre trabajadores.
- Requerimientos de regulaciones gubernamentales.
- Políticas específicas de la compañía.

Después de la evaluación a la exposición inicial, el monitoreo de la exposición será repetido periódicamente por lo menos cada año para niveles de ruido iguales o mayores a 85 dB; y por lo menos cada 5 años para niveles menores a 85 dB.

3.5.3.3 Programa de Vigilancia de la Salud

OBJETIVO

Disponer de un procedimiento claro y apropiado, que contenga todas las actividades que se deben realizar en el Servicio Médico de Empresa, específicamente en lo concerniente a Salud Ocupacional, desarrollando especialmente la metodología de los exámenes ocupacionales (ingreso, periódico, y de retiro); evaluaciones post incapacidad (exámenes de reintegro); o para el apoyo en el estudio del origen de una enfermedad ocupacional.

La legislación ecuatoriana en seguridad y salud ocupacional establece la obligatoriedad de realizar estas actividades médicas, como necesarias para conocer la aptitud de un aspirante a una ocupación, el comportamiento de su salud frente a los riesgos ocupacionales, y su estado de salud al egreso de la empresa, lo que nos permite además evaluar las medidas preventivas que aplica la empresa frente a los riesgos del trabajo.

En definitiva se debe realizar la vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores y empleados, en función de los riesgos inherentes al trabajo que desempeñan, en este caso la salud auditiva debido a la exposición a ruido.

ALCANCE

Este procedimiento está dirigido a las personas involucradas en el cumplimiento de las actividades médicas, como son: Médico Ocupacional, Coordinador QHSSE, personal de RRHH, Gerente de Cuenta, todo el personal de NALCO CHAMPION.

REFERENCIAS

Este procedimiento se ampara en las siguientes referencias:

- OHSAS 18001:2007 “Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – Requisitos”
- Art. 4, Resolución 957
- Art. 16 Decreto Ejecutivo 2393
- Art. 4 y 5 del Acuerdo Ministerial 1404
- Art, 3 y 4 Acuerdo No. 461 del Ministerio de Salud Pública

RESPONSABLES

La Gerencia, Coordinador, y asistentes de HSE, Personal de Recursos Humanos, Gerentes de Cuenta.

Médico Ocupacional: elaborará e implementará el procedimiento y lo revisará periódicamente en caso necesario; capacitará al personal, y controlará la realización de exámenes por parte de los proveedores de servicios de salud.

Trabajadores: deben REALIZARSE ANUALMENTE SU EXAMEN MÉDICO OCUPACIONAL PERIÓDICO, DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DEFINIDA POR SALUD OCUPACIONAL., y CUMPLIR CON LAS RECOMENDACIONES MÉDICAS PRESCRITAS; además deberán asistir a las capacitaciones en Salud, programadas.

DESARROLLO

Exámenes médicos ocupacionales

Examen médico de ingreso (preocupacional)

a. Examen Audiológico (Audiometría):

Permite establecer los niveles de audición con los que ingresa el trabajador, para identificar cambios o pérdidas posibles en los mismos, en los exámenes periódicos y en el examen de salida.

Audiometría Base: Es la audiometría contra la cual se comparan las audiometría futuras. Siendo el ruido uno de los riesgos ocupacionales presentes en la industria petrolera, al cual se expone todo trabajador de la industria, se hace necesario conocer antes del ingreso de todo trabajador su condición audiológica, con tres fines; en primer lugar obtener una audiometría base que permita realizar comparaciones con futuras audiometrías; a la vez eximir a la compañía de

cualquier responsabilidad respecto a un daño auditivo previo al ingreso; en segundo lugar concienciar al aspirante de su condición y motivarle al autocuidado, y en tercer lugar, vigilar los niveles de audición mientras labora en la empresa.

CERTIFICADO DE REPORTE DE APTITUD FÍSICA PARA EL CARGO:

El Médico Ocupacional de la empresa, emitirá su concepto, en base al interrogatorio con el paciente y a los resultados de los exámenes médicos preocupacionales completos, en un **certificado de aptitud**, que debe ir firmado; del cual se dispondrá una copia en la historia clínica del paciente y otra copia se entregará al Departamento de Recursos Humanos. (HS-RG-32).

