

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**



Trabajo de fin de carrera titulado:

**Evaluación del nivel de ruido y planteamiento de una
propuesta de control para el área de producción en la
empresa productos cárnicos maribó ubicada en la ciudad de
Latacunga-Cotopaxi durante el periodo 2018**

Realizado por:

Israel Alexander Analuisa Moreno

Tutor del proyecto:

Rubén Vasconez Ing. Msc.

Como requisito para la obtención del título de

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 14 Agosto del 2018

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ISRAEL ALEXANDER ANALUISA MORENO, con cédula de identidad Nro. 050314109-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



ISRAEL ALEXANDER ANALUISA MORENO

C.C: 050314109-5

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado:

“TEMA DE TESIS”

Realizado por:

ISRAEL ALEXANDER ANALUISA MORENO

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

RUBÉN VASCONEZ ING. MSC.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



RUBÉN VASCONEZ ING. MSC.

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Henry Cárdenas

Oscar Tapia

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


MSc. Henry Cárdenas


MSc. Oscar Tapia

Quito, agosto del 2018

DEDICATORIA

Toda la gloria y la honra se la doy a Dios, porque él ha sido fiel conmigo, por el tiempo de prueba y por todas las bendiciones que derrama cada día, a mi esposa Yadira quien ha sido mi ayuda idónea en todo este tiempo que descuide de ella por mi trabajo y mis estudios gracias.

A mis padres, Gonzalo y Mirian por todo su amor incondicional por sus oraciones y por el apoyo que me brindan siempre, a mis hermanos por estar siempre conmigo en las buenas y malas y a mis sobrinos traviesos los amo.

A toda mi familia que es el núcleo y apoyo de todos nosotros.

AGRADECIMIENTOS

A la prestigiosa Universidad Internacional SEK por los conocimientos impartidos en todo el trayecto de estudios, la experiencia compartida para formar líderes y profesionales en el campo de la seguridad y salud ocupacional en el Ecuador.

Al Ing. Rubén Vásconez MSc. que gracias a su profesionalismo, ética y entrega ha permitido que sea posible la elaboración de mi proyecto de titulación.

A los profesores MSc Henry Cárdenas y MSc Oscar Tapia quienes con sus lecturas aportaron sus conocimientos y observaciones fundamentales para la realización de este proyecto de titulación.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el área de producción de una empresa de productos cárnicos, mismo que se realizó en base al método de ingeniería UNE-EN ISO 9612:2009 Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Metodología reconocida a nivel internacional, que permite el acercamiento para determinar el nivel de exposición a ruido en el trabajo mediante un análisis detallado de los puestos de trabajo, selección de estrategia de medición, cálculos y presentación de resultados. La estrategia planteada para el mismo, fue una medición basada en la tarea en la cual se realizó una muestra de 3 mediciones por puesto basado en la tarea con una duración de 5 minutos, por medio del insumo obtenido se puede aplicar los cálculos correspondientes para la evaluación de ruido y nivel de riesgo, una vez obtenidos estos datos se procede a comparar con los valores máximos permisibles en la normativa legal vigente Ecuatoriana decreto ejecutivo 2393 y se emite una propuesta de control con el objetivo de reducir al máximo los focos generadores que pueden dar cabida a una afección a nivel del conducto auditivo con el pasar del tiempo y la exposición del trabajador, creando así una cultura de la conservación de la salud de los trabajadores potencializando a un ambiente de trabajo saludable.

ABSTRACT

The present study was conducted in the production area of a meat products company, which was based on the engineering method UNE-EN ISO 9612: 2009 Acoustics. Determination of exposure to noise at work. Internationally recognized methodology, which allows the approach to determine the level of exposure to noise at work through a detailed analysis of jobs, selection of measurement strategy, calculations and presentation of results. The strategy proposed for the same was a measurement based on the task in which a sample of 3 measurements per post was made based on the task with a duration of 5 minutes, by means of the input obtained we can apply the corresponding calculations for the Noise assessment and risk level, once these data are obtained, we proceed to compare them with the maximum permissible values in the current Ecuadorian law Executive Decree 2393 and a control proposal is issued with the objective of reducing as much as possible the generators that can to accommodate a condition at the level of the ear canal with the passage of time and exposure of the worker, thus creating a culture of the conservation of workers' health, empowering a healthy work environment.

INDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS	xii
Capítulo I.....	1
INTRODUCCION	1
1.1 Problema de la investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.1.1 Diagnóstico.....	2
1.1.1.2 Pronóstico.....	3
1.1.1.3 Control Pronóstico.	4
1.1.2 Objetivo general.	4
1.1.3 Objetivos específicos.	5
1.1.4 Justificación	5
1.2 Marco teórico.....	6
1.2.1 Adopción de una perspectiva teórica.....	6
1.2.1.1 Ruido	6
1.2.1.2 Velocidad del sonido.....	7
1.2.1.3 Frecuencia	7
1.2.1.4 Potencia Sonora	7
1.2.1.5 Presión Sonora.....	8
1.2.1.6 Suma de presión sonora.....	9
1.2.1.7 Suma de niveles sonoros	10
1.2.1.8 Resta de niveles sonoros.....	11
1.2.1.9 Clases de ruido.....	12
1.2.1.10 Nivel de Banda de Octava.....	13
1.2.1.11 Escalas de Ponderación.....	16
1.2.1.12 Medidas de Nivel Sonoro	19
1.2.1.13 Sonometría	20
1.2.1.14 Dosimetrías	21
1.2.1.15 Selección de las posiciones o puntos de medidas	23
1.2.1.16 Número de puntos de medida.....	24
1.2.1.17 Factores influyentes en la lesión auditiva.....	31

1.2.1.18	Enfermedades del oído medio	32
1.2.1.19	Legislación Nacional del Ecuador	32
CAPITULO II	.....	35
Método	.....	35
2.1. Tipo de Estudio	.....	35
2.2. Modalidad de Investigación	.....	35
2.3 Método	.....	36
2.4 Población y Muestra	.....	38
2.5 Selección instrumentos investigación	.....	39
2.5.1 Equipo de medición	.....	40
2.5.2 Características del equipo utilizado	.....	40
2.5.3 Calibrador acústico	.....	40
CAPÍTULO III	.....	44
Resultados	.....	44
3.1 Presentación y análisis de resultados	.....	45
3.2 Aplicación Práctica	.....	52
3.2.1 Cálculos	.....	52
3.3 Propuesta de Medida de Control	.....	55
3.3.1 Actuación en la fuente y costes de los controles:	.....	56
Capítulo IV	.....	63
Discusión	.....	63
4.1 Conclusiones	.....	63
4.2 Recomendaciones	.....	63
Bibliografía	.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa	2
Figura 2. Orientación optima de los micrófonos de presión para medición de campo	25
Figura 3. Sonómetro Casella 620	41
Figura 4. Dosímetro Casella.....	43
Figura 5. Características técnicas del equipo (Dosímetro).....	43
Figura 6. Medición 1 Molino LAeq de octava	45
Figura 7. Medición 2 Molino LAeq de octava	46
Figura 8. Medición 3 Molino LAeq de octava	47
Figura 9. Medición 1 Cutter LAeq de octava.....	47
Figura 10. Medición 2 Cutter LAeq de octava.....	48
Figura 11. Medición 3 Cutter LAeq de octava.....	48
Figura 12. Medición 1 Embutido LAeq de octava	49
Figura 13. Medición 2 Embutido LAeq de octava	49
Figura 14. Medición 3 Embutido LAeq de octava	50
Figura 15. Medición 1 Cocción LAeq de octava	50
Figura 16. Medición 2 Cocción LAeq de octava	51
Figura 17. Medición 3 Cocción LAeq de octava	51
Figura 18. Orejera Peltor Bull's Eyes	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de presión acústica y nivel de presión acústica.....	9
Tabla 2 Valores para sumar niveles sonoros	11
Tabla 3 Valores simplificados para resta de niveles sonoros	11
Tabla 4 Espectro de frecuencias audibles.....	15
Tabla 5. Nivel Global de ruido ponderado A	17
Tabla 6. Nivel Global de ruido ponderado A	19
Tabla 7. Tiempo de exposición permisible a ruido	22
Tabla 8. Selección de la estrategia de medición a evaluar	37
Tabla 9. Población y muestra área de producción.....	38
Tabla 10. Descripción del proceso de embutidos.....	38
Tabla 11. Puestos de trabajo.....	39
Tabla 12. Características técnicas del equipo (Sonómetro).....	41
Tabla 13. Mediciones basada en la tarea	52
Tabla 14. Jerarquía de Controles	55
Tabla 15. Atenuación de Orejera Peltor Bull's Eyes.....	59
Tabla 16. Valor del ruido equivalente atenuado.....	60

