

IMPACTO AUDITIVO Y FISIOLÓGICO EN EL TRABAJADOR CAUSADO POR RUIDO A BAJA FRECUENCIA GENERADO EN UNA PETROLERA

Camilo Hernando Parra Castro

*Universidad San Buenaventura
Bogotá D.C., Colombia*

Ing.camiloparra@hotmail.com

ABSTRACT

For the hearing impaired parameters are created, rules, resolutions and recommendations, which give the maximum noise level and permissible exposure duration based on the weighting scale of Fletcher and Munson founded in 1931. The global industry including Colombia has machinery that performs tasks that use a lot of strength and energy, which as a result significantly exceeds the SPL levels of the weighting curve A. This effect is more noticeable at low frequencies.

This paper will seek to raise awareness and reflect on the current problems show the need for new strategies for measuring noise from machinery or anything else that this large amount of energy to low frequencies.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto analiza el ruido presente en las zonas de descanso de la industria petrolera Colombiana, haciendo énfasis en las frecuencias bajas, y como afectan directa e indirectamente al trabajador, buscando posibles daños a la salud.

Las frecuencias bajas pierden apreciación en las mediciones por el filtro de ponderación A. Si bien el filtro describe el oído, este no siempre percibe el sonido de esta forma, por lo que dado caso que la fuente de ruido contenga mayor energía en las frecuencias bajas que en las altas, se estará quitando gran cantidad de información.

Se hizo uso del sonómetro en ponderación LIN (sin filtro), con el objetivo de determinar el nivel real de las bajas frecuencias y en ponderación A, para compararlo con las resoluciones.

Se quiere concientizar al lector de lo necesario que son las mediciones de ruido en áreas de descanso dentro de una petrolera y a su vez realizar un análisis más profundo del ruido en bajas frecuencias.

II. AFECCIONES POR BAJAS FRECUENCIAS

Las afecciones que se producen por bajas frecuencias a niveles inferiores de 140 dB y que tienen mayor probabilidad de presentarse en los trabajadores a partir de las mediciones realizadas son:

1. Estado de desconciencia propia y del ambiente.
2. Interferencia en la comunicación
3. Reducción del rendimiento en actividades mentales
4. Somnolencia y dolor de cabeza
5. Grado de fatiga subjetiva después del trabajo

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE LA MEDICIÓN

La petrolera Campo Rubiales, Meta está dividida por sectores: Cluster de extracción, tratamiento petrolero, sistema de generación eléctrica, lugar de descanso y alimentación, entre otros, los cuales comprenden más de 25 empresas.

El lugar de descanso conocido como “barracas” el cual está conformado por 3 plantas eléctricas, 15 casetas, cada una de ellas habitan un máximo de 24 trabajadores y baños por la misma cantidad de casetas.

La medición se realizó en horas de la noche de 9:00pm a 11:00pm.

El problema de ruido que se detectó es generado por las plantas eléctricas las cuales se encontraban a 9 metros de la caseta N

Dentro de la caseta N se realizaron tres mediciones en diferentes puntos para detectar los niveles de ruido dentro de esta.

IV. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADO EN LA MEDICION

- El sonómetro utilizado es marca RION NA-27 el cual es integrador y cuenta con micrófono clase 1.
- El procedimiento de medición fue de acuerdo a las recomendaciones de la resolución 8321, con mediciones de tiempos de 15 minutos por punto, a una altura de 1,5mts, en ponderaciones A y Flat, y constante de integración SLOW.

V. PUNTOS Y DATOS DE LAS MEDICIONES

Las mediciones realizadas en el lugar de descanso se realizaron en cercanías de las plantas eléctricas encontradas a un distancia aproximada de 10 mts. De la primera caseta de descanso.

La figura describe los puntos de medición al exterior de la caseta.

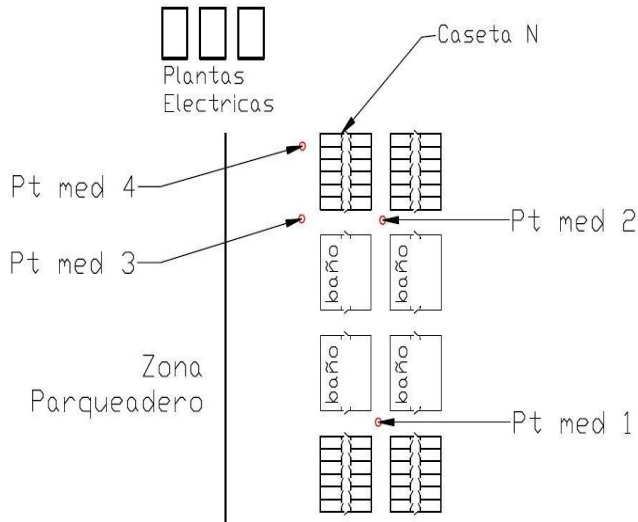


Figura 1. Puntos de medición

La figura describe los puntos al interior de la caseta N la cual es la mas cercana al ruido producido por las plantas electricas.

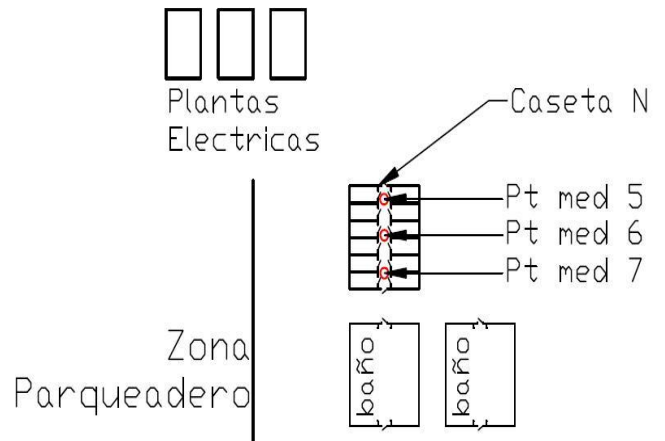


Figura 2. Puntos de medición interior caseta N

Los niveles arrojados por el sonómetro en ponderaciones A y Lin se muestran a continuación con la respectiva diferencia entre ellos para las mediciones tanto del interior como del exterior

LUGAR	LIN [dB]	A [dBA]	Diferencia [dB]
EXTERIOR			
Punto de medicion 1	75,9	58,3	17,6
Punto de medicion 2	77,1	59,4	17,7
Punto de medicion 3	84,8	67,5	17,3
Punto de medicion 4	86,6	70,2	16,4
INTERIOR			
Punto de medicion 5	75	54,4	20,6
Punto de medicion 6	73,3	52,4	20,9
Punto de medicion 7	75,2	54,5	20,7

Tabla 1. Diferencia de niveles sin penalización

Estos datos deben ser penalizados de acuerdo a la resolución 0627 por el gran contenido e frecuencias bajas, obteniendo los datos de la siguiente forma

LUGAR	LIN [dB]	A [dBA]	Diferencia [dB]
INTERIOR			
Punto de medicion 5	75	62,4	12,6
Punto de medicion 6	73,3	60,4	12,9
Punto de medicion 7	75,2	62,5	12,7

Tabla 2. Diferencia de niveles con penalización

Los niveles para frecuencias bajas al interior de la caseta N muestran un claro comportamiento del ruido presente el cual presenta dos picos fuertes a la frecuencia de 16 y 100 Hz

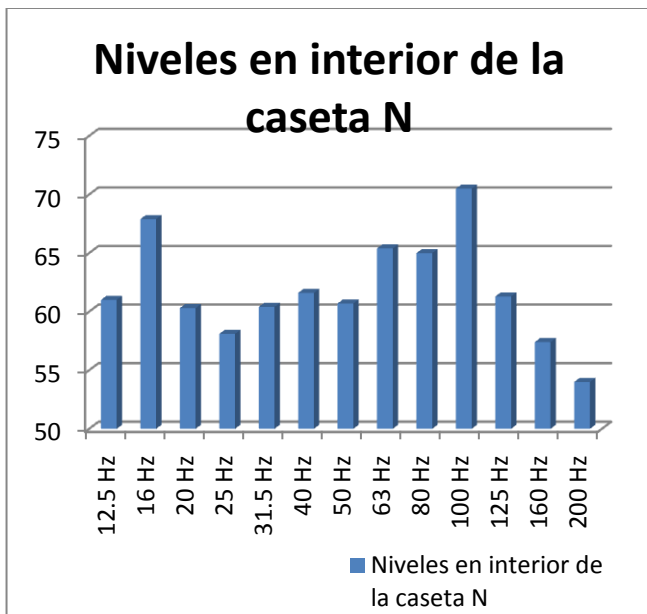


Tabla 3. Espectro de niveles de las frecuencias bajas

Estas características también se obtienen en la grabación realizada en el lugar

VI. GRABACIÓN

El objetivo de esta grabación es dar una muestra del ruido presente, además de realizar una prueba con un grupo de personas las cuales se expondrán a este ruido en sus lugares de descanso y horas de sueño, la prueba consiste en realizarles una encuesta de cómo les afecto el ruido y tener así una apreciación de una persona que oye por primer vez este sonido.

Al realizar la grabación se utilizó:

- interfaz de audio marca M-Audio.
- micrófono de medición marca dBX.
- Computador portátil.
- La grabación se realizó a una frecuencia de muestreo de 48KHz y una resolución de 24bits.

El micrófono se ubicó en la entrada de la caseta N, esto por ser la más cercana a las plantas eléctricas, lo que hace que los trabajadores que descansen en esta caseta sean los más afectados por el ruido.

La grabación se realizó por un tiempo de una hora y treinta minutos (1h, 30min) en un horario en que la mayoría de los trabajadores esta descansando.

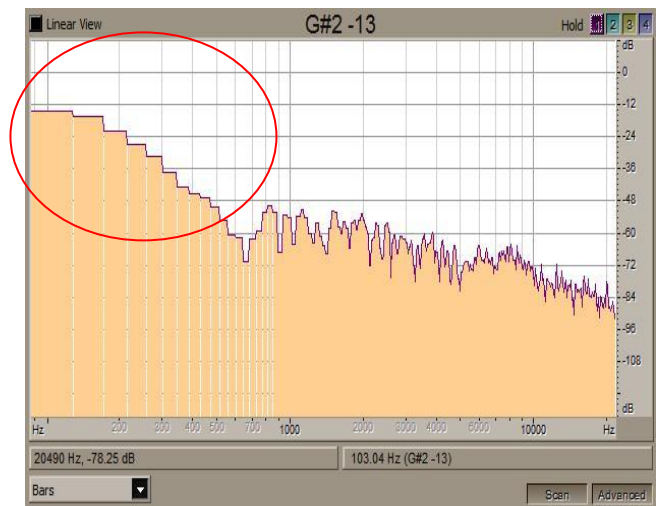


Figura 3. Espectro de niveles en grabación

El comportamiento del ruido de las plantas eléctricas se compone principalmente por las frecuencias de 80Hz a 100Hz, con un pico en 90Hz, este ruido se presenta de manera variable en su intensidad, convirtiéndolo en una especie de zumbido.

VII. ENCUESTA TRABAJADORES

Se realizan encuestas para detectar en los trabajadores los posibles síntomas que pueden presentar por el ruido producido por las plantas eléctricas cercanas al lugar de descanso.

Finalmente se decide tener en cuenta las opiniones de los trabajadores que descansan en la caseta N esto por ser los mas propensos a las afecciones producidas por el ruido.

Presencia de la molestia	No personas	%
despertar durante la noche	2	33,3
presion en el oido	3	50,0
estrés el dormir	2	33,3
estrés al despertar	3	50,0
cansancio al levantarse	4	66,7
TOTAL	6	100

Tabla 4. Porcentajes de trabajadores afectados por molestias

Comparando los porcentajes de los afectados de la caseta N y el total de los trabajadores encuestados confirman enfermedades causadas por el ruido.

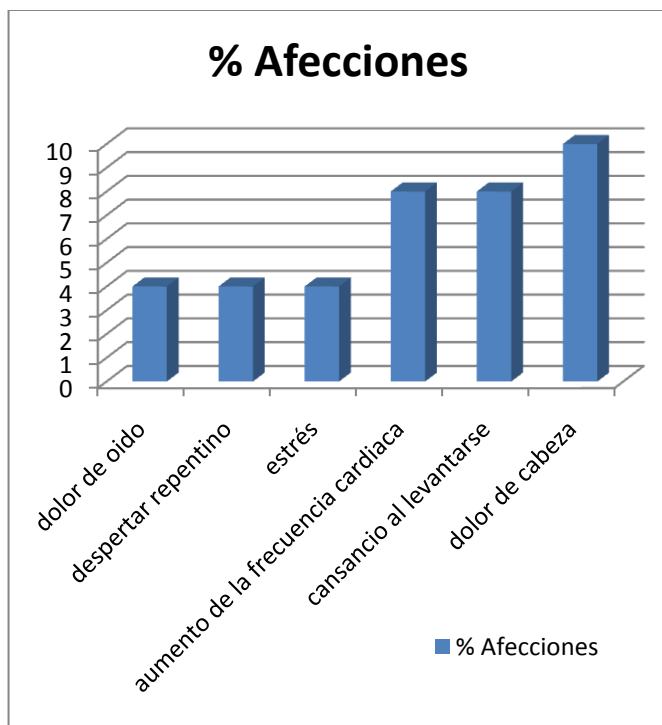


Tabla 5. Porcentajes de trabajadores afectados en el total de la muestra

VIII. ANALISIS ESTUDIOS CON GRABACIÓN

Para complementar el estudio realizado con las encuestas a los trabajadores, se realizó un estudio a un grupo de 12 personas, las cuales se les colocó el ruido grabado en su lugar de descanso. Esta reproducción del ruido se realizó por 6 horas y 30 minutos en las horas de la noche.

A la mañana siguiente de la exposición al ruido se realizó una encuesta con las mismas características realizada a los trabajadores

Las personas presentan edades entre los 19 y los 52 años, para un promedio de 34 años.

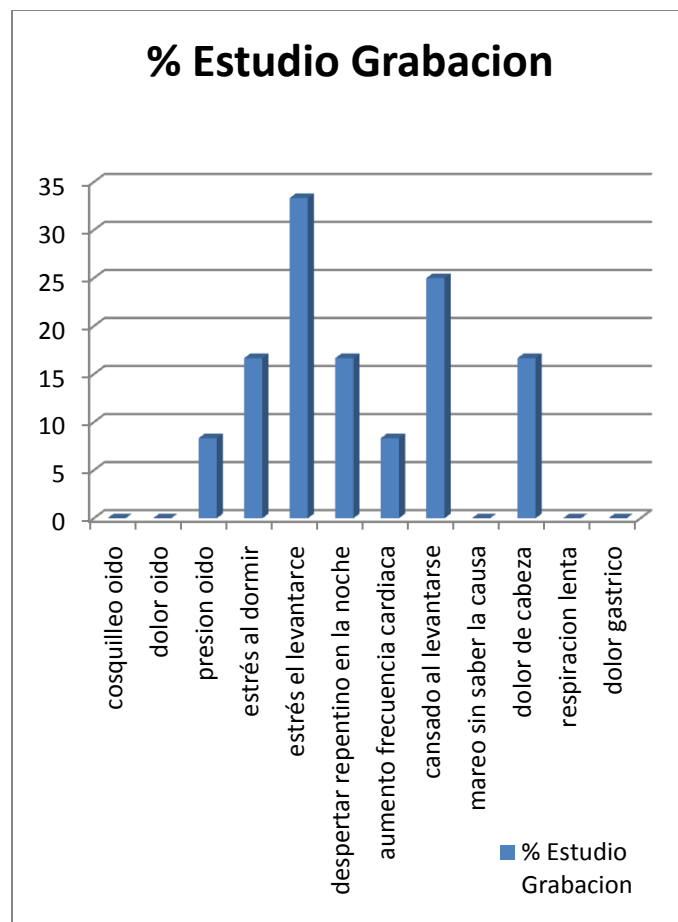


Tabla 6. Porcentajes de afectados en el grupo de estudio con grabación

La afección más fuerte en el grupo de estudio fue el estrés al levantarse, esto por la sensación de enojo, y cansancio. Concordando con la siguiente afección con el porcentaje más alto que es cansancio al levantarse.

De las afecciones con los porcentajes más bajos se presentó, estrés al dormir, y despertar repentino en la noche, seguido por presión en el oído y aumento de la frecuencia cardiaca por despertar el despertar repentino.

IX. CONCLUSIONES

De acuerdo a la comparación realizada entre los niveles necesarios para que las afecciones por frecuencias bajas se produzcan y las mediciones realizadas en el lugar de descanso, se encontró que las afecciones como estrés, reducción del rendimiento en actividades mentales, somnolencia, dolor de cabeza y fatiga corporal, son las que tienen mayor probabilidad de producirse en los trabajadores.

Según el análisis la presencia de frecuencias bajas es lo suficientemente fuerte que llega a mostrar una diferencia de 12,7dB entre las ponderaciones A y C por lo que es necesario un ajuste de penalización a la ponderación A. además la medición en ponderación Lin se encuentra 17.5dB sobre la ponderación A, demostrando toda la información que se está quitando en un estudio de este tipo. El nivel continuo equivalente de 62,5dBA supera lo recomendado por la resolución 0627 para las zonas de tranquilidad como lugares de descanso.

El bajo porcentaje de afectados según la encuesta es debido al nivel moderado de ruido para las casetas más alejadas de las plantas eléctricas donde no se está superando lo recomendado por la resolución 0627, pero en el caso que se tomara solamente las opiniones de los trabajadores que descansan en la caseta más cercana a la fuente de ruido, el porcentaje aumenta considerablemente llegando a un 50% de personas con afecciones de presión en el oído, estrés al levantarse y un 66% que sufren de cansancio muscular al levantarse. Esto quiere decir que a un nivel de ruido más fuerte se estaría afectando a mayor cantidad de personas, o habría mayor cantidad de afecciones ya que se tendría más percepción del ruido presente.

La costumbre al ruido es otro factor importante en el bajo porcentaje de afectados, con la prueba realizada al grupo de personas expuestas al ruido grabado se determino que más del 25% de los encuestados presento estrés y cansancio al levantarse, acompañado de dolor de cabeza en un 15%. Estas afecciones coinciden con las encontradas en los trabajadores dando un indicio que estas pueden ser causadas por el ruido presente. Claro está que no es posible asegurar que las molestias sean únicamente por el ruido ya que no son fácilmente detectables debido a que sus sensaciones son principalmente subjetivas además que también se presentan por otros factores como el calor, la rutina, el encierro, problemas personales, o problemas de salud crónicos.