EXAMENES MÉDICOS PERIODICOS

Es un examen de seguimiento que se practicará a intervalos regulares a todos nuestros trabajadores, para hacer un monitoreo de sus condiciones de salud, y se realizará como mínimo una vez al año, en este caso una audiometría.

Objetivos del examen Médico Periódico:

- ✓ Valorar si el estado de salud de nuestros trabajadores, se ha afectado por la exposición a los factores de riesgo en sus puestos de trabajo.
- ✓ Definir si el estado de salud de una persona sigue siendo compatible con las condiciones de trabajo.
- ✓ Identificar a los trabajadores con un especial grado de susceptibilidad a un factor de riesgo, con el fin de definir acciones específicas de Vigilancia sanitaria.
- ✓ Evaluar la efectividad de las medidas preventivas. Cualquier alteración en el estado de salud de un trabajador con evidencia de una exposición efectiva a un

peligro para la salud, puede ser indicio de que algo está fallando en las medidas de control en Seguridad.

EXAMENES MÉDICOS DE RETIRO:

La compañía, a través de Recursos Humanos, cumpliendo la normativa legal, extenderá al trabajador la orden para la realización del examen médico de retiro; para que éste se lo realice a más tardar durante los primeros tres días después de la fecha de retiro de la empresa. A la vez notificará al Médico Ocupacional de la empresa, para que coordinando con el ex-empleado, le realice la valoración respectiva.

Básicamente busca constatar el estado de salud auditiva del trabajador a su egreso y determinar cualquier alteración, causada por el ambiente laboral, lo cual permitirá a nuestra compañía:

- A. Valorar el estado de salud-enfermedad en el que se retira de la empresa el trabajador
- B. Sustentar posibles reclamaciones por parte del ex-trabajador hacia la empresa y respaldar la defensa que la empresa debe hacer frente a las posibles reclamaciones.
- C. Evaluar la efectividad de las medidas preventivas que se hayan tomado en pro del trabajador por parte de la empresa.

La empresa en base a la normativa legal ecuatoriana, está en la obligación de ordenar el examen Médico de retiro, para lo cual debe solicitar por escrito y guardar copia firmada por el ex trabajador en la Hoja de Vida y en la Historia Clínica respectiva.

3.5.3.4 Evaluaciones audiométricas a trabajadores

Las evaluaciones audiométricas son cruciales para el éxito del PPPA, ya que es la única

manera de determinar si la pérdida de audición laboral se está previniendo.

Cuando la comparación de audiogramas muestra desplazamiento temporal del umbral (pérdida temporal de la audición después de la exposición al ruido), inicio del desplazamiento permanente del umbral, o pérdida progresiva de audición laboral, es el momento de tomar acción rápida para detener la pérdida antes de que deterioros adicionales ocurran.

Dado que la pérdida auditiva ocupacional ocurre de manera gradual y no se acompaña de dolor, el empleado afectado no notará el cambio hasta que un cambio del umbral grande ocurra. Sin embargo, los resultados de las pruebas audiométricas pueden desencadenar cambios en el PPPA rápidamente, iniciando medidas de protección y motivación a los empleados para evitar la pérdida de la audición.

OSHA y NIOSH actualmente tienen diferentes definiciones de la cantidad de cambio en la audición detectado por medio de una audiometría, cantidad de cambio que debe dar lugar a pruebas audiométricas adicionales y seguimiento.

OSHA utiliza el término Cambio del Umbral Estándar (STS “Standard Threshold Shift”) para describir un cambio promedio de 10 dB o más para las frecuencias de 2.000, 3.000 y 4.000 Hz. Al encontrar cambio del umbral estándar OSHA, ciertas acciones son requeridas, algunas de ellas son: nueva audiometría, evaluación de la adecuación de los protectores auditivos, etc.

Por su parte NIOSH utiliza el término Cambio del Umbral Significativo para describir un cambio de 15 dB o más en cualquier frecuencia de 500 a 6.000 Hz. NIOSH recomienda un audiograma de confirmación dentro de los 30 días, audiograma que se realizará precedido de un período de silencio de al menos 14 horas.