Capítulo I

INTRODUCCION

1.1 Problema de la investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

Según (Ferran, Tolsa, Cabani,, 2008) en su libro Ruido y Salud Laboral la mayor cantidad de casos de trastorno del oído son de carácter ocupacional, además de mencionar que las causas para que se desarrolle esta problemática laboral son los altos niveles de ruido de las maquinarias y los procesos productivos a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

Más importante aún es el hecho de que la pérdida de la audición se categoriza como una enfermedad irreversible, que genera gran pérdida de la calidad de vida en el ámbito personal y laboral, mencionan que el 40% de los trabajadores que están expuestos a niveles de ruido superiores a los 90 dB a los 65 años, habrán ya adquirido alguna enfermedad que provoca pérdida de audición. (Ferran, Tolsa, Cabani,, 2008)

Según un artículo del (Diario el Comercio, 2014) el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) registra en el Ecuador unas 14.000 enfermedades ocupacionales al año, pero menos del 3% de ellas se reportan. En el 2012 se reportaron 240 afecciones ocupacionales al IESS, un 35 % más de enfermedades que en el 2011, entre tantas enfermedades los problemas auditivos ocupan apenas el puesto 16 esto quiere decir el 0,8% de las enfermedades profesionales.

En la provincia de Cotopaxi según estadísticas del IESS se reportaron 25 enfermedades profesionales en el año 2017, a través de la página de estadísticas del