Las empresas del sector industrial, piden a las aseguradoras de riesgos profesionales realizar mediciones de ruido dentro de sus instalaciones, las empresas dentro de la petrolera realizan este proceso, asegurándose que los niveles de ruido se mantengan dentro de lo recomendado por la resolución, esto en los lugares de trabajo pero para los lugares de descanso el proceso de medición de ruido parece no tener ninguna recomendación. Para el caso de una petrolera donde el trabajador realiza turnos de 21 días en campo y 7 días fuera de este, es necesario crear una medida que haga el seguimiento a las condiciones de ruido dentro del campo petrolero, es decir tanto en el lugar de trabajo, como lugares de alimentación, dispersión y descanso; asegurando que las condiciones del trabajador durante sus 21 días en campo sean favorables para su salud en todo momento en cuanto a niveles de ruido se trata.

REFERENCIAS

TIM SOUTH, Managing Noise and vibration at work, 2004

OMS. Normativa para ruido,

Ministerio de salud “Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983”

Ministerio de salud “resolución 0627 del 7 de abril de 2006”

JUAN RICARDO MANCERA. Seguridad y salud en el trabajo LTDA

LUIS TAFUR. “Protocolo de medición de ruido de baja frecuencia basado en los efectos del mismo en el ser humano” Tesis Universidad San Buenaventura, 2005

**IMPACTO AUDITIVO Y FISIOLÓGICO EN EL TRABAJADOR CAUSADO POR
RUIDO A BAJA FRECUENCIA GENERADO EN UNA PETROLERA**

CAMILO HERNANDO PARRA CASTRO

Proyecto de grado

Ing. Raúl Henrique Rincón (director programa ingeniería de sonido)

Ing. Luis Fernando Hermida (tutor del proyecto)

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA DE SONIDO

BOGOTÁ D.C.

2011

CONTENIDO

	Pág.,
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	15
2. METODOLOGIA	16
2.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2 TECNICA DE RECOLECCIÓN DE IFORMACIÓN	16
2.3 HIPÓTESIS	17
3. LINEA DE INVESTIGACIÓN	18
4. MARCO DE REFERENCIA	19
4.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL	19
4.1.1 TIPOS DE RUIDO	19

4.1.2 SALUD OCUPACIONAL	20
4.1.3 CONDICIONES POR RUIDO SEGÚN LA OMS	21
4.1.4 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL SUEÑO Y LA SALUD	24
4.1.5 INDICADORES DE RUIDO	26
4.1.6 CURVAS DE PONDERACIÓN	28
4.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	31
4.2.1 RESOLUCIÓN 8321 DE 1983	31
4.2.2 RESOLUCIÓN 0627 DE 2006	32
5. DESARROLLO INGENIERIL	34
5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	34
5.2 AFECCIONES POR RUIDO A BAJA FRECUENCIA	35
5.3 CREACIÓN DE ENCUESTA	37
5.4 PROCESO DE MEDICIÓN Y GRABACIÓN	38
5.4.1 MEDICIÓN	39
5.4.1.1 INSTRUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTO	42
5.4.1.2 DATOS SONOMETRO	42
5.4.2 GRABACIÓN	46
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
6.1 COMPARACIÓN AFECCIONES CONTRA MEDICIONES	48
6.2 COMPARACIÓN DATOS A – LIN EN LUGAR DE DESCANSO	49
6.3 ANALISIS MEDICIÓN EXTERIOR E INTERIOR DE LA CASETA N	51
6.4 ANÁLISIS GRABACIÓN	52

6.5 ANALISIS DE RESULTADOS ENCUESTA TRABAJADORES	52
6.6 ANALISIS ESTUDIO CON GRABACIÓN	58
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	62

LISTA DE TABLAS

	Pag.,
Tabla 1. Atenuaciones para el cálculo de las redes de ponderación	30
Tabla 2. Niveles de ruido permitidos	31
Tabla 3. Niveles de ruido para zonas de descanso	32
Tabla 4. Datos sonómetro lugar de trabajo	43
Tabla 5. Diferencia Lin Vs A lugar de trabajo	44
Tabla 6. Datos sonómetro lugar de descanso	44
Tabla 7. Niveles interior caseta N	45
Tabla 8. Valor L de contenido tonal	46
Tabla 9. Niveles con corrección por bajas frecuencias	46
Tabla 10. Listado de afecciones	48
Tabla 11. Comparación afecciones con mediciones	48
Tabla 12. Diferencia de niveles en Barracas sin penalización	49
Tabla 13. Diferencia de niveles en Barracas con penalización	50
Tabla 14. Diferencia porcentual de niveles entre el interior y el exterior De la caseta N	51
Tabla 15. Tipo de protector auditivo	53
Tabla 16. Hora de uso de P. auditiva	53
Tabla 17. Facilidad de comunicación	53
Tabla 18. Lugar de descanso	54
Tabla 19. Caseta de dormitorio	54
Tabla 20. Molestia por las plantas eléctricas	54
Tabla 21. Molestia por aire acondicionado	55

Tabla 22. Usa protección auditiva en el descanso	55
Tabla 23. Afecciones por baja frecuencia en los trabajadores	56
Tabla 24. Afecciones encontradas en los trabajadores	57
Tabla 25. Afecciones en caseta N	57
Tabla 26. Molestia por ruido en prueba	58
Tabla 27. Molestias en grupo de estudio	59

LISTA DE FIGURAS

Pag.,

Figura 1. Lugar de trabajo eléctricas de Medellín	38
Figura 2. Interior casta N	39
Figura 3. Exterior casta N	40
Figura 4. Puntos de medición en el exterior de las casetas	40
Figura 5. Dimensiones lugar barracas	41
Figura 6. Puntos de medición interior caseta N	42
Figura 7. Ubicación micrófono, junto a caseta N, al fondo las plantas eléctricas	47
Figura 8. FFT de la grabación	52

LISTA DE ANEXOS

Pag.,

Anexo A. Informe técnico de medición presentado a la empresa	63
Anexo B. Encuesta realizada a los trabajadores	69
Anexo C. Encuesta realizara al grupo expuesto al ruido grabado	72
Anexo D. tabla con valores de las mediciones	73

RESUMEN

Con la revolución industrial la cual inicia en 1750 y la aparición de maquinas de vapor las cuales promueven la producción en masa y el transporte ferrovial se da inicio a una nueva época en la que se da un gran desarrollo pero a su vez también genera el inicio del deterioro ambiental y degradación del paisaje.

Los daños causados a la mano de obra fueron cada vez más evidentes por problemas de seguridad causados por la falta de estrategias; Tiempo después para garantizaran el bienestar del trabajador se crean las primeras leyes que darían protección en su integridad física dentro del ambiente laboral, con el uso de elementos como: guantes, arneses, mascararas, cascos entre otros.

Existían otra clase de molestias que no eran notorias ya que estas necesitan de mayor tiempo para desarrollarse. El ruido generado por la maquinaria es la causa de enfermedades que hoy en día se siguen desarrollando tales como la pérdida de audición y el estrés.

Para los problemas auditivos se crean parámetros, normas, resoluciones y recomendaciones, que dan el máximo nivel de ruido y duración de exposición permitido, basado en la curva de ponderación A de Fletcher y Munson creada en el año 1931. La industria mundial incluyendo Colombia tiene maquinaria que realiza tareas que usan gran cantidad de fuerza y energía, que como consecuencia supera considerablemente los niveles SPL de la curva de ponderación A. Este efecto es más notorio a las frecuencias bajas.

En este proyecto se buscara concientizar y reflexionar sobre esta problemática actual mostrando la necesidad de nuevas estrategias para la medición de ruido, proveniente de maquinaria o cualquier otro elemento que presente gran cantidad de energía hacia las frecuencias bajas.

INTRODUCCIÓN

El oído humano es el órgano encargado de captar el sonido comprendido entre las frecuencias de 20Hz a 20KHz. Diferentes estudios han buscado la forma de entender su funcionamiento dando como resultado tablas, cálculos y análisis que dan una apreciación subjetiva del órgano auditivo.

Algunos análisis como el de las curvas de Fletcher y Munson, ayudó a crear las curvas de ponderación donde para niveles mínimo el oído pierde percepción de las frecuencias bajas y aumenta a medida que se eleva el nivel. Esto es debido a que el oído para protegerse de las frecuencias altas tiembla el tímpano, haciendo que la percepción se vaya haciendo cada vez más lineal en todo el espectro de frecuencia.

En las normativas hechas para la protección del medio ambiente y salud de las personas, se utiliza la curva de ponderación A la cual corresponde a un nivel de sonoridad de 40 Fones, esto quiere decir que cuando que el oído percibe 40dB a 1kHz son necesarios 80dB para percibir con igual intensidad 30Hz. Las frecuencias bajas pierden apreciación en las mediciones por el filtro de ponderación A. Si bien el filtro describe el comportamiento del oído, este no describe totalmente la forma en que el ser humano percibe el sonido de esta forma, por lo que dado caso que la fuente de ruido contenga mayor energía en las frecuencias bajas que en las altas, se estará quitando gran cantidad de información.

En Colombia el ministerio del medio ambiente y las aseguradoras de riesgos profesionales realizan análisis con resoluciones entre las que están, la 8321 del año 1983 que establece los niveles de ruido en áreas de trabajo y la resolución 0627 del año 2006 que establece los niveles para zonas urbanas de esparcimiento y descanso.

Este proyecto analiza el ruido presente en las zonas de descanso de la industria petrolera Colombiana, haciendo énfasis en las frecuencias bajas, y como afectan

directa e indirectamente al trabajador, buscando posibles daños a la salud y para su desarrollo se hizo uso del sonómetro en ponderación LIN (sin filtro), con el objetivo de determinar el nivel real de las bajas frecuencias y en ponderación A, para compararlo con las resoluciones. Los resultados de las mediciones son comparados con los niveles necesarios para que las afecciones causadas por ruido a baja frecuencia se generen; determinando así las molestias más probables que se puedan producir en el lugar de descanso.

Con el fin de asegurar la comparación entre mediciones y afecciones se realiza una encuesta a los trabajadores, indagando sobre su percepción del ruido y como creen ellos que los afecta. Esta encuesta también se le realiza a un grupo de personas las cuales escucharon durante toda la noche el ruido grabado en la petrolera, y así obtener la opinión de una persona que lo oye por primera vez.

Se quiere concientizar al lector de lo necesario que son las mediciones de ruido en áreas de descanso dentro de una petrolera y a su vez realizar un análisis más profundo del ruido en bajas frecuencias.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

- MHK “Disturbance from low-frequency noise in the environment: a survey among the local environmental health authorities in Sweden” 1987 realiza estudios e informes en lugares donde las fuentes de baja frecuencia estén afectando a la comunidad, dichos estudios incluyen el uso de encuestas. Luego se hace cumplir con los correctivos a estos problemas mediante acciones legales impuestas por la misma autoridad local.
- Hipoacusia neurosensorial por ruido industrial y solventes orgánicos en la Gerencia Complejo Barrancabermeja, 1977-1997. Se realiza un estudio de la pérdida auditiva a un grupo de trabajadores dentro de un ambiente petrolero. Finalmente luego del largo estudio, se concluye que los trabajadores no presentan afecciones tan graves, ni siquiera en los que estaban expuestos a ruidos prolongados.
- Congreso Nacional de medio ambiente (CONAMA) autor principal Jeronimo Vida Manzano “Valoración de la molestia por contaminación acústica mediante relaciones dosis-efecto” año 2006. Es un informe técnico en el que se desarrolla un estudio de los niveles de ruido presentes en una población mediante mediciones y encuestas para llegar a determinar el grado de molestia y poner a prueba las ecuaciones propuestas por la Unión Europea para el cálculo del grado de molestia del tráfico vehicular. Se llega a conclusiones que las ecuaciones presentan una subestimación en las relaciones.
- Ciudad de Pamplona, de Miguel Arana y Amando García “A social survey on the effects of environmental noise on the residents of Pamplona, Spain”. Julio de 1997. Por el desarrollo industrial en las décadas de los 60’s y 70’s se ve deteriorado las condiciones ambientales en la ciudad, por medio de un estudio que incluye encuestas y mediciones se buscara la relación de molestia a la comunidad. Se concluye que el grado de molestia es bastante alto llegando a niveles inaceptables para tres de los cinco distritos.
- Universidad federal de Panamá, de Paulo H.T. Zannin, Alfredo Calixto, Fabiano B. Diniz, Jose A.C. Ferreira “ A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis”. Año 2002. Este estudio busca mirar las afecciones producidas por el ruido causado por tráfico y el vecindario dentro de la ciudad

de Curitiva, llegando a la conclusión de afecciones aisladas, en diferentes zonas de la ciudad.

- Universidad de Valladolid, de Martín A. Tarrero Fernández, T Rodríguez, R. Sorribas “Estudio psicosocial en la población de Valladolid. Evaluación dosis-efecto”. Año 2003. Se desarrolla una encuesta con el fin de evaluar y comparar la molestia de la población frente a las mediciones realizadas con indicadores Leq y Lmax. Se llega a la conclusión que hay que continuar en la búsqueda de nuevos indicadores que ayuden a dar mejor apreciación de la molestia, aunque el Leq mostro estar más cerca a lo representado en las encuestas.
- Tesis Universidad de San Buenaventura desarrollada por Luis Tafur Jiménez. “Protocolo de medición de ruido de baja frecuencia basado en los efectos del mismo en el ser humano”. Año 2005. Se realiza un estudio de las afecciones que se producen por las bajas frecuencias, especificando el nivel y la frecuencia en la que se presenta la molestia.
- Tecniacustica de Barti Domingo Robert “valoración subjetiva de la molestia de ruido de automoción. Índice LS”. año 2000. Es una prueba en la cual se mira el grado de relación entre el índice LS y el grado de molestia con un grupo personas. Se observa que el índice LS es de mayor veracidad que el Leq para los casos de fabricación de vehículos
- Medicina del trabajo, de Rafaela Castillo Vásquez “Análisis y evaluación del ruido como posible riesgo laboral en una planta procesadora de arroz “. Año desconocido. Es un estudio que se realiza con el fin de investigar si con los niveles presentes dentro de la planta procesadora se está afectando al trabajador, la metodología incluye un análisis por audiometría llegando a la conclusión que los niveles no afectan al trabajador.
- Por Adel Hernández Díaz y Bianka M. González Méndez “Alteración auditiva en trabajos expuestos al ruido industrial”. Año 2008. Se trata de un estudio en el que por medio de mediciones y audiometrías se observa el grado de afección causado al trabajador, llegando a la conclusión que el nivel de 85dBA está causando molestia a más del 70% de los trabajadores.

1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Normativamente la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 dada por el ministerio de salud, establece la norma nacional de los niveles de presión sonora permitidos en el trabajo industrial, con el objetivo de conservar la audición y la integridad del trabajador.

Esta norma da los criterios de niveles de presión sonora que se deben cumplir dependiendo las horas de exposición al ruido. Los decibeles expresados en esta resolución están en ponderación A.

La curva de ponderación A, representa el oído humano para niveles de ruido mínimos, donde se pierde apreciación de las frecuencias bajas. Ejemplo de esto es una pérdida apreciativa de 10dB a 400Hz y de 20dB a 100Hz.

Las aseguradoras de riesgos profesionales realizan mediciones de ruido bajo esta resolución, en empresas donde los trabajadores tienen que estar expuestos a maquinaria u otros elementos donde los niveles de ruido a baja frecuencia existen llegando a un nivel demasiado alto.

Esto demuestra que a pesar de que se están realizando mediciones bajo norma, no se está protegiendo al trabajador en las frecuencias bajas que causan mayor perturbación física auditiva y subjetiva fisiológica.

Siendo las aseguradoras de riesgos profesionales las encargadas de velar por la seguridad de los trabajadores, deberían preocuparse por crear nuevas estrategias, en cuanto al control, manejo, y prevención de las bajas frecuencias tanto en áreas de trabajo como de descanso dentro de una petrolera.

¿Por qué es importante que las mediciones de ruido realizadas por ARP en una petrolera tengan apreciación a bajas frecuencias?

1.3 JUSTIFICACIÓN

A pesar que las aseguradoras de riesgos profesionales cumplen realizando mediciones de ruido usando la resolución 8321, esta no propone realizar mediciones que den la estimación correcta de las frecuencias bajas.

Los problemas como desconcentración, sordera temporal, alteración cardiaca, estrés, podría dejar consecuencias permanentes en el trabajador llevando a la empresa a pagar remuneraciones por daños y perjuicios

Este proyecto le da continuidad al ya desarrollado por Luis Tafur llevando el análisis de las frecuencias bajas al ámbito laboral petrolero.

El proyecto pretende brindar los niveles y frecuencias existentes en el lugar de trabajo y descanso de una petrolera. Convirtiéndose así en una herramienta informativa que incluye el análisis de encuestas realizadas y de mediciones.

Este proyecto da inicio a estrategias que aseguren el bienestar del trabajador, el cual va a estar expuesto tanto en horas laborales como en horas de descanso a las bajas frecuencias generadas por los elementos presentes en la petrolera.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Encontrar las frecuencias presentes en el lugar de descanso de los trabajadores de la petrolera con sus características y efectos sobre el trabajador.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las afecciones del ruido a baja frecuencia.
- Realizar la medición con el sonómetro en ponderaciones A, C y Lin.
- Realizar encuesta a los trabajadores
- Comparar datos de mediciones, encuesta, y teoría
- Realizar grabación del ruido presente en el lugar

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Se brindara una herramienta informativa dada sobre la práctica desarrollada en el lugar de descanso de los trabajadores de una petrolera, este análisis tratara sobre las frecuencias bajas existentes en este lugar y cómo afectan la salud de los trabajadores.

Las mediciones se realizaran en ponderaciones a las cuales es posible hacer un análisis objetivo de frecuencias bajas mostrando así la necesidad de realizar mediciones de este tipo no solo en petroleras sino en cualquier lugar donde exista una fuente de bajas frecuencias que afecte a una sociedad.

La limitante del proyecto está en no poder realizar las mediciones directamente sobre la fuente generadora de ruido, por lo que impide generalizar a otras petroleras. Dado que las mediciones se realizan en un corto lapso de tiempo no se podrá analizar la audición de los trabajadores para determinar si se está presentando afección auditiva por lo que el análisis se hará en base a datos teóricos.

2. METODOLOGIA

2.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto tiene un enfoque **empírico-analítico**; al encontrar las frecuencias presentes en el lugar de descanso de los trabajadores por medio de medición con sonómetro y a partir de datos respaldados de investigaciones anteriores, se buscaran relaciones que lleguen a determinar que molestias se podrían estar presentando en el trabajador.