Para la máxima protección de los empleados la empresa Nalco Champion, deberá realizar a los trabajadores audiogramas en las siguientes ocasiones:

1. Pre-empleo.
2. Cada año, siempre y cuando el empleado está asignado a un trabajo ruidoso (un promedio

ponderado en el tiempo exposición igual o mayor que 85 dBA).

3. A la terminación del empleo.

3.5.3.5 Educación, Motivación y Sensibilización

La formación es un elemento crítico de un PPPA. Con el fin de obtener el apoyo sincero y enérgico por la administración y la participación activa de los empleados, es necesario educar y motivar a los dos grupos. Un programa que no de la debida importancia a la educación y la motivación es probable que fracase, porque los trabajadores no van a entender por qué deberían cooperar y a su vez la administración no mostrará el compromiso necesario.

Para lograr un entendimiento ideal de la exposición al riesgo se utilizará una campaña de sensibilización con casos reales de pérdida de audición en trabajadores expuestos a niveles de ruido por sobre los 85dB para que los empleados tomen conciencia de que el trabajo lo deben realizar tomando las precauciones del caso y cuiden de su salud auditiva ya que las lesiones producidas en el oído son irreversibles y afectarán su salud de por vida.

La empresa Nalco Champion, deberá tratar los siguientes temas en las respectivas capacitaciones:

- ✓ La finalidad y los beneficios del Programa de Prevención de Pérdida Auditiva.
- ✓ Los métodos y los resultados de la evaluación de ruido.
- ✓ El uso y mantenimiento de los tratamientos técnicos de control del ruido para reducir la exposición al mismo.
- ✓ Exposiciones a ruidos peligrosos fuera de horas laborables.
- ✓ De qué modo daña el ruido al sistema auditivo.
- ✓ Las consecuencias de la pérdida auditiva en la vida diaria.
- ✓ La elección y adaptación de protectores auditivos y la importancia de llevarlos con coherencia.

- ✓ Taller de motivación y sensibilización.

Lo ideal es que se expliquen estos temas a los trabajadores en reuniones de seguridad, disponiendo de tiempo suficiente para que planteen preguntas. En los PPPA eficaces, la fase formativa es un proceso continuo y no sólo una presentación anual, ya que el personal que implementa y controla el programa aprovecha cada día las oportunidades de recordar a los demás cómo conservar su capacidad auditiva.

3.5.3.6 Cronograma de trabajo

Corresponde a las actividades que deberá establecer la empresa, en concordancia con entidades externas o departamentos propios, con el fin de velar por la promoción y prevención de la pérdida de audición en los trabajadores.

Los talleres y capacitaciones se programarán cada 3 meses, dividiendo al grupo de trabajo y en función de las actividades solicitadas por el cliente.

Tabla 14. Cronograma PPPA

PROGRAMA	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EPP	detección	capacitación	entrega		revisión		Mantenimiento			revisión
EVALUACIÓN AUDITIVA		1ra evaluación						2da eval.		
VIGILANCIA DE LA SALUD	Audiometría 1									Audiometría 2
CAPACITACIÓN		Inducción					Reinducción			
SENSIBILIZACIÓN			Campaña 1						Campaña 2	
MOTIVACIÓN				Reconocimiento a uso correcto EPP						Reconocimiento cumplimiento mantenimiento

3.5.4 Evaluación de los costos de implementación de la propuesta

El costo total asociado a la implementación de un PPPA es un concepto esquivo y una cifra de cálculo complejo, pues no consiste únicamente en el precio que se paga al adquirir determinados instrumentos de medición, sino de los costos derivados del proceso de implementación, soporte, mantenimiento y otros asociados a garantizar el uso adecuado de la herramienta. La estructura de Costo Total busca incorporar todos los costos generados por la implementación del PPPA a lo largo de un horizonte de tiempo definido.

El costo total incluye en sí mismo un amplio conjunto de variables tanto mensurables como cualitativas. En general, se puede hablar de dos grandes grupos que reducen el conjunto de elementos que hacen parte del costo total del PPPA: en primer lugar se encuentran los costos directamente relacionados con la adquisición y/o alquiler de materiales e instrumentos para la implementación del PPPA. Referidos básicamente a los costos de capital físico, estos son, toda clase de equipos que puedan requerirse (sonómetros, dosímetros, dispositivos de protección auditiva, software, etc.), y como segundo grupo hay que referirse a los costos de soporte, asesoramiento de personal técnico calificado, capacitación, entrenamiento y todo lo necesario para garantizar que todos los actores del PPPA participen activamente en el adecuado funcionamiento del programa.