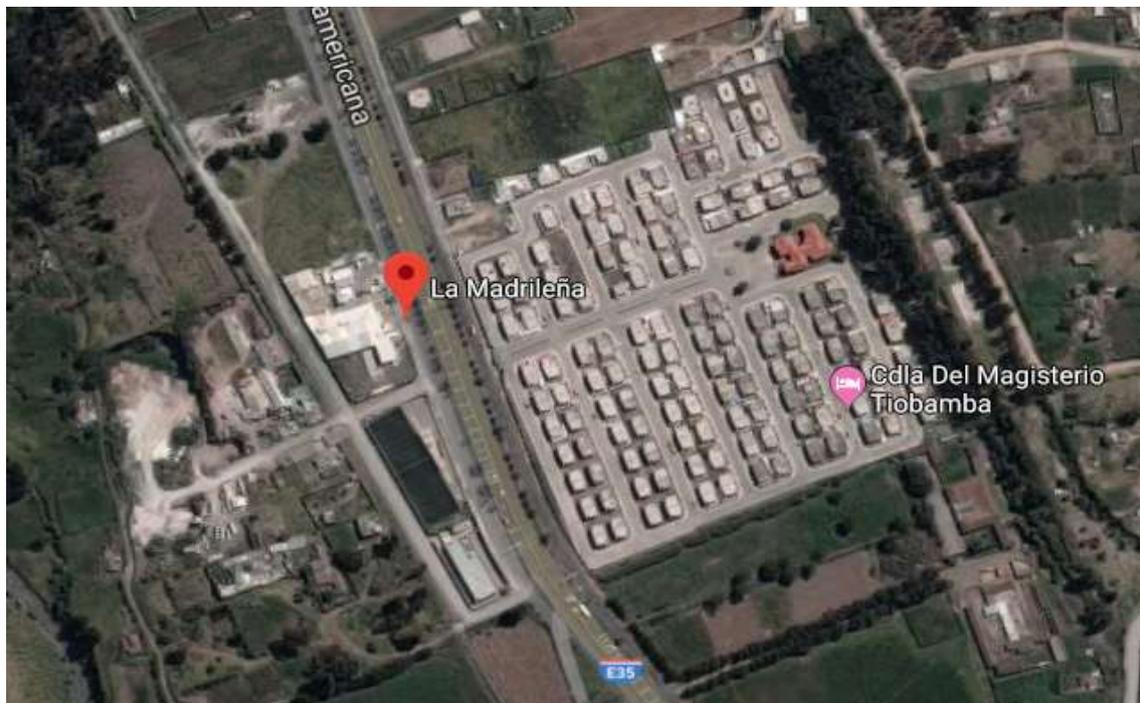
seguro de riesgos del trabajo, sin embargo, la misma no menciona problemas de tipo auditivo en forma específica, y mucho menos se puede encontrar información sobre trastornos del oído. (Seguro General de Riesgos del Trabajo , 2017)

1.1.1.1 Diagnóstico

Existen empresas que se dedican a la manufactura de embutidos, entre sus procesos para la elaboración, conservación y comercialización de todo tipo de embutidos, para ello es necesario construir plantas de producción que contienen máquinas que generan una alta dosis de ruido, debido a que estas poseen en su diseño elementos como sierra de corte, molino, mezcladora, y embutidora.

Actualmente las instalaciones físicas se encuentran ubicadas en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga parroquia Belisario Quevedo sector Tiobamba, Km 4 panamericana sur. (Ver Figura 1)

Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa



Fuente: Google Map

En el año 2015 la empresa objeto de estudio realizó un primer estudio de mediciones de ruido debido a la generación, uso y utilización de grandes maquinarias para llevar a cabo el proceso de embutidos cárnicos, los altos niveles sonoros emitidos por estos equipos, conlleva un riesgo importante para los trabajadores operativos que, en la mayoría de los casos observados, se encuentren expuestos a jornadas de 8 horas de trabajo diario. Con este antecedente, al revisar la matriz de riesgos laborales NTP 330 INSHT de metodología cualitativa de la cual disponen al verificar el plan de acción actual, se determina que el nivel de ruido dentro del área de producción podría llegar a convertirse en un problema para la población trabajadora que sufriría consecuencias extremadamente dañinas con el pasar del tiempo, lo cual deja una gran preocupación en el nivel jerárquico superior de la empresa.

La empresa cuenta con una superficie de 4259 m² de las cuales 3669 m² del área se dedican a la producción de embutidos en general.

La población total de trabajadores es de 43 personas 7 mujeres y 36 hombres. Las áreas con las que cuenta son: Administración, Producción, Despachos, Bodega, Mantenimiento, Cocina, Vehículos, Seguridad Industrial, Ambiente y BPM. El personal de producción labora de 7:00 am hasta 16:30 pm de lunes a viernes con 1 hora de almuerzo. Tiempo neto de trabajo diario: 8 horas 30 minutos.