2.2 TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizará información de investigaciones que muestran los daños tanto auditivos como fisiológicos que se presentan en las personas por altos niveles de ruido a determinadas frecuencias. Se utilizara la tesis de Luis Tafur “protocolo de medición de ruido de baja frecuencia basado en los efectos del mismo en el ser humano” y de alguna de la bibliografía usada por este.

Normativamente se tendrá en cuenta parámetros dados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) (Ministerio de salud “resolución 0627 del 7 de abril de 2006”) y la OSCHA (Occupational Safety & Health Administration) (Ministerio de salud “Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983”).

Se buscaran las afecciones dadas por el ruido durante las horas de descanso. Se obtendrá la descripción de fuentes de baja frecuencias, cómo medirla y cuáles son sus principales características del artículo de Walter Montano “Propagación de bajas frecuencias: ¿medición en dBA, dBC o espectral?” entre otros.

Luego se procede a realizara una encuesta para que sea resuelta por los trabajadores, en esta se trataran preguntas las cuales lleguen a dar apreciaciones objetivas y concretas de algo tan subjetivo como lo es el sonido. El análisis de estas encuestas se hará por porcentajes.

En el campo donde se desarrollaran las mediciones se realizara una grabación del ruido producido por la maquinaria, con el sonido se realizara un estudio a un grupo representativo de personas las cuales escucharan y darán una opinión de sus reacciones frente a este ruido.

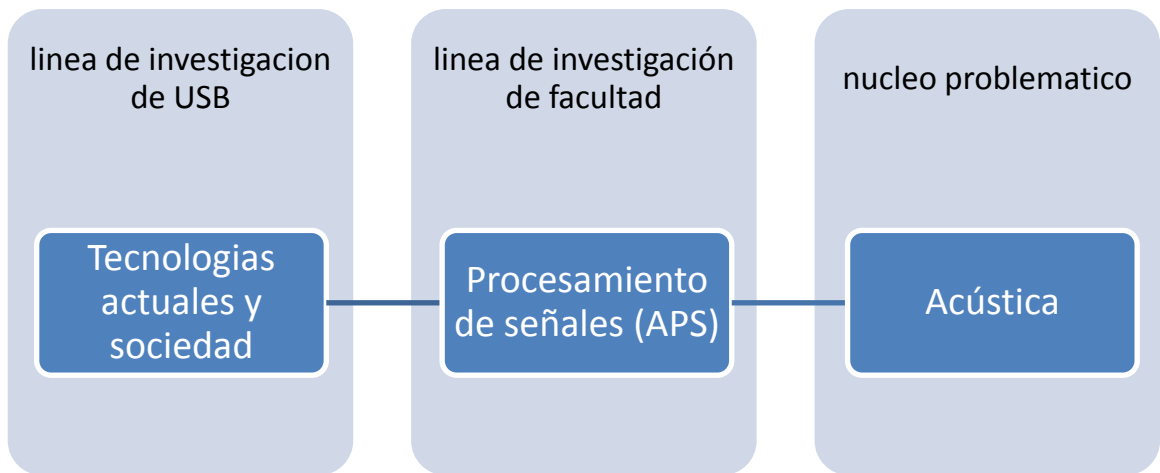
Es conveniente aclarar que se trataran otros artículos como apoyo para plantear la encuesta y realizar el análisis de los datos obtenidos de las mediciones de sonómetro.

2.3 HIPÓTESIS

Analizando el comportamiento del ruido producido por la maquinaria mediante medición, y analizando los parámetros subjetivos mediante encuesta a personal de trabajo, se comprobará que existe un porcentaje elevado de ruido hacia las bajas frecuencias las cuales no tienen apreciación por las aseguradoras de riesgos profesionales dejando secuelas en la salud del trabajador.

3. LINEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto está enfocado al campo de la **acústica** ya que se tratara la medición y análisis de ruido industrial a partir de la normativa Colombiana, en la sub-línea de la facultad se tratara **Análisis y procesamiento de señales (APS)** todo esto perteneciente la línea de investigación institucional **Tecnologías actuales y sociedad**.



4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

4.1.1 TIPOS DE RUIDO

El ruido es un sonido que presenta molestia en el momento que el receptor no lo desee ó interfiera con alguna actividad que se esté realizando. Si el sonido varia de nivel de presión mayor a 10dB es posible que se esté produciendo una molestia a la persona.

Ruido Continuo: se produce por maquinaria que opera de mismo modo sin interrupción tal como ventiladores, equipos de procesos. Su medición requiere de pocos minutos ya que este ruido es constante. Si se escuchan frecuencias bajas es bueno medir por tercio de octava para un posterior análisis.

Ruido intermitente: se refiere al ruido de sucesos tal como el pasar de un vehículo, un avión puede medirse tal como un ruido continuo pero debe anotarse la duración del ciclo, El nivel de presión sonora máximo también puede utilizarse. Puede medirse un número similar de sucesos para establecer una media fiable.

Ruido impulsivo: este es breve y abrupto, su efecto sorprendente causa mayor molestia para cuantificar el impulso del ruido, se puede utilizar la diferencia entre un parámetro con respuesta rápida y uno de respuesta lenta

También deberá documentarse la tasa de repetición de los impulsos (número de impulsos por segundo, minuto, hora o día).

Ruido tonal: Los tonos molestos pueden verse generados de dos maneras: Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos. También pueden generar tonos los flujos pulsantes de líquidos o gases que se producen por causa de procesos de combustión o restricciones de flujo. Los tonos pueden ser identificados subjetivamente, escuchándolos, u objetivamente mediante análisis de frecuencias. La audibilidad se calcula entonces comparando el nivel del tono con el nivel de los componentes

espectrales circundantes. También deberá documentarse la duración del tono. (Brüel&Kjær Sound&Vibration Measurement A/S.)

Ruido a bajas frecuencias: El ruido de baja frecuencia tiene una energía acústica significativa en el margen de frecuencias de 8 a 100Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores diesel de trenes, barcos y plantas de energía, dado que este tipo de fuentes generadoras de frecuencias bajas tienen comportamiento omnidireccional este ruido es difícil de amortiguar y se extiende fácilmente en todas direcciones y puede ser oído a muchos kilómetros.

El ruido de baja frecuencia es más molesto que lo que se espera con una medida del nivel de presión sonora ponderado A. La diferencia entre el nivel sonoro ponderado A y el ponderado C puede indicar la existencia o no de un problema de ruido de baja frecuencia.

La mayoría de la normativa utilizada para medir niveles de ruido en Colombia aplica factores de corrección de 10dB a la ponderación "A", cosa que no es recomendable hacer en determinados casos. Hoy en día se encuentran excelentes instrumentos para la medición de presión sonora por lo que es posible hacer un análisis más objetivo de la situación que se esté presentando en determinado lugar para una mejor apreciación a frecuencias bajas siendo estas causantes de mayor molestia (A016 Montano).

Para calcular la audibilidad de componentes de baja frecuencia en el ruido, se mide el espectro y se compara con el umbral auditivo. Los infrasonidos tienen un espectro con componentes significantes por debajo de 20 Hz. Lo percibimos no como un sonido sino más bien como una presión. La evaluación de los infrasonidos es aún experimental y en la actualidad no está reflejado en las normas internacionales. (Brüel&Kjær Sound&Vibration Measurement A/S.)

4.1.2 SALUD OCUPACIONAL

La pérdida auditiva inducida por ruido es una pérdida neurosensorial irreversible causada por exposición prolongada de varios años (Clark, 1992; Instituto Nacional de Salud, 1990). Dicha pérdida aunque no produce dolor, causa interferencia en la comunicación y puede afectar sustancialmente la integración social y la calidad de vida de las personas.

La pérdida de la audición por ruido es el resultado de la destrucción progresiva de las células en el órgano de Corti. Que se encuentra en la cóclea, la magnitud del

daño en esta resulta de las características de la exposición, y dependen de factores tales como la intensidad y la frecuencia del ruido, así como la duración de la exposición.

En Colombia la salud ocupacional se define como la disciplina que busca el bienestar físico, mental y social de los empleados en sus sitios de trabajo. Este campo se encuentra enmarcado en toda la reglamentación dada a través del sistema general de riesgos profesionales.

Teniendo en cuenta que la sordera es una enfermedad profesional dado que se expone al trabajador a un factor de riesgo el programa de conservación de la audición, previene la pérdida de la audición en el trabajador mejorando la moral y en general el bienestar incrementando la producción, reduciendo el estrés y enfermedades relacionadas.

Los efectos del ruido se clasifican en tres categorías:

- Pérdida temporal de rango de audición, pérdida permanente, trauma acústico, tinitus (se define como el ruido en los oídos o cabeza sin fuente externa. El ruido o molestia se describe como un pito, campaneo, zumbido, o silbido)
- Daños en la comunicación que incluye aislamiento por dificultad de entendimiento del habla, baja moral, irritación, dificultad en la concentración, accidentes, abstinencia.
- Otros como el estrés, tensión muscular, úlceras, aumento de la presión arterial e hipertensión.

En Colombia para facilitar el manejo de la información de pérdida de audición, el Ministerio de Trabajo y la Seguridad Social y el instituto de seguro social (ISS) adoptaron la clasificación de la audiometría según la escala ELI (Early Loss Index) que equivale a la pérdida en dB del umbral auditivo detectado en la frecuencia de 4KHz menos el factor de presbiacusia, es decir la pérdida considerada como normal según la edad y el sexo- y SAL (Speech Average Loss), que evalúa la capacidad de audición para el lenguaje oral.

4.1.3 CONDICIONES POR RUIDO SEGÚN LA OMS

El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nerviosos central y autónomo, si el estímulo sobrepasa los límites se verán efectos patológicos sobre estos dos sistemas. Si estas situaciones son constantes pueden ocasionar

estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que a su vez, lleva a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmunológico. Con lo anterior es normal que en la persona se presente disminución en el rendimiento profesional, accidentes laborales, conductas antisociales, pérdida de valor de lo material, entre otros y por esto un retraso en el desarrollo en la sociedad.

El malestar no es solo asociado a los ruidos chirriantes o impulsivos que causan molestia sino también aquellos con los que se presente determinado factores como miedo a determinado sonido, durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50dB y fuerte a partir de los 55dB, en las horas de sueño estos valores disminuyen en 5 ó 10dB.

La pérdida de atención es evidente cuando se realizan tareas que necesitan la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.

En ambos casos se afectará la realización de la tarea, surgiendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad de producción.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura.

Trastorno del sueño El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

1. Mediante la **dificultad o imposibilidad de dormirse.**
2. Causando **interrupciones del sueño** que, si son repetitivas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45 dBA la probabilidad de despertar es grande.
3. Disminuyendo la **calidad del sueño**, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.

Con frecuencia se intenta evitar estas situaciones mediante la ingestión de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras prácticas son evidentemente poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada.

Daños al oído El efecto descrito en este apartado (**pérdida de capacidad auditiva**) no depende de la cualidad más o menos agradable que se atribuya al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no. Se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.

- En la sordera transitoria o **fatiga auditiva** no hay aún lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 decibelios en vigilia o de 30 durante el sueño).
- La **sordera permanente** está producida por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. Hay lesión del oído interno (células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters). Se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde, salvo casos excepcionales de auto observación. Puede ir acompañada de zumbidos de oído (**acufenos**) y de trastornos del equilibrio (**vértigos**).

El estrés sus manifestaciones y consecuencias

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los siguientes síntomas:

- **Cansancio** crónico
- **Tendencia al insomnio**, con el consiguiente agravación de la situación.
- **Enfermedades cardiovasculares**: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardiacas, etc. Se han

mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 decibelios en periodo diurno.

- **Trastornos del sistema inmune** responsable de la respuesta a las infecciones y tumores.
- **Trastornos psicofísicos** tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.

Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

4.1.4 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL SUEÑO Y LA SALUD

El sueño es un estado fisiológico extremadamente importante para la supervivencia de los humanos que está determinado por una serie de dimensiones: ciertos factores intrínsecos a la persona, las conductas que facilitan o inhiben el sueño y dónde se duerme

El ambiente de descanso es uno de estos factores que definen la duración y la estructura del sueño. Los factores extrínsecos como la temperatura, la luz, la humedad o el ruido pueden ayudar a la persona a obtener un buen descanso o, por el contrario, pueden imposibilitarle que se quede dormida o provocarle despertares nocturnos que rompen los ciclos habituales de sueño. El ruido ambiental es seguramente uno de los factores más importantes, por su alta incidencia en las ciudades, de interrupción del sueño. Los ruidos que más han sido estudiados y citados en las investigaciones hacen referencia al ruido del tráfico, proveniente de los vecinos y el de los aviones (Muzet, 2007)

La exposición al ruido ambiental en las ciudades, así como las quejas de sus habitantes, están en crecimiento y aumentan con el tamaño de las ciudades, ya que las fuentes de contaminación acústicas van en expansión, sin que las medidas legales y administrativas puedan llegar a tantos afectados. Esta exposición es inversamente proporcional a las entradas económicas de la familia; es decir, cuanto menos es la renta más probabilidad hay que las personas sufran la exposición a contaminación acústica. (Gualazzi, 1998)

En los últimos 30 años, son muchos los estudios desarrollados con el objetivo de evaluar el efecto del ruido sobre el sueño y sobre la salud en general. El ruido tiene importantes repercusiones tanto en la arquitectura y microestructura del sueño, como sobre las funciones autónomas y, más a largo plazo, sobre la salud y la calidad de vida. Los efectos primarios, las respuestas que ocurren

simultáneamente o inmediatamente después de que ocurra el ruido, son el aumento de la actividad cerebral, de los movimientos del cuerpo y de las respuestas autónomas.

Estos efectos comportan numerosos despertares y cambios a fases de sueño más superficiales, además de una percepción subjetiva de mala calidad del descanso. Los parámetros de sueño provenientes de polisomnografía como la latencia de sueño (el tiempo que tarda la persona en quedarse dormida), los porcentajes de sueño profundo (sueño REM y fases 3/4 del sueño NO-REM), la frecuencia de los despertares y el tiempo de vigilancia durante la noche empeoran al aumentar los decibelios. En general, se puede decir que la capacidad de alcanzar las fases más profundas del sueño es la que resulta más perjudicada por la exposición al ruido.

El ruido tiene también otros efectos inmediatos como el aumento de la frecuencia cardíaca, de la frecuencia respiratoria, de la presión sanguínea y de la vasoconstricción. Este tipo de respuestas pueden darse incluso con niveles de ruido muy bajos. Es posible que las personas tengan la sensación de haberse acostumbrado al ruido, pero el cuerpo nunca deja de reaccionar a estos estímulos.

El ruido no solo afecta a la calidad del sueño, sino también al rendimiento físico y cognitivo del día siguiente. Los efectos secundarios del sueño interrumpido por el ruido son similares a los de los pacientes con insomnio crónico: somnolencia diurna, cansancio, necesidad de dormir siesta para compensar la falta de sueño, disminución del rendimiento en el trabajo y aumento de los accidentes de tráfico. Las respuestas bioquímicas del organismo también cambian a raíz de la exposición al ruido: por ejemplo, la cantidad de hormonas del estrés, como la noradrenalina, la adrenalina y el cortisol, son más elevadas al día siguiente.

En última instancia, el efecto de la exposición al ruido se puede entender como efecto a largo plazo sobre la salud y la calidad de vida. De hecho hay trabajos que evidencian que hay un mayor número de prescripciones de medicamentos y de admisiones al hospital psiquiátrico de personas que viven cerca de los aeropuertos. De todas formas, es difícil extraer conclusiones sobre estos datos epidemiológicos, ya que las variables de confusión son numerosas.

Las consecuencias de la exposición al ruido durante el sueño dependen de muchos factores, fundamentalmente, factores dependientes del ruido y factores de la persona. El tipo de ruido, continuo o intermitente, la intensidad, el espectro, la frecuencia, la duración y la diferencia entre nivel de ruido de fondo y la máxima amplitud del estímulo son aspectos que determinan el impacto del ruido sobre el sueño.

Por ejemplo, un ruido intermitente puede alargar la latencia del sueño hasta en veinte minutos. Además, los efectos son distintos según el momento del sueño

que sea interrumpido por el ruido: en las horas de la mañana el ruido puede despertar fácilmente a una persona e impedirle volver a dormir. Con respecto a los factores dependientes de la persona, el significado que se atribuye al ruido en sí es muy importante.

Impacto sobre el sueño; Es un efecto diferente oír la sirena de una ambulancia que pasa que oír las voces de los vecinos. El ruido proveniente de los vecinos tiene un contenido de información muy elevado que puede capturar la atención de quien escucha, independientemente de su intensidad. En otro ejemplo, susurrar en nombre de la persona la despertará más fácilmente que un ruido neutro emocionalmente.

En el contexto de los ruidos domésticos, lo que más importa es la actitud hacia la fuente de ruido, más que las características de personalidad y la autoestimación de la sensibilidad al ruido también influyen en sus efectos, la edad juega un papel muy importante: los niños son mucho menos sensibles a los ruidos durante la noche y es mucho más difícil que se despierten; por el contrario, una persona mayor se queja más y tiene un mayor número de despertares espontáneos por causa del ruido. Otras investigaciones evidencian la importancia de la sensibilidad individual al ruido, ya que ésta media entre la intensidad del ruido y sus efectos psicológicos; es decir, la percepción subjetiva de calidad de sueño, la irritación, la capacidad de concentrarse y la capacidad de dormirse estará determinada por la tolerancia a la contaminación acústica.

En resumen, el ruido durante el sueño tiene efectos auditivos y extra auditivos sobre las personas. En las investigaciones realizadas se muestra como estos efectos tienen un impacto perjudicial sobre la salud y la calidad de vida. Dado que la mayoría de los ruidos provienen de fuera de los hogares, es prioritaria la mejora de los sistemas de aislamiento e insonorización de los edificios. De esta manera, se estará invirtiendo en corto y largo plazo en la mejora del sueño y, en definitiva, de la salud de las personas.

4.1.5 INDICADORES DE RUIDO

Los Sonómetros miden Nivel de Presión Sonora, para analizar el cálculo de diferentes parámetros deben haber distintas integrales o promedios. A los sonómetros que realizan estos cálculos se les llama Integradores.

Los indicadores de ruido ambiental se caracterizan por realizar un cálculo diferente y así poder dar una mejor apreciación del ruido que se esté midiendo.

Se encuentran tres tipos:

1. LA_{eq} : según la norma ISO 1996-1 se define como diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el cuadrado de la presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión acústica de referencia, donde la presión sonora se obtiene con una ponderación frecuencia normalizada.

$$Leq = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_T \frac{P_{rms}^2}{P_{ref}^2} dt \right] \text{ Ecuación 1.}$$

Donde $P_{ref} = 20 \mu Pa$

Se ha visto en numerosos estudios que el LAeq muestra una mejor relación subjetiva frente a otros indicadores, por lo que está incluido en varias recomendaciones ISO:

- Valoración ruido de tráfico.
- Valoración ruido de aviones.
- Valoración ruido laboral.
- Valoración ruido sobre fachadas de viviendas (mapas de ruido).