Con el objetivo de realizar la evaluación financiera de la propuesta de implementar un Programa de Prevención de Pérdida de Audición en el área de No Catalíticas I y II de la REE, se tomaron las siguientes consideraciones:

- ✓ Indemnización a trabajadores afectados por pérdida auditiva.
- ✓ Responsabilidad Patronal.
- ✓ Denuncia presentada por los trabajadores al término de sus años de trabajo (60 años) para cada uno respectivamente.

- ✓ Se asume que sí hubiera existido un PPPA la empresa no debería pagar por indemnizaciones y responsabilidad patronal; entonces, los egresos por esos rubros se transforman en ingresos.
- ✓ Tasa de actualización para el 2013, 12% según datos del Banco Central del Ecuador.

3.5.4.3 Impacto económico para la empresa por pérdida auditiva en los trabajadores

A continuación se muestra una simulación económica, que se planteó, con el objetivo de demostrar cuáles son los costos por indemnizaciones que la empresa tendría que pagar por la pérdida auditiva de los trabajadores afectados, además de la Responsabilidad Patronal. La simulación económica está basada en la Resolución No. C.D.513 REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, la misma que hace operativa las prestaciones del seguro cuando hay accidentes y enfermedades profesionales; y, en la Resolución C.D. 517 REGLAMENTO GENERAL DE RESPONSABILIDAD PATRONAL.

3.5.4.4 Indemnización a trabajadores y responsabilidad patronal por pérdida auditiva

Tabla 15. Datos del trabajador afectado

TRABAJADOR	PUESTO DE TRABAJO	OIDO	PÉRDIDA EN DECIBELES PARA FRECUENCIAS DE:				LESION AUDITIVA DIAGNOSTICADA
			500	1000	2000	3000	
			(Hz)	(Hz)	(Hz)	(Hz)	
Hector Mariño	Laboratorista	Derecho	35	40	50	45	Hipoacusia Neurosensorial Moderada
		Izquierdo	40	45	55	50	

Indemnización simulada en base a datos del trabajador:

Porcentaje de Pérdida Auditiva Bilateral

Tabla 16. Porcentaje de pérdida

FRECUENCIA (HZ)	PÉRDIDA EN DECIBELES	
	O. DERECHO	O. IZQUIERDO
500	35	40
1000	40	45
2000	50	55
3000	45	50
Promedio	42,5	47,5

Sí por cada decibel de pérdida que pase de 15 dB se aumenta 1.5%, entonces:

$$O. Derecho = (42.5 \text{ dB} - 15 \text{ dB}) * 1.5\% = 41.25\% O.$$

$$Izquierdo = (47.5 \text{ dB} - 15 \text{ dB}) * 1.5\% = 48.75\%$$

$$\text{Pérdida Auditiva Bilateral} = \frac{(5 \times 41.25\%) + (48.75\%)}{6} = 42.5\%$$

6

Considerando que el promedio mensual de remuneración base de aportación del último año fue 800 dólares americanos, la cuantía de indemnización será:

$$\text{Cuantía de indemnización} = (\$ 800 * 42.5\%) * 60 = \mathbf{20\ 400 \text{ dólares.}}$$

Preceptos para Responsabilidad Patronal:

Resolución C.D. 517 (Reglamento General de Responsabilidad Patronal)

Simulación de responsabilidad patronal por pérdida auditiva del trabajador:

Si se asume que la Unidad de Riesgos del Trabajo, determina que la enfermedad profesional fue a causa del incumplimiento y/o inobservancia de las normas sobre Prevención de Riesgos del Trabajo (REGLAMENTO GENERAL DE RESPONSABILIDAD PATRONAL)”; entonces:

$$RP \text{ total} = T * r * X_t + 0.5 SBU$$

$$RP \text{ total} = 25700 + 800 = \mathbf{26500 \text{ dólares}}$$

Donde:

RP_{total} : Responsabilidad Patronal Total.