1.1.1.2 Pronóstico.

Las frecuentes exposiciones a ruido laboral y los años de trabajo de todo el personal afectado, hacen que con el transcurso de tiempo el ruido se convierta en un contaminante tanto ambiental como ocupacional. El principal efecto sobre el sistema auditivo está demostrado que es la hipoacusia (et, 2006),

daño percibido es irreversible y que lastimosamente no es detectada en etapas tempranas, sin embargo no podemos descartar otros efectos menores como acúfenos, pérdidas temporales de equilibrio y la interferencia a la hora de la comunicación hablada, la percepción de las señales de alarma, alteraciones en el rendimiento laboral, molestias y los efectos extra auditivos son de carácter preocupante. (Gil E., 2008, pág. 11)

Por lo tanto, si partimos del hecho de que no existe un buen control de este agente físico podemos inferir que con el paso del tiempo la mayor parte de los trabajadores sufrirán, si no lo están haciendo ya de alguna de las consecuencias analizadas en párrafos anteriores.

1.1.1.3 Control Pronóstico.

Al realizar un estudio como el que estamos llevando a cabo, queremos generar para la empresa objeto de estudio un análisis teórico práctico que permita solucionar la problemática mencionada anteriormente, para lo cual nos enfocaremos en resaltar la importancia de la jerarquía de control de riesgos que nos permita analizar las opciones que tienen para eliminar o substituir el riesgo, aplicar controles a nivel de ingeniería, implantar medidas administrativas y finalmente dotar de equipo de protección personal a los trabajadores, con el fin de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores y el medio ambiente en general y cumplir con la normativa legal vigente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional del Ecuador.

1.1.2 Objetivo general.

Evaluar el nivel de ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores de la empresa objeto de estudio, aplicando el método de ingeniería ISO 9612 con el fin de emitir una propuesta de control para minimizar trastornos auditivos en el área de producción.

1.1.3 Objetivos específicos.

- Identificar fuentes de ruido que excedan los niveles permisibles tanto en la norma técnica nacional e internacional, para definir el nivel de riesgo.
- Evaluar la exposición de los trabajadores a ruido laboral en las instalaciones de la empresa.
- Establecer una propuesta de controles viable y sustentable para la empresa objeto de estudio, que esté definida en base a la jerarquía de control de riesgos.

1.1.4 Justificación

Ubicado dentro del grupo de los riesgos físicos, (Otárola et , 2006) menciona que el ruido constituye un contaminante tanto ambiental como ocupacional, cuya definición, básicamente personal, es la de un sonido desagradable.

Los trabajadores de la empresa producto de objeto, se encuentran expuestos a un ruido molesto producto de las exigencias del trabajo y del proceso laboral que se realiza constantemente en diario accionar, esta exposición ha generado en los trabajadores la falsa sensación de confort en este tipo de ambiente.

La seguridad y salud ocupacional cumple un rol específico en las organizaciones en donde estos factores se encuentran inmersos en el trabajo diario, tanto la prevención y control de los riesgos originados por los procesos de trabajo requieren de la higiene industrial, pues contribuye a un desarrollo seguro y sostenible de los ambientes de trabajo. (Herrick, Robert F.)

La importancia de la salud de los trabajadores no debe subestimarse, más aún cuando se puede diagnosticar y tratar una enfermedad profesional originada por las deficientes

condiciones de trabajos, mientras no se realicen cambios o modificaciones, seguirá teniendo el potencial de dañar la salud de los trabajadores (Herrick, Robert F.)

Las razones por las que se justifican las mediciones en la presente investigación estriba en la obtención de datos que arrojen resultados que permitan verificar las condiciones de seguridad auditiva de los operarios, concientizar sobre los hábitos de cuidado que se deben aplicar sobre el oído por parte de los mismos trabajadores y determinando a un nivel técnico medidas preventivas y de control como las causas de enfermedades provocados por la exposición a fuentes ruidosas.