Con el Leq se desprenden otros indicadores como el Lden (nivel equivalente día-tarde-noche) el cual hace referencia al ruido que se presenta en las horas del día, tarde y noche.

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \text{ Ecuación 2.}$$

El múltiplo 12 hace referencia a las horas entre las 7-19horas, el múltiplo 4 hace referencia a las horas entre las 19-23horas y el múltiplo 8 hace referencia a las horas entre las 23-7horas.

Los valores “+5” y “+10” agregados a los valores evening y night son penalizaciones a los valores registrados en estos periodos.

Este indicador es elegido por la UE para el trazado de mapas de ruido.

El índice Ldn (nivel equivalente día-noche).

$$L_{dn} = 10 \log \frac{1}{24} \left(14 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 10 * 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \text{ Ecuación 3.}$$

El múltiplo 14 hace referencia a las horas entre las 8-22horas, y el múltiplo 10 hace referencia a las horas entre las 22-8horas.

Nuevamente se penaliza con un valor de “+10” al horario night por ser un periodo en que se presenta mayor molestia

2. *Percentiles (Ln)*: se definen como una medida estadística que indica con qué frecuencia se sobrepasa un nivel concreto de ruido, es decir hace un análisis estadístico de los registros de ruido en el tiempo.

El nivel percentil “n” es el nivel que se sobrepasa o iguala durante el n% del periodo de medida.

Lmax y Lmin son respectivamente el nivel máximo y el nivel mínimo, aunque los valores estadísticos más utilizados son L_{10}/L_{90} , L_5/L_{95} , L_1/L_{99} y L_{50} .

Para dar un ejemplo el L_{50} representa el nivel el cual estuvo presente durante el 50% del tiempo de la medición.

3. *SEL*: es el nivel que si se mantiene constante durante un segundo (1s), entregaría al receptor la misma energía acústica con ponderación A, que el suceso medido.

$$SEL = 10 \log \left| \frac{1}{T_o} \int \left[\frac{P_A^2}{P_0} \right] dt \right| dB(A) \quad \text{Ecuación 4.}$$

$T_o = 1s$

4.1.6 CURVAS DE PONDERACIÓN

Las curvas de ponderación se crean a partir de las curvas isofónicas las cuales son curvas de son curvas de igual sonoridad, esto quiere decir que calculan la relación existente entre la frecuencia y la intensidad (dada en dB) de dos sonidos para que éstos sean percibidos como igual de fuertes, con lo que todos los puntos sobre una misma curva isofónica tienen la misma sonoridad.

Así, si 0 fon corresponden a una sonoridad con una intensidad de 0 dB a la frecuencia de 1 KHz, también puede corresponder a una sonoridad con una intensidad de 60 dB a la frecuencia de 70 Hz, intensidad a la que el oído humano empezaría a percibir esta frecuencia.

Otra característica de las curvas isofónicas es que a medida que aumenta la intensidad sonora, las curvas se hacen cada vez más planas. Esto quiere decir que la dependencia de la frecuencia es menor a medida que aumenta el nivel de presión sonora, en otras palabras tendríamos que si disminuye la intensidad sonora los últimos sonidos perceptibles en desaparecer serían los agudos.

Las curvas isofónicas son válidas para un campo sonoro directo, puesto que no tienen en cuenta que no percibimos por igual los sonidos si provienen de diferentes direcciones mas conocido como campo sonoro difuso. También son curvas que relaciona como escucha el oído lo bien y lo mal en función de la presión y de la frecuencia.

Sabiendo la teoría de las curvas isofónicas explicaremos que son las curvas de ponderación que utilizan una red de filtrado (o ponderación de frecuencia) adecuada para medir la sensación en forma objetiva. Esta red de filtrado tendría que atenuar las bajas y las muy altas frecuencias, dejando las medias casi inalteradas. En otras palabras, tendría que intercalar unos controles de graves y agudos al mínimo antes de realizar la medición.

Se diseñan tres ponderaciones correspondientes a niveles de alrededor de 40 dB, 70 dB y 100 dB, llamadas *A*, *B* y *C* respectivamente. La ponderación *A* se aplicaría a los sonidos de bajo nivel, *B* a los de nivel medio y *C* a los de nivel elevado. El resultado de una medición efectuada con la red de ponderación *A* se expresa en decibeles *A*, abreviados *dBA* o algunas veces *dB(A)*, y análogamente para las otras.

Para completar una medición era necesaria una suerte de recursividad. Primero había que obtener un valor aproximado para decidir cuál de las tres ponderaciones había que utilizar, y luego realizar la medición con la ponderación adecuada.

La segunda dificultad importante proviene del hecho de que las curvas de Fletcher y Munson finalmente normalizadas por la ISO, (“Organización Internacional de Normalización”) son sólo promedios estadísticos, con una desviación estándar bastante grande. Esto significa que los valores obtenidos son aplicables a poblaciones no a individuos específicos. Más aún, son aplicables a poblaciones jóvenes y otológicamente normales, ya que las mediciones se realizaron con personas de dichas características.

La tercera dificultad tiene que ver con el hecho de que las curvas de Fletcher y Munson fueron obtenidas para tonos puros, los cuales son muy raros en la Naturaleza. La mayoría de los sonidos de la vida diaria, tales como el ruido

ambiente, la música o la palabra, contienen muchas frecuencias simultáneamente. Esta ha sido tal vez la razón principal por la cual la intención original detrás de las ponderaciones A, B y C fue un fracaso.

Estudios posteriores mostraron que el nivel de sonoridad, es decir la magnitud expresada en una unidad llamada fon que corresponde al nivel de presión sonora (en decibeles sin ponderación) de un tono de 1 kHz igualmente sonoro, no constituía una auténtica escala. Por ejemplo, un sonido de 80 fon no es el doble de sonoro que uno de 40 fon. Se creó así una nueva unidad, el son, que podía medirse usando un analizador de espectro. Esta escala, denominada simplemente como sonoridad, está mejor correlacionada con la sensación subjetiva de sonoridad, y por ello la ISO normalizó el procedimiento (en realidad dos procedimientos diferentes según los datos disponibles) bajo la Norma Internacional **ISO 532**. En la actualidad existen inclusive instrumentos capaces de realizar automáticamente la medición y los cálculos requeridos para entregar en forma directa la medida de la sonoridad en son.

Tabla 1. Atenuaciones para el cálculo de las redes de ponderación

Frecuencias (Hz)	Valores prácticos de la respuesta relativa			Valor Teórico Escala A
	A	B	C	
	< 55 dB	55-85 dB	> 85 dB	
31,5	-39	-17	-3	-39.4
63	-26	-9	-1	-26.2
125	-16	-4	0	-16.2
250	-9	-1	0	-8.7
500	-3	0	0	-3.3
1000	0	0	0	0
2000	1	0	0	+1.2
4000	1	-1	-1	+1.0
8000	-1	-3	-3	-1.1

4. 2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

4.2.1 RESOLUCIÓN 8321 DE 1983

Los niveles de ruido en maquinaria deben ser efectivos y no exceder los niveles determinados por la siguiente tabla.

Tabla 2. Niveles de ruido permitidos

Duración por día [horas]	Nivel de sonido en dBA y respuesta lenta [Slow]
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼	115

Si los niveles llegaran a exceder los expresados en la tabla 1. Es necesario brindar equipamiento de protección tal que reduzca los niveles de ruido.

Para el caso en que en un solo día se tenga exposición a dos o más fuentes de ruido, la relación para calcular los efectos de cada una es:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} \text{ Ecuación 5.}$$

Si el valor sumado excede a la unidad se considera que la combinación de las exposiciones excedió los límites. Cn indica el tiempo de exposición a ese nivel y Tn indica el tiempo permitido a ese nivel.

El programa de conservación de la audición exclama que es el empleador quien debe generar un programa efectivo para la protección de la audición donde el trabajador no sea expuesto a niveles máximos a 85dBA en respuesta "Slow" para propósitos de conservar una mejor audición.

Cuando se presenten circunstancias en las que el nivel al que se expone el trabajador sea superior a 85dBA se hace necesario un programa de monitoreo y crear así estrategias para dar a los empleados un seguimiento y asegurarse de darles una protección auditiva adecuada, además a los trabajadores se les debe dar la opción de escoger que clase de protectores desea usar y además recibir una capacitación sobre niveles de ruido, conservación del oído, y manejo del equipamiento de protección. Es decir el empleador debe dar al trabajador conocimiento sobre efectos del ruido, el propósito las ventajas y desventajas que dan los protectores auditivos, esto en un tiempo anual.

Todo sonido intermitente o impulsivo cuyos niveles vallan de 80 a130dB deben ser integrados dentro de la medición de ruido.

La maquinaria expuesta a diversas clases de impactos o vibraciones produciendo significantes cambios en la producción y que finalmente resultan en incremento de niveles de ruido hacen necesario un monitoreo periódico cada uno o dos años.

4.2.2 RESOLUCIÓN 0627 DE 2006

Esta resolución establece los niveles máximos de niveles de ruido en horario diurno y nocturno para la ciudad. Incluyendo los sectores de tranquilidad tales como zonas residenciales, desarrollo habitacional, hotelería y hospedaje. Estas zonas son las más similares a las de descanso en la petrolera.

Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A).

Tabla 3. Niveles de ruido para zonas de descanso

sector	Subsector	Estandares maximos permisibles de niveles de emision de ruido en dBA	
		Dia	Noche
sector B. Tranquilidad y ruido moderado	zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hoteleria y hospedaje	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	parques en zonas urbanas.		

La corrección de niveles Ks se aplica de la siguiente manera.

$$L_{RA(X),T} = L_{A(X),T} + (K_T, K_S) \quad \text{Ecuación 6.}$$

- Si el ruido proviene de instalaciones de ventilación y climatización, Bajas frecuencias (K_S)
 - o 8dB en periodo Nocturno
- La corrección por componente tonal (K_T).
 - o Por percepción nula de componente tonal: 0dBA
 - o Por percepción neta de componente tonal: 3dBA
 - o Por percepción fuerte de componente tonal: 6dB

Para detallar la presencia de componente tonal se realiza un análisis por 1/3 de octava y se calcula la diferencia:

$$L = L_t - L_s \quad \text{Ecuación 7.}$$

L_t es el nivel de presión sonora del tono puro (f).

L_s es la media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de la f.

Se determina la presencia o ausencia de componente tonal, entre 20 a 125Hz:

- Si $L < 8\text{dBA}$ no hay componente tonal.
- Si $8\text{dBA} < L < 12\text{dBA}$ hay componente tonal neto.
- Si $L > 12\text{dBA}$ hay componente tonal fuerte.

5. DESARROLLO INGENIERIL

Para dar solución a los objetivos específicos propuestos, se contó con la ayuda de la empresa Eléctricas de Medellín la cual se encarga de manejar los sistemas de alta, media y baja tensión dentro de la petrolera.

Se viajó por carretera por un tiempo de 10 horas, Bogotá- Campo Rubiales.

La petrolera Campo Rubiales, Meta está dividida por sectores: Cluster de extracción, tratamiento petrolero, sistema de generación eléctrica, lugar de descanso y alimentación, entre otros, los cuales comprenden más de 25 empresas.

Los trámites de ingreso al campo petrolero fueron, constancias de vacunación (fiebre amarilla), aseguradora de riesgos profesionales y EPS.

El desarrollo ingenieril, se divide en los siguientes pasos:

- Recolección de información.
- Afecciones por ruido a baja frecuencia.
- Creación de encuesta.
- Medición de los niveles de ruido.
- Grabación de ruido.
- Desarrollo de encuesta.

5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Inicia con indagar sobre de labores que desempeña el trabajador en la petrolera, el lugar y horas de descanso.

El documento “*Anexo 3 Ecopetrol normas técnicas de calidad de aire, ruido y suelos*” explica el funcionamiento dentro del campo petrolero, en cuanto a las especificaciones técnicas y el seguimiento de calidad de aire, ruido, aguas, y suelos.

El documento presentado por “*la Universidad de Antioquia (Hipoacusia neurosensorial por ruido industria y solventes orgánicos en la Gerencia Complejo Barrancabermeja)*” muestra los tiempos de trabajo y descanso de los trabajadores de una petrolera, Información que es corroborada por la empresa a la cual se contacto para realizar el proyecto.

Se procede a buscar los síntomas que presenta el ser humano por ruido a baja frecuencia. En este proceso se encontró que son pocos los estudios que muestren las afecciones por baja frecuencia. (Los estudios se basan en el ruido en general).

Algunos documentos en los que se encontró ideas concretas fueron la *OSHA* y la *OMS* a nivel local se encontró en la universidad de San Buenaventura una tesis de Luis Alberto Tafur "*Protocolo de medición de ruido de baja frecuencia basado en los efectos del mismo en el ser humano*" la cual ayudo, ya que este realizo un compendio de todas las afecciones producidas por las bajas frecuencias, analizando a qué nivel y a qué frecuencia específica se obtiene la afección.

Para realizar la medición y comparación de datos, se tiene en cuenta los parámetros estipulados en el documento del *Ministerio de salud "Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983"*, y los niveles máximos permitidos en zonas de descanso estipulados en el documento del *Ministerio de salud "resolución 0627 del 7 de abril de 2006"*.

5.2 AFECCIONES POR RUIDO A BAJA FRECUENCIA

En base a los documentos de la *OMS* y la tesis de Luis Tafur, las afecciones por ruido a baja frecuencia son las siguientes.

- Dolor y molestia en el oído: se genera entre las frecuencias de 12Hz a 50Hz con un nivel de 140dB
- Variación del pulso: se genera entre las frecuencias de 12Hz a 50Hz con un nivel de 128dB en el ponderado Lmax.
- Variaciones sobre las cuerdas vocales y el habla: se genera entre las frecuencias de 16Hz a 50Hz con un nivel superior a los 125dB.
- Fatiga corporal: se genera entre las frecuencias de 12Hz a 315Hz a un nivel superior a los 120dB.
- Vibración localizada en el cuerpo: se genera entre las frecuencias de 12Hz a 100Hz con un nivel superior a los 105dB.
- Vibración dentro del tórax: se genera con "132dB a una frecuencia de 12Hz", con "145dB a las frecuencias de 16Hz a 20Hz", ó "105dB a las frecuencias de 40Hz a 63Hz".
- Vibración en pared abdominal: se genera con "128dB a la frecuencia de 12Hz", con "132dB a la frecuencia de 20Hz", ó "105dB a las frecuencias entre 40Hz y 80Hz".

- Respuesta sensorial no auditiva (presión, golpe, etc): se genera con “niveles superiores a 100dB entre las frecuencias de 12Hz a 16Hz”, ó “niveles superiores a 95dB entre las frecuencias de 60Hz a 100Hz”.
- Estrés: se genera entre las frecuencias de 12Hz a 315Hz con un nivel de 105dB.
- Variación de la frecuencia respiratoria: se genera con “niveles superiores a 100dB a la frecuencia de 12Hz”, con “niveles superiores a 120dB a las frecuencias entre 31Hz y 50Hz”, ó “niveles superiores a 100dB a la frecuencia de 100Hz”.
- Interferencia en la comunicación: se genera con “niveles superiores a 90dB ó Leq 30dBA para las frecuencias entre 31Hz y 100Hz” ó “niveles superiores a 50dB a la frecuencia de 125Hz”.
- Reducción de rendimiento en tareas de actividad mental: se genera con “Leq 40dBA con una frecuencia de 40Hz”, ó “70dB a las frecuencias entre 80Hz y 100Hz”.
- Reducción de vigilia y atención: se genera por “cambios de nivel de 10dB para las frecuencias entre los 12Hz y los 31Hz” y con “70dB a la frecuencias de 40Hz.”
- Somnolencia y dolor de cabeza: se genera con niveles Leq de 48dBA ó 59 a 79dBC, para las frecuencias entre 12Hz y 300Hz.
- Grado de fatiga subjetiva: se genera con una diferencia en Leq de 15dB entre el dBA y el dBC, para las frecuencias entre 12Hz y 300Hz.
- Alteración del sueño: se genera con “niveles de 65dB a las frecuencias de 50Hz a 63Hz” ó con un nivel Leq de 40dBA.

Otras afecciones se producen por niveles superiores a 140dB por lo cual no se tienen en cuenta para este estudio debido a que el rango de medición del sonómetro es de máximo 140dB RMS y 143dB peak

Las afecciones anteriores pueden causar otros síntomas como: desesperación, nerviosismo, ansiedad, cansancio, tensión muscular, enojo y alteración cardiaca.

5.3 CREACIÓN DE ENCUESTA

Analizando la información encontrada en los documentos se desarrolla una serie de preguntas que muestren la calidad del sueño y descanso de los trabajadores en la empresa.

Para crear esta encuesta se tuvo en cuenta algunas recomendaciones de psicólogos, y de especialistas en audiometría además de algunos estudios ya realizados, analizando el siguiente documento:

- Escuela de ciencias humanas, guía 50A. *“Cómo... plantear preguntas de investigación”*.

Finalmente se realiza la encuesta la cual está dividida en tres ítems:

1. Tener idea de la responsabilidad del trabajador respecto a su protección auditiva en el lugar de trabajo (uso y tipo de protectores auditivos). Se analizarán tres parámetros:

- Qué tipo de protección auditiva usa.
- Cuanto tiempo usa los protectores auditivos.
- La facilidad de comunicación, con el ruido presente

2. Obtener opinión del lugar y las condiciones de ruido en las que descansa el trabajador. Se analizarán las condiciones de descanso:

- Indagar sobre el lugar de descanso del trabajador.
- Indagar sobre la molestia que se presenta por las plantas eléctricas.
- Saber si se usa protección auditiva en el lugar.
- Indagar sobre la molestia que se presenta por el aire acondicionado
- Indagar si se siente vibración estructural en el lugar.