FD_k : Fecha límite de pago del aporte "k".

FP_k : Fecha de pago del aporte "k".

t : Número de aportes pagados en mora.

T : Máximo valor de las diferencias entre la fecha de pago y la fecha límite de pago de los aportes cancelados extemporáneamente después del siniestro, toda fracción será considerada como un mes para efectos del cálculo.

$$T = \max\{FP_k - FD_k : k \in \{1, 2, \dots, t\}\}$$

r : 3 veces la rentabilidad anual mensualizada del BIESS.

X_t : Es el monto total del aporte al seguro del tiempo adeudado.

$$X_t = \sum_{k=1}^t x_k$$

x_k : Es el aporte "k" no pagado, $k = \overline{1, t}$

SBU = Salario Básico Unificado a la fecha de liquidación.

Si a consecuencia de las investigaciones realizadas por las unidades de Riesgos de Trabajo, se determinare que el accidente o la enfermedad profesional u ocupacional ha sido causada por incumplimiento y/o inobservancia de las normas sobre prevención de riesgos del trabajo, se cobrará el valor de la prestación otorgada multiplicada por la sumatoria de los porcentajes establecidos en la tabla anexa, de acuerdo al resultado de la investigación del siniestro, que genere el número de incumplimientos por tipo de causalidad y de conformidad al Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

TIPOS DE CAUSALIDAD	NÚMERO DE CAUSAS INCUMPLIDAS		
	1 A 10	11 A 20	21 Ó MÁS
CAUSAS DIRECTAS	23,92%	47,85%	83,73%
CAUSAS INDIRECTAS	1,20%	2,39%	12,68%
CAUSAS BÁSICAS	3,59%	N/A	N/A

$$\text{Cuantía Adicional} = \$26500 * 27.51\% = 7290 \text{dólares}$$

$$\text{RESPONSABILIDAD PATRONAL TOTAL} = \$ 26500 + \$ 7290 = \underline{\underline{33790 \text{dólares}}}$$

Esta cifra no incluye los gastos médicos ni personales, que pueden ser de

aproximadamente \$1500 por un audífono y unos \$300 por baterías al año. Además, los datos de la indemnización laboral subestiman la verdadera frecuencia de la enfermedad ocupacional. Solo representan “la punta del iceberg”.

Tabla 17. Costo – Beneficio del Programa de Control Auditivo

PROGRAMA		IMPLEMENTACIÓN, días	COSTO, \$	BENEFICIO
EPP	SELECCIÓN	15	3000	Tener EPP en base a los requerimientos del lugar donde se va a laborar.
	ENTREGA	1	3000	El trabajador posee los EPP necesarios para su labor.
	REPOSICIÓN	1	2000	El empleado siempre mantendrá EPP en buen estado para su protección.
VIGILANCIA DE LA SALUD		30	5000	Con el plan de vigilancia tendremos un seguimiento del estado de salud de los empleados.
SENSIBILIZACIÓN		15	2000	Los empleados vivirán experiencias que los ayuden a entender los riesgos de perder la audición por la exposición a la que se someten.
CAPACITACIÓN		15	3000	Los empleados tendrán mayor conocimiento y capacidades.
TOTAL			<u>18000</u>	En comparación con el costo de una enfermedad laboral como la hipoacusia, el costo es relativamente menor.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

- Mediante el presente estudio se realizó la evaluación de ruido en los trabajadores que brindan el servicio de tratamiento químico en el área de No Catalíticas de la Refinería Esmeraldas, donde se pudo observar que los trabajadores que laboran en ésta área están expuestos a niveles de ruido por sobre los límites de la legislación vigente en el Ecuador.
- El ruido tiene un impacto importante en la salud de las personas, no sólo se puede producir una hipoacusia sino también afecta en la parte emocional de las personas generando fatiga, trastornos de sueño, desórdenes alimenticios, problemas cardiovasculares, por tanto, medidas para su control reducirían de manera importante estos factores de riesgo, a la vez que aumentarían la calidad de vida y la salud de los trabajadores.
- La pérdida auditiva inducida por ruido afecta principalmente la capacidad del individuo para interactuar tanto en el trabajo como socialmente, impactando directamente en su calidad de vida, ya que, induce dificultades permanentes en la comunicación, en las relaciones interpersonales, provocando aislamiento social que para la empresa significa una fuerte indemnización.
- Se realiza un plan de control auditivo, debido a que los trabajadores están expuestos a un riesgo elevado por exposición a ruido laboral, ya que las condiciones en las plantas de crudo 1 y 2, lo que se busca es proteger a los trabajadores de esos niveles

alarmantes de ruido y prevenir una posterior enfermedad laboral que resultará muy elevada para la empresa adicional a los daños colaterales por exposición a ruido en el área.