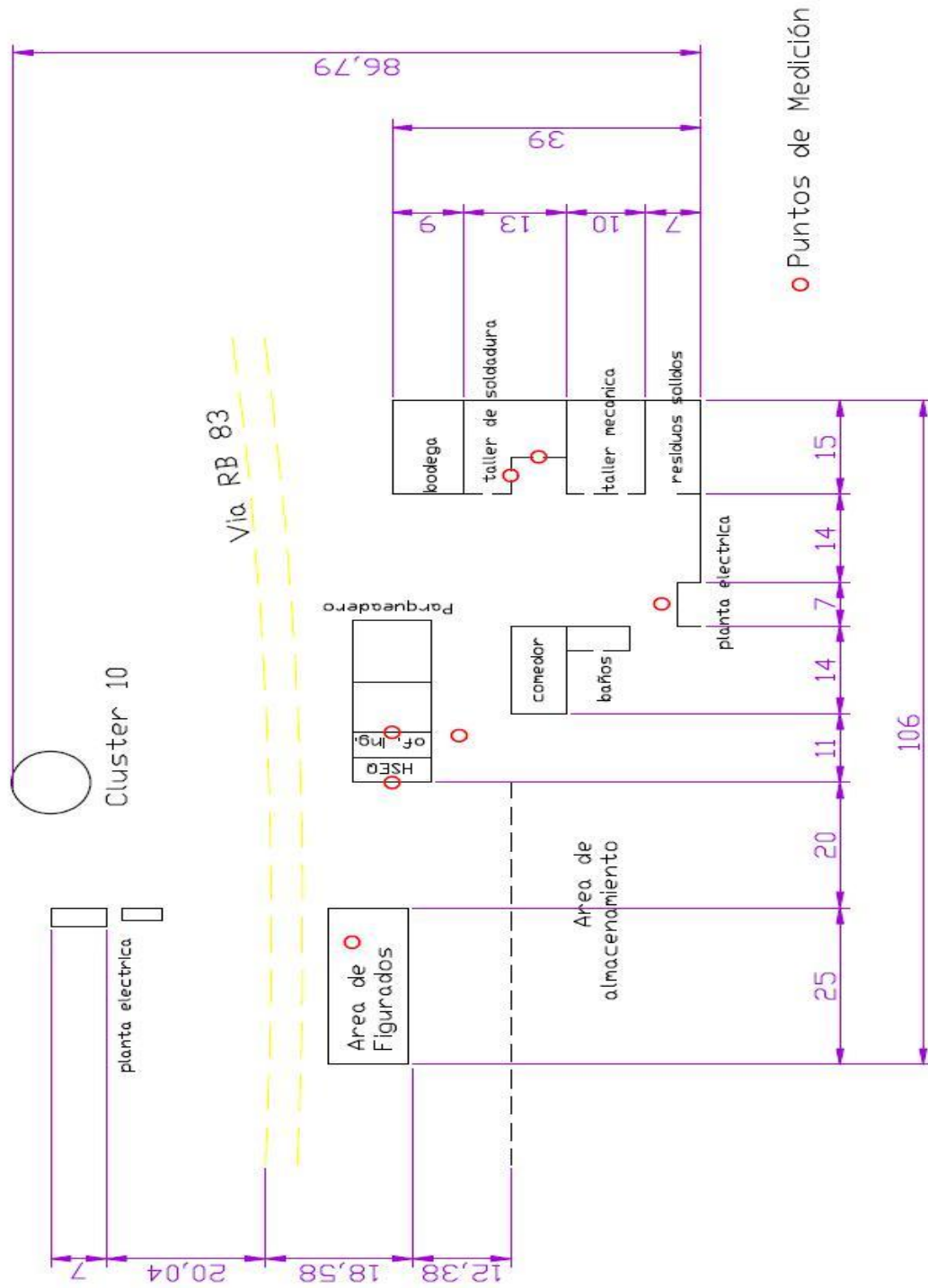
3. Determinar si el trabajador presenta algún síntoma causado por el ruido a baja frecuencia, tomando como referencia la OMS Y LA tesis de Luis Tafur.

Las preguntas se hacen de forma dicotómica en la cual la respuesta es “SI” ó “NO” donde finalmente se analizarán un total de 11 preguntas cada una con una molestia diferente.

Esta encuesta es revisada por el programa de psicología de la Universidad San Buenaventura y es mostrada en el **ANEXO B**.

5.4 PROCESO DE MEDICIÓN Y GRABACIÓN

Figura 1. Lugar de trabajo eléctricas de Medellín



5.4.1 MEDICIÓN

Se realizó en dos lugares diferentes, lugar de trabajo en horario diurno y lugar de descanso en horario nocturno.

El lugar de trabajo es amplio, tienen área de corte y soldadura, área de residuos, área de figurados, oficinas, y plantas eléctricas. Los puntos de medición fueron tomados donde los trabajadores permanecen, expuestos a altos niveles de ruido. (Ver Figura 1). De esta medición se realizó un informe Técnico (**ANEXO A**) que se entregó a los ingenieros de la empresa.

Lugar de descanso El lugar de descanso conocido como “barracas” está conformado por 15 casetas adecuadas como dormitorios, en donde cada una de ellas habita un máximo de 24 trabajadores. También se encuentran las zonas de baños parqueadero y un conjunto de 3 plantas eléctricas.

El suelo del lugar se compone de piedras de gravilla y los caminos en láminas de concreto, esto montado sobre arena amarilla de la cual se compone la totalidad del suelo de la petrolera.

Los muros y techo de las casetas están hechos por una lámina de aluminio, las puertas son en madera.

Figura 2. Interior caseta N



Figura 3. Exterior caseta N



La medición se realizó en horas de la noche de 9:00pm a 11:00pm.

El problema de ruido que se detectó es generado por las plantas eléctricas las cuales se encontraban a 9 metros de **la caseta N** siendo esta la más cercana. (Ver Figura 4 y figura 5). Para tener una mejor apreciación de cómo se distribuye el ruido por el lugar, las mediciones se realizan en los puntos que se muestran en la figura 4. Además dentro de la caseta N se realizaron tres mediciones en diferentes puntos para detectar los niveles de ruido dentro de esta. (Ver Figura 6)

Figura 4. Puntos de medición en el exterior de las casetas

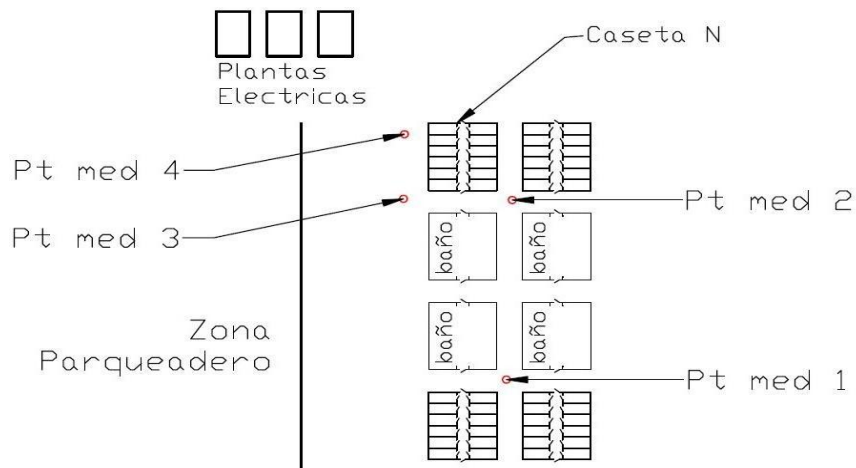
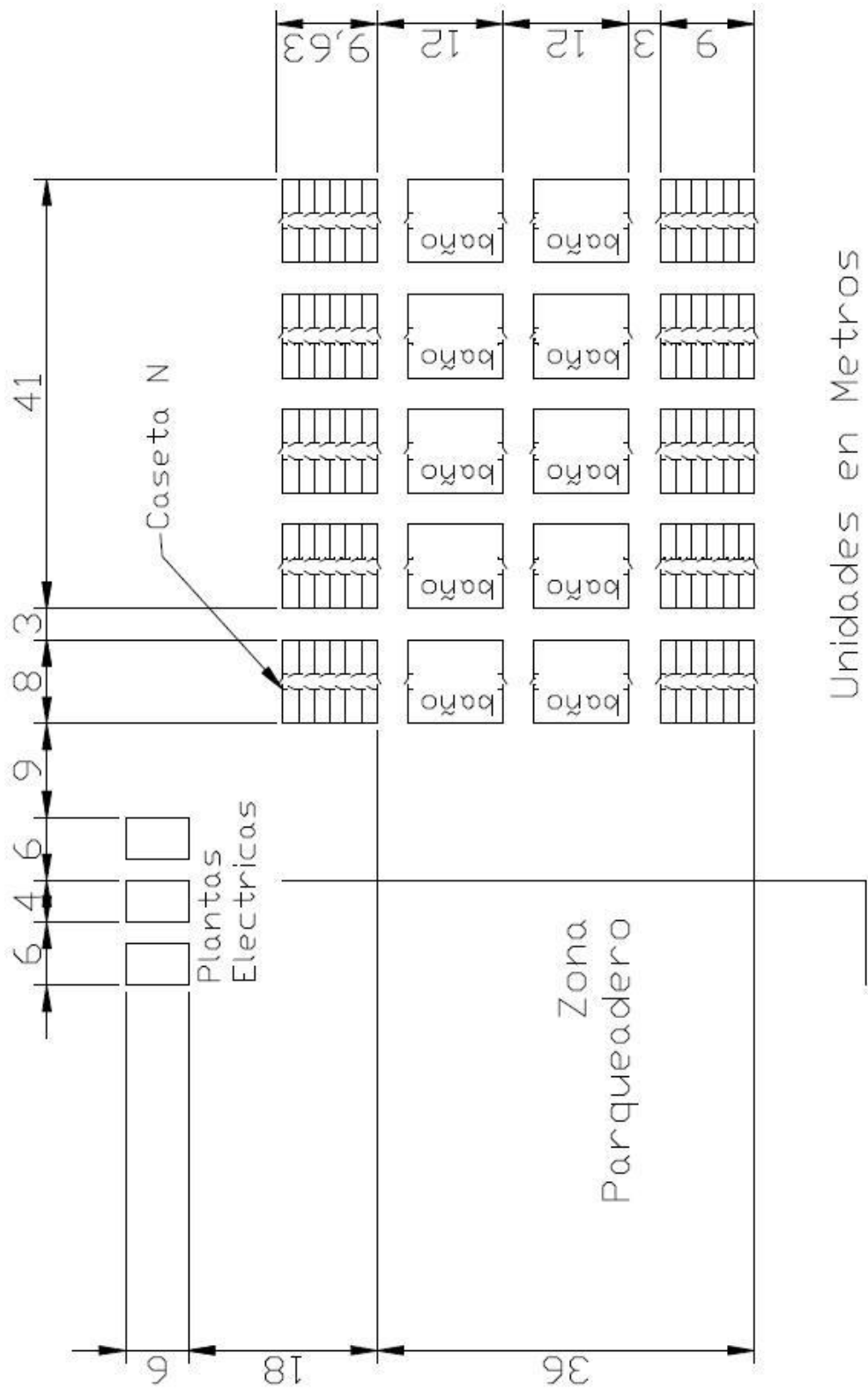
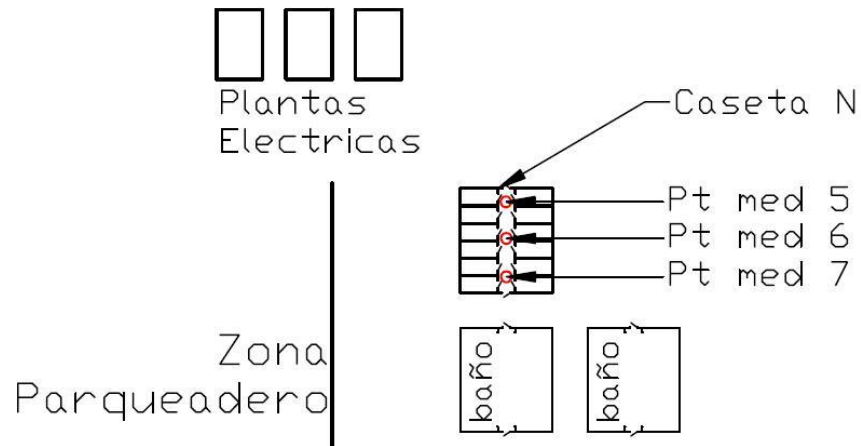


Figura 5. Dimensiones lugar barracas



Unidades en Metros

Figura 6. Puntos de medición interior caseta N



5.4.1.1 INSTRUMENTACIÓN Y PRODEDIMIENTO

El sonómetro utilizado es marca RION NA-27 el cual es integrador y cuenta con micrófono clase 1.

El procedimiento de medición fue de acuerdo a las recomendaciones de la resolución 8321, con mediciones de tiempos de 15 minutos por punto, a una altura de 1,5mts, en ponderaciones A y Flat, y constante de integración SLOW.

En el “taller de soldadora” se realiza una medición con constante de integración FAST para tener mejor apreciación del ruido impulsivo dado por los martilleos realizados por los trabajadores.

5.4.1.2 DATOS SONOMETRO

Al analizar el espectro de frecuencias se encontró que la principal fuente generadora de ruido presenta su fundamental entre los 80Hz y los 90Hz, presentando gran cantidad de nivel dentro de lo que son las bajas frecuencias. Los niveles de las frecuencias altas no se muestran ya que no forman parte de este estudio. La siguiente tabla muestra los niveles entre los 12Hz y los 250Hz.

Los niveles ponderados *A* y *Lin* se calculan utilizando el total del espectro de frecuencias desde los 12,5Hz hasta los 12,5KHz, estos valores se muestran en el anexo D.

Los datos arrojados por el sonómetro para las mediciones realizadas en el área de trabajo son las siguientes:

Tabla 4. Datos sonómetro lugar de trabajo

taller de soldadura																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	101,7	102,2	70,1	68,8	72,3	72,2	67,8	70,3	67,5	75	72,5	76,1	79,3	78,9	78,3	79,5
Lmin	72,4	63,1	48,4	44,9	55,2	69	50	47,8	50,3	55,8	57	56,8	53,7	56,2	52,8	53,1
Leq	88,4	88,5	56	53,1	58	70,4	56	54,3	56,4	60,6	63,7	63,8	63,9	64,5	62,8	65,8
area de residuos																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	88,8	82,6	72,1	75,5	72,2	76,5	77,1	80,1	76,1	81,1	73	73,7	71,2	72,3	73,9	75,2
Lmin	85,5	81,4	50,8	52,9	53,1	61,5	64,6	60,8	67,2	77,9	67,4	68,8	65,5	68,6	70,2	71,8
Leq	86,1	81,9	59,7	59,5	60,3	67	67,8	66,1	69,1	79,4	70	71,1	67,9	70,2	72,1	73,5
exterior oficinas																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	92,3	87,8	69,9	67,9	71	71	79,9	77,2	79	81,8	76,6	81,3	82,4	80	83	81,3
Lmin	69,3	56,3	50	46,7	48	53	54,6	48,4	56,7	61,9	54,5	56,9	53,6	52,6	53,4	54
Leq	74,8	66	58,5	56,3	57,8	60,7	62,5	63,7	64,3	66,2	60,8	61,8	60,9	59,1	59,7	59,4
interior oficinas																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	83,4	78,3	74,1	72,4	77,4	72,7	73,5	74,7	76,3	72,5	71,2	62,1	70,3	66,1	65,2	70,7
Lmin	68,1	53,6	50,2	59,9	56,2	53	58,6	50,7	46,3	48,8	48,6	44,6	46,2	46,1	48	50,1
Leq	73,5	64,9	58,1	64,3	65	63,3	62,2	58,9	59,5	63,2	54,2	50,4	56,5	54,7	52,8	57,6
area de figurado y Cluster 10																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	92,3	87,9	83	81,2	78,9	83,7	84	83,8	77,9	78,7	75,2	77,4	74,7	76,3	76,8	75,7
Lmin	77,2	64,9	52,2	50,1	52,9	53,6	50,2	50,2	56,6	69,3	57,3	59,4	65,8	66,4	70,3	60,1
Leq	82,8	69,6	70,2	68,5	67,1	65,7	65,5	66	61,9	72,3	62,3	63,3	68,3	68,3	73,4	63,2
area de corte y soldadura con constante de integracion "FAST"																
	dB [Lin]	dB A	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz
Lmax	108	102,5	80	80,3	79,8	77,7	74,3	79,1	78,3	77,2	77,8	74,3	77,3	78,8	85,4	93
Lmin	68,6	62,3	36,1	36,7	37,7	42,5	40,2	43,4	46,8	51,8	50,6	51,2	49,8	55,2	52,7	51,8
Leq	90,6	90,9	65,2	63,5	61,5	60,1	57,9	56,8	56,8	63	61,6	62,4	61,4	63,8	65	76

Analizando la tabla 3 se observa los lugares de soldadura, residuos y exterior de oficinas no presentan problemas a bajas frecuencias dado que no se observa una diferencia de más de 5dB entre la ponderación *Lin* y el *A*; Las aéreas de interior de oficinas y figurados, presentan gran cantidad de contenido en bajas frecuencias esto debido a la planta eléctrica que se encuentra cerca del cluster 10.