- Con la finalidad de demostrar el impacto económico para la empresa por la pérdida auditiva en los trabajadores, se realizó una simulación en base a la suposición de que un trabajador con pérdida auditiva es indemnizado bajo la resolución No. C.D.513 “REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO” y la Resolución C.D. 517 “REGLAMENTO GENERAL DE RESPONSABILIDAD PATRONAL”; resultando una responsabilidad patronal por un trabajador que correspondería a la suma de 33.790 dólares.
- Se estudió cuál sería el costo-beneficio de aplicar un programa para prevenir enfermedades auditivas y generar en la empresa un ahorro significativo dentro del área de seguridad y que posteriormente se lo pueda replicar para otros riesgos y en cualquier industria.

4.2 Recomendaciones

- Con el fin de precautelar el deterioro auditivo de los trabajadores promover la implementación de los diferentes programas expuestos en la propuesta de control.
- Realizar una programación de tiempo definido para el mantenimiento preventivo de las máquinas y/o equipos que se utilizan para el tratamiento de petróleo en el proceso de No Catalíticas; debido a que la falta de

mantenimiento preventivo es una de las razones fundamentales para que existan niveles altos de ruido.

- Exigir y controlar el uso adecuado de los medios de protección auditiva en los trabajadores con exposición elevada al ruido.
- Para asegurar que la protección ofrecida por los protectores auditivos sea efectiva, éstos deben ser utilizados todo el tiempo que el trabajador se encuentra en un ambiente de ruido nocivo.
- Se hace necesario el estricto cumplimiento de los Exámenes Médicos Preventivos a los trabajadores de esta industria, incluyendo las pruebas audiométricas. Es indispensable la educación del personal en temas de salud preventiva para concientizar el adecuado uso de protectores auditivos..
- Las audiometrías deben ser realizadas con mayor frecuencia en el personal debido a la exposición que existe ya que es muy elevada, considerar rotar al personal y reducir el tiempo de exposición en cada área.
- Realizar dosimetrías a los trabajadores con mayor riesgo de exposición, para tener una idea más clara de la misma ya que es un dispositivo que nos ayuda a cuantificar el nivel de ruido por cada actividad que se realiza.

BIBLIOGRAFIA

Mathers, Smith, Concha, 2000 En: Zahnert, 2011; Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2012

Prudente, F. Andrade, E. (2006).Goelzer, B. Hansen, C. & Sehrndt, G. (2001).

Instructivo para la aplicación del D.S. N°594/99 del MINSAL, título IV, párrafo 3° agentes físicos ruido. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Jadid, K. Klein, U. & Meinke, D. (2011)

Otálora Merino F, Otálora Zapata F, Finkelstein Kulka A. (2006). Ruido laboral y su impacto en la salud. *Ciencia & Trabajo*, 8-20.

Falagan Rojo, M. J., Canga Alonso, A., Ferrer Piñol, P., & Fernández Quintana, J. M. (2000). Manual básico de prevención de Riesgos Laborales. Asturias: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.

Comellas C. y otros. Riesgos a la exposición al ruido en la industria azucarera. *Revista Cubana Higiene-Epidemiología*, 20:2, Abril-Junio, 1982. Resolución 390.

MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía Manuel Jesús Falagán Rojo Arturo Canga Alonso Pedro Ferrer Piñol José Manuel Fernández Quintana, 2000

MAPFRE, F. (1996). Manual de Higiene Industrial. España: MAPFRE S.A. Ministerio de Salud. (s.f.).

Cyril, M. H. (1995). Manual para el control del Ruido. Madrid, España: McGrawHill.

Cortés Barragán, R., Maqueda Blasco, J., Ordaz Castillo, E., Asúnsolo del Barco, Á., Silva Mato, A., Bermejo García, E., & Gamo González, M. (2009). Revisión sistemática y evidencia sobre exposición profesional a ruido y efectos extra-auditivos de naturaleza cardiovascular. *Scielo*, 28- 55.

IESS D.E.-2393, REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO 1986, p.28

Rs. C.D. 513. REGLAMENTO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, 2016. p. 46

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (06 de Enero de 2014). Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería (ISO 9612:2009, IDT). Ecuador: INEN.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1988). NTP 193: Ruido: vigilancia epidemiológica de los trabajadores. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1991). NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica. Obtenido de www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas

D. Ferran Tolosa Cavaní, Efectos del Ruido Sobre la Salud, Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares, 2003.

Carlos Oliver, Artículo Sobre el Ruido en el Trabajo. 3 M^a del Carmen Martínez, Efectos del Ruido por Exposición Laboral, Escuela de Medicina José M^a Vargas, U.C.V, Caracas, Venezuela, 1995.

Organización Internacional del Trabajo (OIT), La Salud y la Seguridad en el Trabajo: Colección de Módulos- El Ruido en el Lugar de Trabajo, Turín, 1999.

Criterios de Salud Ambiental- El Ruido, Organización Mundial de la Salud, EUA, 1980.

INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (DECISIÓN 584).

REGLAMENTO AL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD
(RESOLUCIÓN 957).

CÓDIGO DE TRABAJO, TITULO IV DE LOS RIESGOS DE TRABAJO.

REGLAMENTO GENERAL DE RESPONSABILIDAD PATRONAL (RESOLUCION No.
C.D.517).

ANEXOS

ANEXO1. Características sonómetro



Especificaciones técnicas

Rango automático	30...130 dB
Rangos manuales	30...80 dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB
Resolución	0,1 dB
Precisión	± 1,4 dB
Mostrar actualización	cada 0,5 s
Frecuencia	31,5 Hz...8k Hz
Logger de datos	32.000 puntos
Valoración	A, C
Pantalla	gran pantalla LCD con gráfico de barras
Temperatura operativa	0 -40 °C, <80 % H.r.
Alimentación	batería de bloque de 9 V (para aprox. 30 h en uso continuo) o a través del adaptador de red para mediciones prolongadas
Dimensiones	265 x 72 x 21 mm
Norma	IEC 651 tipo II (clase II)

ANEXO2. Certificado de calibración sonómetro

CES	<h2>DECLARATION of Conformity</h2> <p>Registration No. - STS111104363</p>	
◆	<p>Applicant : Tatan Talista Experimental Equipment Service Center</p> <p>Address : South of Hoochang Road, Zhoudian Office, Dajiyao District, Tai'an City, Shandong Province, China</p> <p>Product : Common Rail Test Bench</p> <p>Model No. : TLD-CRS105, TLD-CRS1000, TLD-CRS2050, TLD-CRS300, TLD-CRS600, TLD-CRS800</p> <p>Rating : AC 380V, 3Φ, 50Hz, Max. 60KW</p> <p>Trademark : </p>	
◆	<p>The submitted products have been tested by us with the listed standards and found in compliance with the following European Directives:</p> <p>The Low Voltage Directive 2006/95/EC EN 60204-1:2006+A1:2009</p>	
◆	<p>The tests were performed in normal operation mode, the test results apply only to the particular sample tested and to the specific tests carried out. This certificate applies specifically to the sample investigated in our test reference number only.</p> <p>The CE markings as shown below can be affixed on the product after preparation of necessary technical documentation.</p> <p>Other relevant Directives have to be observed.</p>	
◆	<p>CE Certified By  Manager November 18, 2011</p>	
◆	<p>Shenzhen Certification Technology Service Co., Ltd. 2F, Building B, East Area of Nanhang Second Industrial Zone, Guohu 2nd Road, Bao'an District, Shenzhen 518126, P.R. China Website: http://www.cesst.com Email: service@cesst.com</p>	