Tabla 5. Diferencia Lin Vs A lugar de trabajo

	soldadura	residuos	ext. Ofic	int. Ofic	figurados
dB [Lin]	88,4	86,1	74,8	73,5	82,8
dB [A]	88,5	81,9	86	64,9	69,6
diferencia	-0,1	4,2	-11,2	8,6	13,2

Los datos arrojados por el sonómetro para las mediciones realizadas en el área de descanso “Barracas” son las siguientes:

Tabla 6. Datos sonómetro lugar de descanso

Punto medicion 1				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	76,7	60,9		62,2	63,9	59,6	61,6	64,3	63	61,9	62,6	68,8	74,1	59,2	57,3
Lmin	74,8	57,2		56,4	59,5	56,5	58,7	60	58,5	59,5	60,9	66,2	71,8	58	55,6
Leq	75,9	58,3	74,83	60,2	62	57,9	60,2	62,3	61	60,7	61,9	67,7	73	58,4	56,5
Punto medicion 2				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	78,9	67		65,6	66,2	67,2	65,5	67	63,9	68,5	66,5	71,6	77	64,4	62,5
Lmin	75,1	56,5		55,3	53,4	53,6	56,3	56,5	54,6	54,2	56,6	66,9	72,2	59,1	57,2
Leq	77,1	59,4	76,33	60,5	60,2	59	61,3	61,5	58,8	58,3	60,8	69,5	74,8	61,7	59,6
Punto medicion 3				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	86,7	80,5		65,8	67,5	73,7	69,9	71,2	68,1	71,5	72,4	79,4	84,8	76,1	68,4
Lmin	82,6	65,2		54,5	54,3	54,1	57,6	60	59,9	62,3	65,8	74,5	80,1	71,5	63,8
Leq	84,8	67,5	84,29	61,5	61	60,3	63,1	65,2	63,7	65,8	68,8	77,2	82,8	73,6	65,5
Punto medicion 4				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	88,2	74,7		68,7	71,6	66,7	71,4	73,3	68,4	72,1	71,1	80,2	86,3	78,2	72,8
Lmin	85,3	69,2		57,2	57,8	55,1	59,8	64,1	61	60,3	62,2	76,4	82,9	73,3	69,6
Leq	86,6	70,2	86,17	64,2	65,8	59,9	64,3	69,2	64,7	63,7	66,3	78,3	84,6	75,6	71,1
Punto medicion 5				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	78	58,8		70,2	69,7	69,4	70,5	66,5	69,6	62	65,3	67,5	73,3	60,7	58,2
Lmin	73,4	52,7		59,5	56,3	53,3	57,4	58	58,7	55,9	55,2	63,8	69,6	56	53,4
Leq	75	54,4	73,55	63	63,5	59,1	60,6	62	63,1	58,9	60,5	65,8	71,5	58,3	55,7
Punto medicion 6				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	77,8	58,6		68,3	73	64,3	66,6	66,5	68,6	71	68,7	64,8	70,2	61,2	58,1
Lmin	71,6	51		58,1	56	51,6	55,5	58	58,4	56,5	55,8	60,3	65,6	56,2	53,5
Leq	73,3	52,4	71,48	62,2	62,5	56,2	60,5	62,7	61,7	60,4	62,2	62,8	68,1	58,7	55,7
Punto medicion 7				12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
	dB [Lin]	dBA	dBC												
Lmax	77,1	56,7		65,9	73,5	65	65,9	65	67,5	67,6	70,6	67	72,6	65,2	60
Lmin	73,2	53,2		55,1	58,1	55,9	53,8	55,5	57,1	57,6	60,2	62,3	68	59	55,6
Leq	75,2	54,5	73,47	61	67,9	60,3	58,1	60,4	61,6	60,7	65,4	65	70,5	61,3	57,4

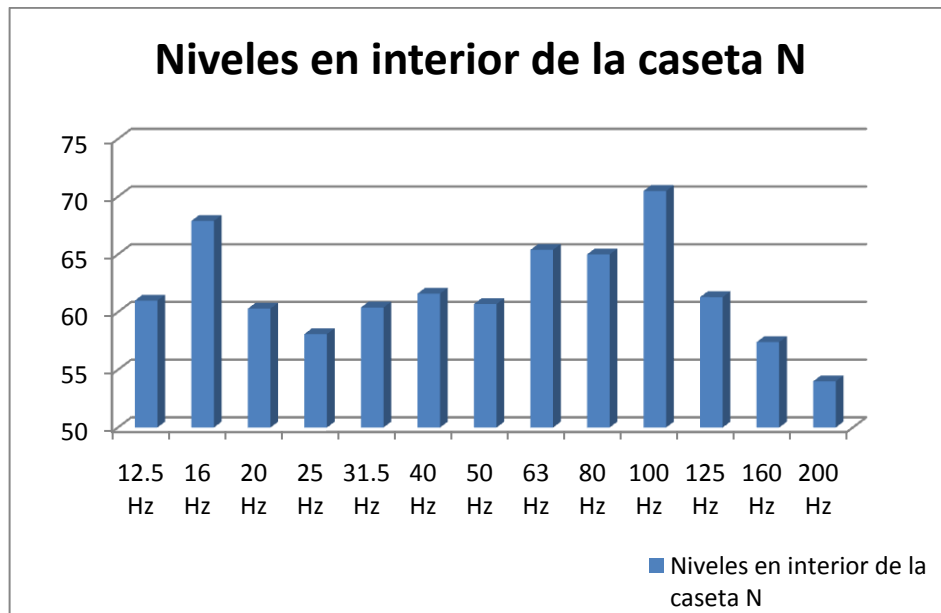
La tabla anterior muestra los niveles entre los 12Hz y los 160Hz ya que al analizar el espectro de frecuencias se encontró que la principal fuente generadora de ruido a baja frecuencia presenta su fundamental en 100Hz. Los niveles de las frecuencias altas no se muestran ya que no forman parte de este estudio.

Para el cálculo de las ponderaciones *A*, *C* y *Lin* se tuvieron en cuenta el total de las frecuencias brindadas por el sonómetro, estas se muestran en los anexos en el ANEXO D.

Las mediciones realizadas en barracas que por ser un lugar de descanso, y esparcimiento de los trabajadores conviene analizarlo con el documento del Ministerio de salud “resolución 0627 del 7 de abril de 2006”, al igual que realizar los ajustes propuestos en el caso que se encuentren bajas frecuencias y contenido tonal.

El análisis se realiza para el caso de la medición en el interior de la caseta mostrando los respectivos ajustes:

Tabla 7. Niveles interior caseta N.



La tabla 6 muestra una fundamental en 100Hz frecuencia a la cual se le realiza el análisis para mirar si es necesaria la corrección por contenido tonal.

Tabla 8. Valor L de contenido tonal.

[Hz]		[dB]		[dB]
16	fundamental	67,9	L =	7,25
12.5 y 20	media	60,65		
100	fundamental	70,5	L =	7,35
80 y 125	media	63,15		

Como lo especifica la resolución la diferencia L debe ser mayor a 8dB por lo que para este caso no se presenta contenido tonal dentro de la caseta.

Respecto a la presencia de Bajas frecuencias, se observa una diferencia de 20dB entre el ponderado A y el ponderado Lin demostrando la necesidad de hacer un correctivo de **8dBA** a las mediciones. Los niveles quedarían así:

Tabla 9. Niveles con corrección por bajas frecuencias.

	pt 1	pt 2	pt 3	pt 4	pt 5	pt 6	pt 7
dB A corregidos	66,3	67,4	75,5	78,2	62,4	60,4	62,5

5.4.2 GRABACIÓN

El objetivo de esta grabación es dar una muestra del ruido presente, además de realizar una prueba con un grupo de personas las cuales se expondrán a este ruido en sus lugares de descanso y horas de sueño, la prueba consiste en realizarles una encuesta de cómo les afecto el ruido y tener así una apreciación de una persona que oye por primer vez este sonido.

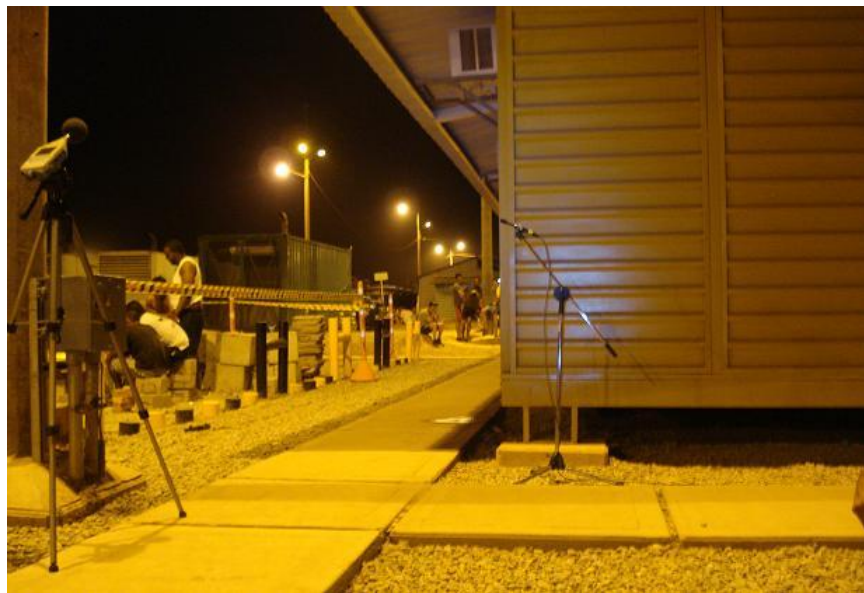
Al realizar la grabación se utilizó:

- interfaz de audio marca M-Audio.
- micrófono de medición marca dBX.
- Computador portátil.
- La grabación se realizó a una frecuencia de muestreo de 48KHz y una resolución de 24bits.

El micrófono se ubicó en la entrada de la caseta N, esto por ser la más cercana a las plantas eléctricas, lo que hace que los trabajadores que descansan en esta caseta sean los más afectados por el ruido.

La grabación se realizó por un tiempo de una hora y treinta minutos (1h, 30min) en un horario en que la mayoría de los trabajadores esta descansando.

Figura 7. Ubicación micrófono junto a caseta N, al fondo las plantas eléctricas



6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 COMPARACIÓN AFECCIONES CONTRA MEDICIONES

Tabla 9. Listado de afecciones

1	dolor y molestia en el oído
2	variación del pulso
3	variaciones sobre las cuerdas vocales y el habla
4	fatiga corporal
5	vibraciones localizadas en el cuerpo
6	vibración dentro del tórax
7	vibración pared abdominal
8	respuesta sensorial no auditiva
9	estrés
10	estado de desconciencia propia y del ambiente
11	variación de la frecuencia respiratoria
12	interferencia en la comunicación
13	reducción de rendimiento en actividades mentales
14	reducción de vigilia y atención
15	somnolencia y dolor de cabeza
16	grado de fatiga subjetiva después del trabajo

Tabla 10. Comparación afecciones con mediciones

No afección	EXT	INT		12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz			
1				140															
2				Lmax 128															
3					>125														
4				>120															
5				>105															
6				132	145				105										
7				128		132			105										
8				>105, >100							>95								
9				105															
10																	>60		
11				>100					>120				>100						
12								>90, Leq >30dBA							>50				
13									40dBA			70							
14				>10 del nvl de percepción															
15				48dBA ó 59-79dBC															
16				dif de 15dB entre dBA-dBC															
	dBA	dB C	dB Lin	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz			
ext caseta	70,2	86,17	86,6	64,2	65,8	59,9	64,3	69,2	64,7	63,7	66,3	78,3	84,6	75,6	71,1	71,6			
int caseta	62,5	73,47	75,2	61	67,9	60,3	58,1	60,4	61,6	60,7	65,4	65	70,5	61,3	57,4	54			

En la tabla 10 se muestra una comparación de los niveles de presión sonora medidos en el área de descanso contra los niveles de las afecciones encontradas mostrando su respectiva frecuencia.

El color violeta representa la medición en el exterior de las casetas y el color rojo en el interior de la caseta N.

La tabla muestra que de las 16 afecciones encontradas las cuales se producen por niveles inferiores a 140dB, solamente 5 tienen mayor probabilidad que los trabajadores las estén sufriendo:

6. Estado de desconciencia propia y del ambiente.
7. Interferencia en la comunicación
8. Reducción del rendimiento en actividades mentales
9. Somnolencia y dolor de cabeza
10. Grado de fatiga subjetiva después del trabajo

6.2 COMPARACIÓN DATOS A - LIN EN LUGAR DE DESCANSO

La manera objetiva de identificar un problema a bajas frecuencias es analizar la diferencia entre las dos ponderaciones A y LIN, ó A y C.

La diferencia de niveles para que exista problema a bajas frecuencias según la OMS es de 10dB, y para la OSHA y otras organizaciones norte americanas es una diferencia de 15dB. En la tabla 11 se observa como para las dos recomendaciones se está superando el límite recomendado.

Tabla 12. Diferencia de niveles en Barracas sin penalización

LUGAR	LIN [dB]	A [dBA]	Diferencia [dB]
EXTERIOR			
Punto de medicion 1	75,9	58,3	17,6
Punto de medicion 2	77,1	59,4	17,7
Punto de medicion 3	84,8	67,5	17,3
Punto de medicion 4	86,6	70,2	16,4
INTERIOR			
Punto de medicion 5	75	54,4	20,6
Punto de medicion 6	73,3	52,4	20,9
Punto de medicion 7	75,2	54,5	20,7

La diferencia de 17dB entre las dos ponderaciones muestra un claro comportamiento de ruido a bajas frecuencias, generado por la planta eléctrica la cual permanece encendida durante toda la noche.

Al exterior de la caseta se muestra una diferencia de 17,5dB en promedio para todos los puntos de medición, estos puntos guardan una distancia entre ellos superior a 4m así como se muestra en la Figura 2 y Figura 3. Los niveles en ponderación A se presentan a un nivel moderado sin la penalización dada por la resolución 0627.

La diferencia de niveles en el interior de la caseta N es mayor que la del exterior, pero el nivel de las frecuencias bajas se mantiene igual, es decir, se tiene una diferencia de niveles de 20dB debido a la disminución de ruido a frecuencias medias-altas.

La *resolución 0627* establece niveles máximos para zonas de descanso, donde se recomienda un *máximo de 55dBA*, nivel que se ve superado al realizar la respectiva penalización en los puntos tanto al exterior como al interior de la caseta N.

Tabla 13. Diferencia de niveles en Barracas con penalización

LUGAR	LIN [dB]	A [dBA]	Diferencia [dB]
INTERIOR			
Punto de medicion 5	75	62,4	12,6
Punto de medicion 6	73,3	60,4	12,9
Punto de medicion 7	75,2	62,5	12,7

El nivel dentro de la caseta de 62,5dBA muestra un nivel que sobre pasa los 55dBA recomendados por la *resolución 0627*. Lo que significaría que se está afectando al trabajador, dado que el lugar que está destinado al descanso del mismo y presenta niveles que superan lo recomendado para el horario nocturno.

Aun con la penalización se observa el claro problema a bajas frecuencias, mostrando una diferencia de 12dB que supera los 10dB recomendados por la OMS.

6.3 ANALISIS MEDICION EXTERIOR E INTERIOR DE LA CASETA N

Para analizar el aislamiento brindado por los materiales con los que están construidas las casetas se realiza una comparación entre los niveles al exterior y al interior de la caseta N.

En base a las mediciones realizadas en el *punto 3* y el *punto 7* se realiza la comparación frecuencia a frecuencia de los niveles presentes; la comparación se hace de forma porcentual arrojando los siguientes datos.

Tabla 14. Diferencia porcentual de niveles entre el interior y el exterior de la caseta N

rango de porcentajes [%]	Frecuencias [Hz]							
0 10	12,5	20	25	31	40	50	63	
11 15	lin	16	100	160	200	250		
16 20	A	80	125					
21 30	315	400	800	1000	1600	2000		
31 40	500	630	1250	2500	3150	4000	6300	
41 50	5000	8000						
51 60	10000	12500						

La tabla muestra que hacia las frecuencias bajas entre 12Hz y 250Hz la diferencia de niveles no muestra un porcentaje superior al 20%, por lo que se puede decir que los materiales con los que están hechas las casetas no son lo suficientemente fuertes para aislar la energía de las bajas frecuencias. Por el contrario para las frecuencias altas el aislamiento se presenta más alto llegando a un 50% de diferencia entre los dos puntos de medición.

6.4 ANALISIS GRABACIÓN

Figura 8. FFT de la grabación



El comportamiento del ruido de las plantas eléctricas se compone principalmente por las frecuencias de 80Hz a 100Hz, con un pico en 90Hz, este ruido se presenta de manera variable en su intensidad, convirtiéndolo en una especie de zumbido.

Se presenta una gran cantidad de energía en las frecuencias que van de 100Hz a 250Hz al igual que 45Hz y 75Hz, estos podrían ser armónicos y sub-armónicos de la fundamental que estaría en 90Hz.

A lo largo de todo el espectro se visualiza un ruido constante, el cual auditivamente se puede caracterizar como un ruido rosa, este ruido también es generado por las plantas eléctricas.

Entre 500Hz y 8KHz se encuentran las voces y los movimientos de los trabajadores, aparte de esto se tiene otros sonidos ambiente los cuales son esporádicos tales como: duchas, alarmas, cantar de aves, puertas, etc.

6.5 ANALISIS DE RESULTADOS ENCUESTA TRABAJADORES

Se entrevistaron un total de 24 trabajadores. Los cuales se presentan entre las edades de 23 a 55 años, dando un promedio de 36 años, las labores que

desempeñan son en su mayoría electricistas, algunos obreros y auxiliares de bodega.

A partir de la encuesta se obtiene que el 90% de los trabajadores se ha realizado alguna vez una audiometría.

Los resultados de la encuesta respecto al lugar de trabajo son:

Tabla 15. Tipo de protector auditivo

tipo de protector auditivo		
	No personas	%
Inserción	6	25
copa	0	0
ambos	15	62,5
ninguno	3	12,5
Total	24	100

La tabla 13 muestra que con mayor frecuencia se hace uso de los dos tipos de protectores. Los comentarios de los trabajadores hablan de la obligación de uso de estos siempre que se esté trabajando y transitando en campo.

Tabla16. Hora de uso de P. auditiva

tiempo de uso de protección auditiva		
	No personas	%
menos de 1h	3	12,5
menos de 4h	12	50
mas de 5h	9	37,5
Total	24	100

Tabla 17. Facilidad de comunicación

es facil entablar una conversación		
	No personas	%
si	15	62,5
no	9	37,5
Total	24	100

En la tabla 14 se muestra que el uso de la protección auditiva para el 50% de la muestra es de menos de 4 horas, los comentarios de los trabajadores llevan a que el ruido no se presenta de manera constante durante las 8 horas de trabajo, por lo que no es necesario el uso constante de estos durante toda la jornada. Aquellos

que lo usan menos de una hora ó que sencillamente no los usan, es porque sus labores no lo ameritan.

A la pregunta si es fácil la comunicación con entendimiento (tabla 15) se obtuvo que para algunos trabajadores que están en campo se dificulta en algunos momentos del día.

Los resultados respecto al lugar de descanso son:

Tabla 18. Lugar de descanso

duerme en barracas		
	No personas	%
si	15	62,5
no	9	37,5
Total	24	100

Tabla 19. Caseta de dormitorio

duerme en la caseta N		
	No personas	%
si	6	40
no	9	60
Total	15	100

De los 24 trabajadores encuestado 15 han dormido en el lugar de la medición. Los otros 9 duermen en otros lugares de la petrolera. A estos 15 trabajadores se les pregunto sobre la molestia presentada por las plantas eléctricas, sobre la percepción de vibración y sobre el uso de protección auditiva en el lugar de descanso.

Tabla 20. Molestia por las plantas eléctricas

siente molestia por las plantas eléctricas			siente vibración en el lugar de descanso		
	No personas	%		No personas	%
si	3	20	si	9	60
no	12	80	no	6	40
Total	15	100	Total	15	100

De los 15 trabajadores que respondieron las preguntas de la tabla 18 el 80% afirmo no sentir ninguna clase de molestia por el ruido generado por las plantas eléctricas, y aseguro no sentir el ruido fuerte, casualmente el 20% restante que dijo si sentir molestia está durmiendo en la caseta N.

En cuanto a la vibración el 60% de la muestra dijo sentirla, destacándose la vibración en las paredes de la caseta; dos de los trabajadores dijeron sentir vibración en su cabeza.