ANEXO3. GUIA PARA LA MEDICIÓN CON SONOMETRO

1. Revisar el estado de las baterías del equipo.
2. Calibrar y operar los equipos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se debe calibrar el equipo antes y después de cada evaluación. No se deben presentar variaciones entre la calibración inicial y la final; si esta es mayor a 2 dB se debe descartar la medición.
3. Se debe definir la duración de la evaluación. En el caso de ruido continuo se debe realizar durante toda la jornada laboral definida en número de horas. En caso de ruido de impactos se debe definir el número de impactos, el tipo de fuente generadora del impacto y el tiempo de exposición.
4. Las mediciones se tomarán cerca del oído de la persona expuesta, ubicando el dosímetro en el hombro o pegado al cuello o en el lado de la persona más cercano a la fuente sonora.
5. Definir los aspectos técnicos del dosímetro tales como: Umbrales de detección máximo y mínimo, y nivel de criterio (en este caso 85 dB).
6. Instruir al personal sobre el propósito de este monitoreo, de las precauciones y cuidados que se deben tomar.

ANEXO 4. ENCUESTA


ENCUESTA SOBRE RUIDO LABORAL EN REFINERIA ESMERALDAS PARA TRABAJADORES DE TRATAMIENTO QUÍMICO EN EL ÁREA DE NO CATALÍTICAS.

COLOQUE UNA X EN LA RESPUESTA SELECCIONADA


PREGUNTAS				
Pregunta 1: ¿Considera Ud. al ruido un tipo de contaminación que afecta la calidad de vida?		SI		NO
Pregunta 2: ¿En qué lugar de la planta considera que hay más contaminación sonora?		PLANTA		LABORATORIO
Pregunta 3: ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las bombas en planta?		MUCHO		POCO
Pregunta 4: ¿Considera Ud. que el ruido es dañino para la salud?		SI		NO
Pregunta 5: ¿Considera Ud. que el ruido producido en la planta es continuo?		SI		NO
Pregunta 6: ¿Cómo califica a la zona de exposición?		RUIDOSO		MUY RUIDOSO

Pregunta 7: ¿Cuál es el problema de salud que crees que te esté causando la contaminación sonora?	Pérdida de audición	Estrés	Ansiedad	Fatiga Corporal	Dolor de cabeza	Insomnio
Pregunta 8: ¿Sabía Ud. que la exposición constante al ruido puede generar problemas de salud como sordera, estrés, fatiga entre otras?		SI			NO	
Pregunta 9: ¿Tiene conocimiento de alguna norma de control del ruido laboral?		SI			NO	
Pregunta 10: ¿Tiene conocimiento de los mecanismos de control del ruido laboral?		SI			NO	

**ANEXO 5. REGISTRO DE ASISTENCIA A CHARLAS, INDUCCIONES,
CAPACITACIONES, ENTRENAMIENTOS, REUNIONES.**

 <small>An Ecolab Company</small>		REGISTRO DE ASISTENCIA A INDUCCIONES, CHARLAS, CAPACITACIONES, ENTRENAMIENTOS, REUNIONES		Fecha de Revisión: 2011-02-23	
		CODIGO: HS-RG-15		Revisión: 01	
TOPICO:		INDUCCION:			
DURACION:		CHARLA:			
LOCACION:		CAPACITACION:			
EXPOSITOR:		ENTRENAMIENTO:			
FIRMA EXPOSITOR:		REUNION:			
OTROS:					
FECHA: (aaaa-mm-dd)	NOMBRE	No. CEDULA	COMPAÑÍA	FIRMA	
OBSERVACIONES y/o CONCLUSIONES:					

ANEXO 6. REGISTRO DE INSPECCIÓN DE EPP

 	INSPECCIÓN DE EPP		Fecha de revisión: 2018-01-28		
	HS-RG-12		Revisión: 00		
Fecha:	Área y persona Auditada:		Inspeccionado por:		
DETALLE			CONFORME	NO CONFORME	<u>N/A</u>
Los protectores auditivos están siendo utilizados.					
Los protectores auditivos están en buen estado.					
Los protectores auditivos están limpios.					
Los protectores auditivos están siendo reemplazados en caso de daño.					
Los protectores auditivos están siendo almacenados adecuadamente.					
OBSERVACIONES:					