Al total de los encuestados se les pregunto sobre las molestias presentadas por el aire acondicionado ya que todos afirmaron usarlo el resultado es el siguiente:

Tabla 21. Molestia por aire acondicionado

siente molestia por el Aire Acond.			Ha despertado por el Aire Acond.		
	No personas	%		No personas	%
si	9	37,5	si	12	50
no	15	62,5	no	12	50
Total	24	100	Total	24	100

Como se muestra en la tabla 19, el 37% de los encuestados afirmo sentir molestia por el ruido, pero el 50% dice haber despertado durante la noche a causa del aire acondicionado. Esto es debido a que el 13% respondió haber despertado por las condiciones del clima del aire acondicionado.

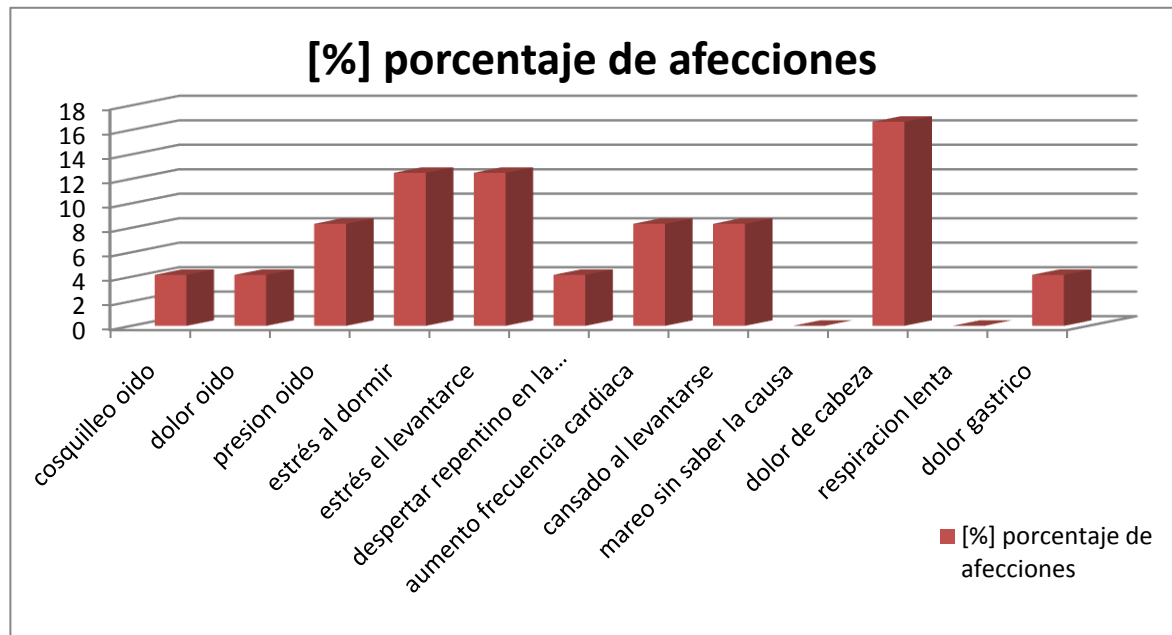
Tabla 22. Usa protección auditiva en el descanso

usa protección auditiva en su descanso		
	No personas	%
si	1	4,17
no	23	95,83
Total	24	100

A la pregunta si usa protección auditiva en su descanso solamente una persona de la muestra afirmo haberla usado alguna vez, sin mayores beneficios para la comodidad, por lo que su comentario fue “finalmente uno termina acostumbrándose al ruido”.

Finalmente el objetivo de la encuesta es indagar si los trabajadores presentan las molestias más probables debidas al ruido de baja frecuencia.

Tabla 23. Afecciones por baja frecuencia en los trabajadores



Las afecciones se presentan en porcentajes mínimos en la muestra total.

El mínimo es de un 0% para respiración lenta y mareo. Seguido por cosquilleo en el oído, dolor de oído y despertar repentino con un 4%.

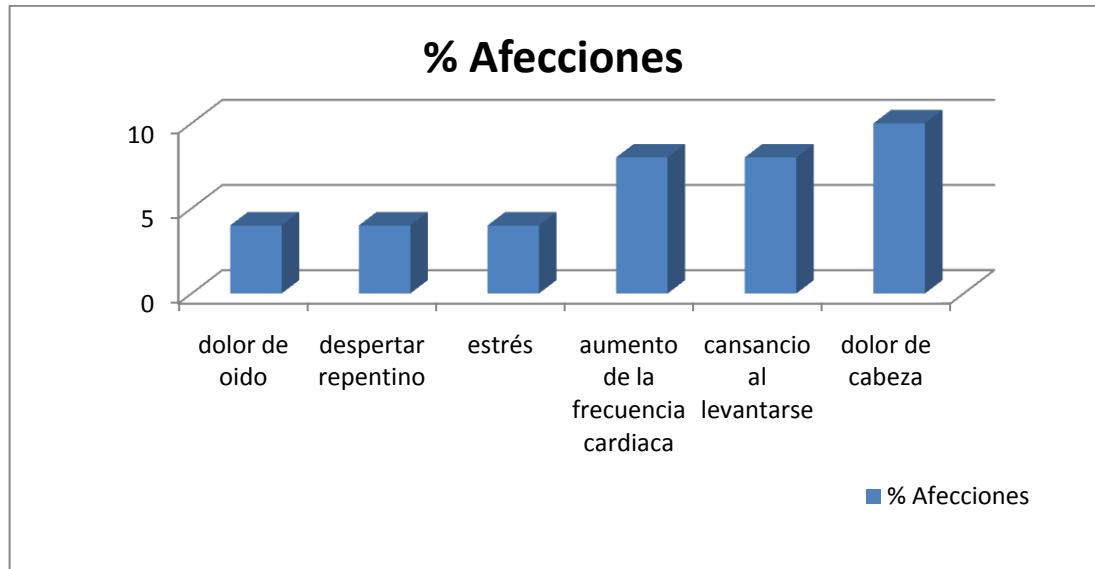
Con el 8% en las afecciones de presión en el oído, aumento de la frecuencia cardiaca y cansancio al levantarse.

El caso de estrés al dormir y al despertar se presenta con un 12%, aunque el 8% asegura sentir estrés a causa del encierro y la rutina, dejando un 4% que siente estrés por ruido.

El máximo se presenta para el dolor de cabeza con un 18%, aunque el 8% asegura sentir dolor de cabeza a casusa del calor del lugar, esto quiere decir que por ruido el 10% presenta dolor de cabeza.

De la encuesta que se realizo a la muestra de 24 trabajadores se puede decir que las afecciones más comunes causadas por ruido a baja frecuencia son:

Tabla 24. Afecciones encontradas en los trabajadores



En vista que los porcentajes se presentan a niveles demasiado bajos se realizó un estudio aparte en el cual se analizan las respuestas de los trabajadores que descansan en la caseta N, que de acuerdo a las mediciones y los comentarios es la más afectada por el ruido.

De los 15 que duermen en barracas 6 han dormido en la caseta N como se muestra en la tabla 17.

Las respuestas que dieron estos 6 trabajadores son:

Tabla 25. Afecciones en caseta N

Presencia de la molestia	No personas	%
despertar durante la noche	2	33,3
presión en el oído	3	50,0
estrés al dormir	2	33,3
estrés al despertar	3	50,0
cansancio al levantarse	4	66,7
TOTAL	6	100

Los porcentajes se muestran altos en estos 6 trabajadores, destacándose las molestias mostradas en la tabla 23.

Uno de los encuestados respondió haber sentido alteración cardiaca al momento de despertar repentinamente durante la noche.

El cambio entre los dos porcentajes es bastante considerable dado el hecho que se estaría comprobando que a los trabajadores que descansan más cerca de la fuente de ruido se presentan con mayor porcentaje de afección.

6.6 ANALISIS ESTUDIO CON GRABACION

Para complementar el estudio realizado con las encuestas a los trabajadores, se realizo un estudio a un grupo de 12 personas, las cuales se les coloco el ruido grabado en su lugar de descanso. Esta reproducción del ruido se realizo por 6 horas y 30 minutos en las horas de la noche.

A la mañana siguiente de la exposición al ruido se realiza una encuesta con las mismas características realizada a los trabajadores (ANEXO C).

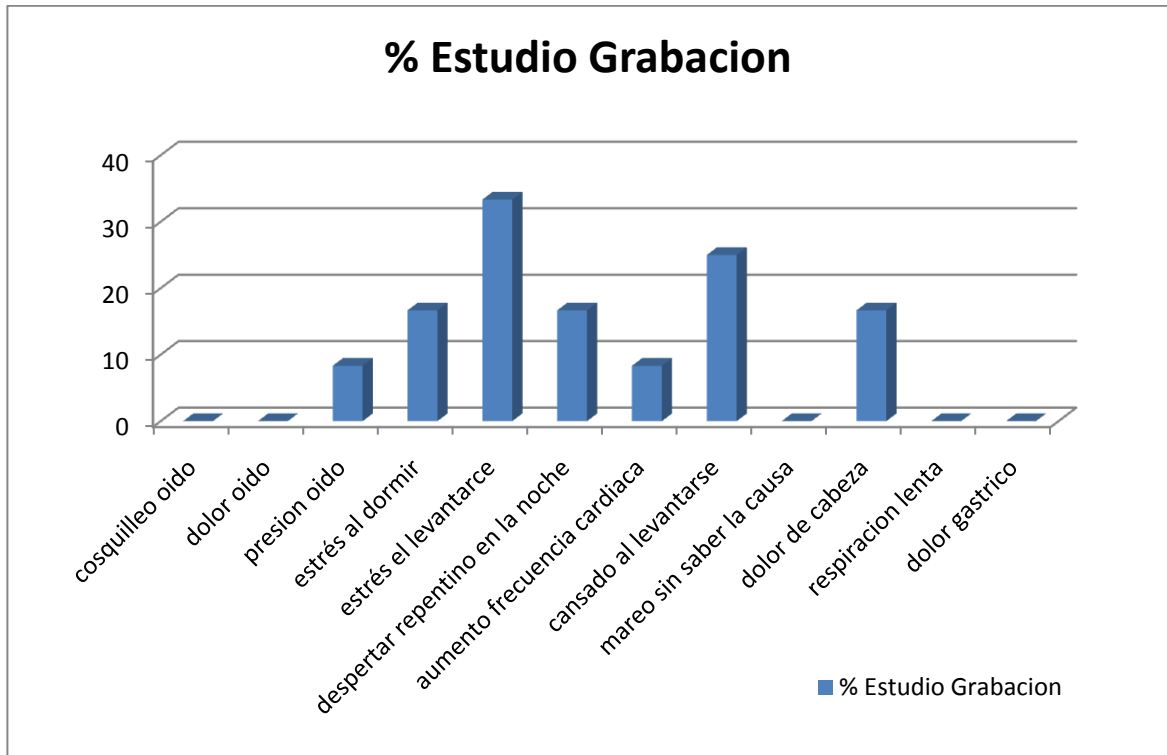
Las personas presentan edades entre los 19 y los 52 años, para un promedio de 34 años.

El análisis a las preguntas realizadas son las siguientes:

Tabla 26. Molestia por ruido en prueba

fue facil conciliar el sueño con el ruido			sintio fuerte el ruido que se genero		
	No personas	%		No personas	%
si	10	83,33	si	6	50,00
no	2	16,67	no	6	50,00
Total	12	100	Total	12	100

Tabla 27. Molestias en grupo de estudio



La afección más fuerte en el grupo de estudio fue el estrés al levantarse, esto por la sensación de enojo, y cansancio. Concordando con la siguiente afección con el porcentaje más alto que es cansancio al levantarse.

De las afecciones con los porcentajes más bajos se presentó, estrés al dormir, y despertar repentino en la noche, seguido por presión en el oído y aumento de la frecuencia cardiaca por despertar el despertar repentino.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontró la presencia de frecuencias bajas en el lugar de descanso de los trabajadores, causada por un conjunto de plantas eléctricas las cuales se encuentran a no menos de 10 metros de la primera caseta de descanso. Es de anotar que estas plantas operan durante toda la noche. Las características de esta fuente muestran un comportamiento fuerte a los 100Hz siendo esta la frecuencia que presenta mayor nivel con 70.5dB, a partir de esta las frecuencias de 16Hz, 63Hz y 80Hz muestran un nivel 10% menor al máximo, y las frecuencias de 12.5Hz, 20Hz, 25Hz, 31Hz, 40Hz, 50Hz, 125Hz y 160Hz muestran un nivel 15% menor al máximo. Demostrando el claro comportamiento de bajas frecuencias.

Según el análisis la presencia de frecuencias bajas es lo suficientemente fuerte que llega a mostrar una diferencia de 12,7dB entre las ponderaciones A y C por lo que es necesario un ajuste de penalización a la ponderación A. además la medición en ponderación *Lin* se encuentra 17.5dB sobre la ponderación A, demostrando toda la información que se está quitando en un estudio de este tipo. El nivel continuo equivalente de 62,5dBA supera lo recomendado por la resolución 0627 del ministerio de salud para las zonas de tranquilidad como lugares de descanso.

El 12% de afectados según la encuesta se interpreta como un valor bajo el cual es debido al nivel moderado de ruido para las casetas más alejadas de las plantas eléctricas donde no se está superando lo recomendado por la resolución 0627, pero en el caso que se tomara solamente las opiniones de los trabajadores que descansan en la caseta más cercana a la fuente de ruido, el porcentaje aumenta considerablemente llegando a un 50% de personas con afecciones de presión en el oído, estrés al levantarse y un 66% que sufren de cansancio muscular al levantarse. Esto muestra que realmente el ruido presenta afección a los trabajadores lo que quiere decir que a un nivel de ruido más fuerte se estaría afectando a mayor cantidad de personas, o habría mayor cantidad de afecciones ya que se tendría más percepción del ruido presente.

La costumbre al ruido es otro factor importante en el bajo porcentaje de afectados, con la prueba realizada al grupo de personas expuestas al ruido grabado se determinó que más del 25% de los encuestados presento estrés y cansancio al levantarse, acompañado de dolor de cabeza en un 15%. Estas afecciones coinciden con las encontradas en los trabajadores dando un indicio que estas pueden ser causadas por el ruido presente. Claro está que no es posible asegurar que las molestias sean únicamente por el ruido ya que no son fácilmente detectables debido a que sus sensaciones son principalmente subjetivas además que también se presentan por otros factores como el calor, la rutina, el encierro, problemas personales, o problemas de salud crónicos.

De acuerdo a la comparación realizada entre los niveles necesarios para que las afecciones por frecuencias bajas se produzcan y las mediciones realizadas en el lugar de descanso, se encontró que las afecciones como estrés, reducción del rendimiento en actividades mentales, somnolencia, dolor de cabeza y fatiga corporal, son las que tienen mayor probabilidad de producirse en los trabajadores ya que los niveles presentes entre las frecuencias de 50Hz y 160Hz se encuentran arriba de los 70dB nivel al que las afecciones mencionadas empiezan a producirse, además estas molestias coinciden con las encontradas en la encuesta realizada al grupo de estudio.

Las empresas del sector industrial, piden a las aseguradoras de riesgos profesionales realizar mediciones de ruido dentro de sus instalaciones, las empresas dentro de la petrolera realizan este proceso, asegurándose que los niveles de ruido se mantengan dentro de lo recomendado por la resolución en los lugares de trabajo, pero para los lugares de descanso el proceso de medición de ruido parece no tener ninguna recomendación. Para el caso de una petrolera donde el trabajador realiza turnos de 21 días en campo y 7 días fuera de este, es necesario crear una medida que haga el seguimiento a las condiciones de ruido dentro del campo petrolero, es decir tanto en el lugar de trabajo, como lugares de alimentación, dispersión y descanso; asegurando que las condiciones del trabajador durante sus 21 días en campo sean favorables para su salud en todo momento en cuanto a niveles de ruido se trata.

BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de salud “Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983”
2. Ministerio de salud “resolución 0627 del 7 de abril de 2006”
3. TIM SOUTH, Managing Noise and vibration at work, 2004
4. Organización Mundial de la Salud. Normativa para ruido.
5. JUAN RICARDO MANCERA. Seguridad y salud en el trabajo LTDA
6. Anexo 3 Ecopetrol normas técnicas de calidad de aire, ruido y suelos
7. la Universidad de Antioquia Hipoacusia neurosensorial por ruido industria y solventes orgánicos en la Gerencia Complejo Barrancabermeja
8. Escuela de ciencias humanas, guía 50A. “Cómo... plantear preguntas de investigación”.
9. LUIS TAFUR. “Protocolo de medición de ruido de baja frecuencia basado en los efectos del mismo en el ser humano” Tesis Universidad San Buenaventura, 2005

ANEXO A

INFORME TECNICO DE MEDICIÓN PRESEN TADO A LA EMPRESA

ANÁLISIS DE MEDICIONES

Responsable de la medición: Camilo Hernando Parra Castro CC 1030528675

Las mediciones se realizaron con sonómetro marca RION NA-27 a 1,5m de altura, el quipo se calibró en el lugar de la medición con un pistofono a 94dB a la frecuencia de 1KHz.

Las mediciones se realizaron los días 22 y 23 de febrero del año 2011. En ninguno de los dos días durante la medición hubo presencia de lluvia, el día se presento soleado y despejado.

CRITERIO DE REFERENCIA

La resolución 8321 expresa los siguientes niveles permitidos dentro del ambiente laboral.

Duración por día [horas]	Nivel de sonido en dBA y respuesta lenta [Slow]
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼	115

El programa de conservación de la audición exclama que el empleador debe generar un programa efectivo para la protección de la audición donde el trabajador no sea expuesto a niveles máximos a 85dBA en respuesta "Slow" para propósitos de conservar una mejor audición.

Cuando se presenten circunstancias en las que el nivel al que se expone el trabajador sea superior a 85dBA se hace necesario un programa de monitoreo y crear así estrategias para dar a los empleados un seguimiento y asegurarse de darles una protección auditiva adecuada, además a los trabajadores se les debe dar la opción de escoger que clase de protectores desea usar y recibir una capacitación sobre niveles de ruido, conservación del oído, y manejo del equipamiento de protección. Es decir el empleador debe dar al trabajador Conocimiento sobre efectos del ruido, el propósito las ventajas y desventajas que dan los protectores auditivos, esto en un tiempo anual.

Área de trabajo

- Taller de soldadura.

Esta medición se realizó entre las 3:30pm y 4:30pm. Las condiciones del suelo entre el trabajador y el sonómetro son concreto empolvado.

Datos:

- Ponderación A respuesta SLOW: **81,4dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **82,3dB**

Las mediciones se realizaron con un tiempo de 15 minutos con un intervalo de tiempo entre ellas de 1 minuto, la principal fuente de ruido en este lugar es el equipo de soldadura y corte de metal. En el momento de la medición se encontraban presentes de 3 a 4 trabajadores.

El nivel continuo equivalente (Leq) presenta un nivel de **81,4dBA** valor que se ajusta al máximo permitido por la resolución de 90dBA por 8 horas.

Se realizó una medición con tiempo de integración FAST para apreciar el nivel de los picos de martilleo dados por los trabajadores.

- Ponderación Flat respuesta SLOW: **90,6dB**

El análisis del ruido por tercios de octava muestra que la mayor cantidad de energía se concentra hacia las frecuencias medias-altas a partir de 800Hz hasta los 10KHz donde los niveles de presión sonora son más cercanos a los 100dB.

Se recomienda realizar un tratamiento a las frecuencias altas utilizando materiales que las absorban tales como madera o algún tipo de material

poroso, Dado que en el momento los muros y techos están hechos con láminas de aluminio se podría estar atenuando de manera considerable el ruido generado por los quipos de corte y soldadura. De igual forma se recomienda evitar que las paredes sean paralelas.

- **Área de Residuos.**

Esta medición se realizó entre las 4:30pm y 4:45pm. Las condiciones del suelo entre la fuente de ruido (planta eléctrica) y el sonómetro son concreto y tierra empolvados. La fuente se presenta encerrada en una habitación hecha de ladrillo y lamina de aluminio.

Datos:

- Ponderación A respuesta SLOW: **81,9dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **86,1dB**

La medición se realizó con un tiempo de 15 minutos, la principal fuente de ruido es la planta eléctrica. En el momento de la medición no estaba presente ningún trabajador en un radio de 6m.

En este lugar la fuente presenta un nivel bastante alto teniendo en cuenta que el ruido es de carácter continuo.

El análisis del ruido por tercios de octava muestra que la mayor cantidad de energía se concentra hacia las frecuencias medias-bajas a partir de 31Hz hasta los 2.5KHz donde los niveles de presión sonora son más cercanos a los 100dB.

La característica del ruido de esta fuente es el componente tonal el cual presenta una fundamental en 63Hz, con algunos armónicos en 100Hz y 250Hz. De igual forma se presentan sub armónicos en 50Hz y 25Hz.

El inconveniente del ruido tonal es la poca percepción en las frecuencias bajas tal como en este caso, las características del ruido tonal es su capacidad de transmitirse a largas distancias ya sea de manera estructural o por vía aérea.

Se recomienda aislar en las direcciones donde se encuentren los trabajadores con muros gruesos y de material denso, o una barrera acústica dada la necesidad de la ventilación de la planta eléctrica.

Un aislamiento estructural también ayuda a que no se produzca transmisión del ruido por vía terrestre.

- **Exterior de oficinas HSEQ e Ingeniería.**

Esta medición se realizó entre las 4:50pm y 5:10pm. Las condiciones del suelo entre la fuente de ruido y el sonómetro es tierra empolvada. El objetivo de esta medición es mirar el nivel de ruido que se acerca al área de las oficinas.

Datos

- Ponderación A respuesta SLOW: **66dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **74,8dB**

La medición se realizó con un tiempo de 15 minutos las fuentes de ruido principalmente son las dos encontradas en las mediciones anteriores.

En este lugar debido a la distancia se observa un nivel de ruido menor aproximadamente de 10dBA.

En relación a lo especificado por la resolución 8321, los niveles de ruido están dentro lo normal.

El nivel continuo equivalente (Leq) el cual presenta un nivel de 66dBA. Nivel aceptable para un tiempo de 8 horas laborales.

En el análisis por tercio de octava se observa el componente tonal generado por la planta eléctrica en la frecuencia de 63Hz a un nivel de presión sonora de 96dB.

La recomendación dada esta medición es realizar el tratamiento a la planta eléctrica, fuente de mayor intensidad en este punto.

- **Interior oficinas de HSEQ e Ingeniería.**

Estas mediciones se realizaron en dos horarios diferentes del día, una entre las 5:15pm y las 5:30pm, y otra entre las 8:00am y las 8:15am.

Datos

Interior HSEQ

- Ponderación A respuesta SLOW: **60,3dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **73,1dB**

Interior Ingeniería

- Ponderación A respuesta SLOW: **64,9dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **73,5dB**

La diferencia de más de 10dB entre la ponderación A y Flat muestra el problema de ruido en frecuencias bajas, hasta el momento caracterizado por la planta eléctrica.

En relación a lo especificado por la resolución 8321, los niveles de ruido están dentro lo normal. El nivel continuo equivalente (Leq) el cual presenta un nivel de **60,3dBA** para la oficina de HSEQ y de **64,9dbA** para la oficina de ingeniería. Es un nivel aceptable para un tiempo de 8horas laborales.

- **Punto cercano a área de figurados y cluster 10.**

Esta medición se realizo entre las 8:40am y 8:55am, las condiciones del suelo son tierra empolvada, en el momento de la medición se encontraba presente un trabajador.

Datos

- Ponderación A respuesta SLOW: **69,6dBA**
- Ponderación Flat respuesta SLOW: **82,8dB**

Las fuentes de ruido encontradas fueron: una cortadora de acero utilizada por el trabajador, una planta eléctrica ubicada en el cluster 10, y tráfico vehicular.

El nivel de ruido se encuentra dentro de lo permitido el nivel continuo equivalente (Leq) presenta un nivel de 69,6dBA. El cual es aceptado para un tiempo de 8 horas laborales, sin embargo dada la complejidad y el número de fuentes de ruido, se aconseja realizar nuevas mediciones en este punto.

En el análisis por tercio de octava se observa un comportamiento tonal dado por la planta eléctrica ubicada en el cluster 10. Con una frecuencia fundamental de 63Hz y un nivel de presión sonora de 101,8dB.

En el momento en que el trabajador hace uso del quipo para cortar metal se encuentra gran nivel de presión sonora en las frecuencias medias – altas comprendidas entre en 1KHz y 8KHz y con niveles cercanos a los 100dB.

ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido en las aéreas evaluadas se pueden resumir en la siguiente tabla, donde se muestra los niveles máximos de ruido y el grado de riesgo por colores.

Cabe aclarar que la normativa colombiana tiene en cuenta los SPL en dBA, sin embargo se muestran los valores SPL Flat (sin filtro de ponderación), para el conocimiento de los valores reales.

punto de medición	area evaluada	SPL (dBA)		SPL dB flat		tiempo medición (hs)	tiempo de exp (hs)	tiempo maximo de exp (hs)	Tipo de ruido				uso de proteccion auditiva	
		LeqA	nivel SEL	Leq	nivel SEL				continuo	intermitente	impacto	tonal	si	no
1	taller soldadura	88,00	114,70	88,40	114,85	0,50	8,00	0,25		x	x		x	
2	area de residuos	81,90	111,40	86,10	115,60	0,25	8,00	0,25	x			x	x	
3	exterior de oficinas	66,00	95,50	74,80	104,30	0,25	8,00	4,00		x		x	x	
4	interior of. HSEQ	60,30	89,80	73,10	102,60	0,25	8,00	8,00		x		x		x
5	interior of. Ing	64,90	94,50	73,50	103,10	0,25	8,00	4,00		x		x		x
6	area figurado cluster 10	69,60	99,20	82,80	102,40	0,25	8,00	2,00		x	x	x	x	

bajo	
medio	
alto	
extremo	

PROTECCIÓN AUDITIVA

La siguiente tabla muestra las especificaciones de protección que brindan los protectores de inserción utilizados en la empresa.

PROTECCION DE INSERCIÓN "ARSEG®" ref:9-092									
frecuencia	125	250	500	1K	2K	3,15K	4K	6,3K	8K
atenuacion dB	29,4	30,8	31,8	32,1	33,1	37,8	36,8	39,5	39,5
error dB	4,3	4	3,9	3,3	2,6	3,6	3,3	4,5	2,8
Proteccion (dB)	25,1	26,8	27,9	28,8	30,5	34,2	33,5	35	36,7

Tomado de <http://www.arseg.com.co/catalogo/fichastecnicas/auditiva/9092.pdf>

Se recomienda garantizar la continuidad en el uso de protección auditiva en el lugar de trabajo, ya que este atenúa en gran nivel la intensidad del ruido presente en las aéreas de taller de soldadura, taller mecánico y área de figurado.

ANEXO B

CONDICIONES DEL RUIDO EN LUGARES DE DESCANSO

El propósito de esta encuesta pretende caracterizar un grupo de trabajo expuesto a ruido tanto en horas laborales como de descanso.

Nombre: _____

Edad: _____

Labor que desempeña: _____

Lugar de trabajo: _____

Tiempo que lleva desempeñando esta labor: _____

¿Cuál era su actividad laboral anterior?: _____

¿Se ha realizado alguna vez una audiometría? Si no

1. en las siguientes preguntas responda SI o No respecto a su lugar de trabajo

- a) ¿usa tapones auditivos en su lugar de trabajo? Si no
- b) ¿usa balaca con cascos auditivos en su lugar de trabajo? Si no
- c) ¿usa protectores auditivos por más de 5 horas? Si no
- d) ¿usa protectores auditivos por menos de 4 horas? Si no
- e) ¿Es fácil entablar una conversación con el ruido presente? Si no

2. En las siguientes preguntas responda SI ó No respecto a su lugar de descanso

- a) ¿duerme usted en el lugar conocido como Barracas? Si no
- b) ¿Ha dormido en la caseta N? Si no
- c) ¿donde descansa el ruido de las plantas eléctricas es fuerte? Si no
- d) ¿se ha despertado por el ruido de las plantas eléctricas? Si no
- e) ¿usa protección auditiva en el lugar de descanso? Si no

DE RESPONDER "SI" CONTESTE LAS PREGUNTAS A-B.

- a. ¿el uso de protección auditiva causa ó causo incomodidad? Si no
- b. ¿mejora el sueño con la protección auditiva durante la noche? Si no

DE RESPONDER "NO" CONTESTE LAS PREGUNTAS C-D.

- c. ¿no lo usa por incomodidad? Si no
- d. ¿no usa porque no lo ve necesario? Si no

- f) ¿usa el aire acondicionado durante la noche? Si no

DE RESPONDER "SI" CONTESTE LAS PREGUNTAS A-B.

- a. ¿le molesta el ruido del aire acondicionado al nivel que lo usa? Si no
- b. ¿se ha despertado por el ruido del aire acondicionado? Si no

- g) ¿Siente usted vibración en el lugar que descansa? Si no
- a. ¿Siente vibración en su cabeza? Si no
- b. ¿siente vibración en sus extremidades? Si no
- c. ¿Siente vibración en su pecho ó espalda? Si no

3. **En las siguientes preguntas responda si presenta los síntomas en el lugar de descanso. Si responde "SI" diga la frecuencia de este, tomando 1 como el menos frecuente y 5 el más frecuente.**

1. Siente cosquilleo o molestia en el oído.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
2. siente dolor en el oído.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
3. ha sentido presión en el oído "oído tapado".
Si no
1. 2. 3. 4. 5.

Sabiendo que el Estrés se define como: cambios de ánimo (enojado), nerviosismo, ansiedad, cansancio, tensión muscular, tendencia al insomnio; responda las preguntas 4 -5.

4. siente estrés al momento de ir a dormir sin una causa aparente.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
5. Se siente estresado al levantarse.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
6. Se ha despertado repentinamente debido al ruido presente.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
Siente aumento de la frecuencia cardiaca al despertarse.
Si no
7. Se siente cansado al levantarse.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.

8. Ha sentido mareo sin saber la causa de este.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
9. Ha sentido dolor de cabeza en algún momento mientras toma su descanso.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
10. Ha sentido que su respiración se hace más lenta seguido de reacciones tales como:
(suspiro, tos) sin saber la causa.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.
11. A sentido dolor gástrico aun cuando ya ha comido.
Si no
1. 2. 3. 4. 5.

ANEXO C

CONDICIONES DEL RUIDO EN LUGARES DE DESCANSO

El propósito de esta encuesta pretende caracterizar un grupo de personas expuestas a ruido en sus viviendas en horas de la noche tomando su descanso.

Nombre: _____

Edad: _____

Labor que desempeña: _____

Tiempo que lleva desempeñando esta labor: _____

¿Se ha realizado alguna vez una audiometría? Si no

1. ¿fue fácil conciliar el sueño con el ruido generado? Si no
2. ¿sintió fuerte el ruido que se genero? Si no
3. ¿pensó en atenuar el ruido de alguna forma: almohada, Protección auditiva, o alguna otra? Si no
 Si la uso: ¿mejoro el sueño con la protección auditiva? Si no

4. En las siguientes preguntas responda si presento los síntomas durante la prueba.

1. Sintió cosquilleo o molestia en el oído. Si no
2. Sintió dolor en el oído. Si no
3. Sintió presión en el oído "oído tapado". Si no

Sabiendo que el Estrés se define como: cambios de ánimo (enojado), nerviosismo, ansiedad, cansancio, tensión muscular, tendencia al insomnio; responda las preguntas 4-5.

4. Sintió estrés al momento de ir a dormir a causa del ruido. Si no
5. Se sintió estresado al levantarse. Si no
6. Se despertó repentinamente debido al ruido presente. Si no
 Siente aumento de la frecuencia cardiaca al despertarse. Si no
7. Se sintió cansado al levantarse. Si no
8. Sintió mareo sin saber la causa. Si no
9. Sintió dolor de cabeza en algún momento tomando su descanso. Si no
10. Sintió que su respiración se hizo más lenta seguido de reacciones como: (suspiro, tos) sin saber la causa. Si no
11. Sintió dolor gástrico aun cuando había comido. Si no

ANEXO D

Tabla Anexo D. Mediciones realizadas

Frecuencia	Leq												
	area de trabajo						area de descanso						
	taller soldadura	area de residuos	exterior oficinas	interior oficinas	area de figurados	area de corte y soldadura "FAST"	punto de medición 1	punto de medición 2	punto de medición 3	punto de medición 4	punto de medición 5	punto de medición 6	punto de medición 7
Lin	88,4	86,1	74,8	73,5	82,8	90,6	75,9	77,1	84,8	86,6	75	73,3	75,2
C							74,83	76,33	84,29	86,17	73,55	71,48	73,47
A	88,5	81,9	66	64,9	69,6	90,9	58,3	59,4	67,5	70,2	54,4	52,4	54,5
12.5 Hz	56	59,7	58,5	58,1	70,2	65,2	60,2	60,5	61,5	64,2	63	62,2	61
16 Hz	53,1	59,5	56,3	64,3	68,5	63,5	62	60,2	61	65,8	63,5	62,5	67,9
20 Hz	58	60,3	57,8	65	67,1	61,5	57,9	59	60,3	59,9	59,1	56,2	60,3
25 Hz	70,4	67	60,7	63,3	65,7	60,1	60,2	61,3	63,1	64,3	60,6	60,5	58,1
31.5 Hz	56	67,8	62,5	62,2	65,5	57,9	62,3	61,5	65,2	69,2	62	62,7	60,4
40 Hz	54,3	66,1	63,7	58,9	66	56,8	61	58,8	63,7	64,7	63,1	61,7	61,6
50 Hz	56,4	69,1	64,3	59,5	61,9	56,8	60,7	58,3	65,8	63,7	58,9	60,4	60,7
63 Hz	60,6	79,4	66,2	63,2	72,3	63	61,9	60,8	68,8	66,3	60,5	62,2	65,4
80 Hz	63,7	70	60,8	54,2	62,3	61,6	67,7	69,5	77,2	78,3	65,8	62,8	65
100 Hz	63,8	71,1	61,8	50,4	63,3	62,4	73	74,8	82,8	84,6	71,5	68,1	70,5
125 Hz	63,9	67,9	60,9	56,5	68,3	61,4	58,4	61,7	73,6	75,6	58,3	58,7	61,3
160 Hz	64,5	70,2	59,1	54,7	68,3	63,8	56,5	59,6	65,5	71,1	55,7	55,7	57,4
200 Hz	62,8	72,1	59,7	52,8	73,4	65	52,8	54,1	62	71,6	53,1	52,7	54
250 Hz	65,8	73,5	59,4	57,6	63,2	76	50,7	51,4	58,5	65,5	49,9	49	51
315 Hz	69,4	75,7	57,3	58,6	62,3	70,6	48,6	48,3	55,4	61,8	44,6	43,5	43,3
400 Hz	72,4	76	57	60,9	63	70,6	48,3	48,6	56,4	58,8	45	43	42
500 Hz	72,6	72,5	55,7	60,3	61,8	71,4	47,9	48,2	57,4	57,8	42	40,4	39,3
630 Hz	72,7	73,9	54,7	59,6	59,3	71,9	49,8	49	57,1	57,8	40,9	39,9	39,1
800 Hz	74,4	72,1	55,1	56,4	58,6	74	47,7	47,8	54,4	60	38,4	37,1	38,5
1 kHz	76,5	71,3	54,7	54	57,4	75,7	45,8	46,6	53,1	56,5	35,7	34,8	37,8
1.25 kHz	76,3	73,2	55	53,6	58,3	78,1	45,7	47	53,8	55,3	35	34,6	36,9
1.6 kHz	78,1	71,5	56,3	52,3	57,5	82,1	45,1	46,7	54,8	56,2	34,7	34	38,1
2 kHz	80,7	70,5	54,5	49,5	56,3	81,6	42,8	43,7	53,2	56,2	33,4	33,1	37,1
2.5 kHz	78,3	68,5	53,8	46,5	56,7	82,6	40,9	42,6	51,7	51,9	31,3	29,9	34,2
3.15 kHz	77,6	67	53,5	44,2	54,1	81,1	39,3	39,7	48	50,4	29,1	27,8	30,1
4 kHz	75,7	63,5	52,7	44,4	52,8	79,2	39,4	39,5	46,7	48,3	28,7	26,2	28
5 kHz	75,1	61,4	51,8	40,7	49,4	77,7	38,1	38,5	43,8	45,4	26,4	24,5	25,2
6.3 kHz	75,3	59	50,1	39,9	48,1	76,4	38,1	38,5	43	45,2	25	24,3	25,9
8 kHz	74,5	55,6	48,3	39	46	74,6	37,2	37,2	43,4	46,9	23,8	23,5	23,5
10 kHz	73,4	51,4	45,3	34,7	44,1	72,7	35,7	34	40,9	43,2	20	19,5	18,8
12.5 kHz	70,6	48,5	40,7	30	39,4	70,2	31,7	30,8	37,3	36,5	19,6	18,6	16,7