A través de los equipos de medición podremos obtener valores exactos del comportamiento del ruido que se genera en el área de trabajo, anunciando a los trabajadores sobre los daños auditivos que se pueden generar cuando la exposición a fuentes de ruido intensos es diaria, exponiendo la normativa legal vigente de los niveles permisibles de ruido que los trabajadores pueden estar expuestos. (D.E. 2393, 1986)

1.2 Marco teórico

1.2.1 Adopción de una perspectiva teórica

1.2.1.1 Ruido

El sonido es una alteración física en un medio sea gas, líquido o sólido. Este puede ser percibido por el oído humano, las ondas sonoras deben tener masa y elasticidad ya que no pueden viajar en el vacío. La variación de presión por encima y debajo del valor elástico (105 N/m^2 a $0 \text{ }^\circ\text{C}$) de la presión atmosférica causa las ondas sonoras (Harris, 1995).

1.2.1.2 Velocidad del sonido

Es la velocidad a la que se desplazan las ondas sonoras a una temperatura de 20°C la velocidad del aire es de 340 m/s. la temperatura en el aire tiene un efecto significativo sobre la velocidad del sonido. La velocidad aumenta aproximadamente 0,61m/s por cada aumento de 1 °C en la temperatura. La velocidad en los sólidos es mucho mayor que en el aire. (Falagán. R, 2005)

1.2.1.3 Frecuencia

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

1.2.1.4 Potencia Sonora

La potencia sonora es la cantidad de energía acústica que emite un foco sonoro en la unidad del tiempo, se expresa en vatios (W). Esta energía se propaga inmediatamente y se reparte, según su superficie esférica envolvente cada vez mayor, lo que explica la disminución del sonido a medida que nos alejamos del origen sonoro.

La potencia acústica es una característica propia de cada frente sonora, independientemente de cómo o donde este situada. Es el criterio óptimo para comparar las características acústicas de diferentes fuentes sonoras. (Harris, 1995)

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

$$L_w = 10 \cdot \log \frac{W_1}{W_0}$$

Dónde:

L = Nivel de potencia sonora (dB)

W = Potencia sonora de la fuente (W)

W_0 = Potencia de referencia (W)

1.2.1.5 Presión Sonora

El nivel de presión es la más habitual en la práctica pues es fácil de medir, se define como la energía que pasa como una superficie y forma una variación de presión (N/m^2) entre un punto y otro a través del aire. Una persona joven normal puede percibir entre 200Pa. 2×10^{-6} Pa (umbral auditivo).

La medida acústica se presenta en escala logarítmica ya que el oído humano responde a esta forma en relación al ruido. De forma práctica se adopta como unidad dimensional el belio y por razón práctica su décima parte que es decibelio (1B=10 dB) como muestra la tabla 1 (Falagán. R, 2005)

Tabla 1 Escala de presión acústica y nivel de presión acústica

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

Fuente: (Falagán, 2005, p.586)

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

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

Dónde:

L_p = Nivel de presión sonora (dB)

P = Presión sonora (μPa)

P_0 = Presión sonora de referencia (Pa)

1.2.1.6 Suma de presión sonora

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

intensidad acústica que se puede sumar aritméticamente como se muestra en la ecuación 3.

$$I_T = I_1 + I_2$$

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

$$L_2 = 3 + L_1$$

Aproximadamente, cada 3 dB significa el doble de nivel de ruido (Falagán. R, 2005)

1.2.1.7 Suma de niveles sonoros

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

$$SUMA = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L(dB_i)}$$

Dónde:

L = Nivel de presión sonora (dB)

Para evitar el manejo de la formula anteriores se puede usar valores de corrección que indica en la tabla 2 y sumarle al mayor valor (MarcadorDePosición1)

Tabla 2 Valores para sumar niveles sonoros

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

Fuente: (Falagán, 2005, p. 589)

1.2.1.8 Resta de niveles sonoros

La resta de ruido de fondo es necesario para conocer el ruido que genera una máquina se debe realizar dos medidas, una solo del ruido de fondo (L_f con la máquina apagada) y otra con el ruido total (L_t con la máquina encendida), para luego calcular la diferencia de los valores medidos ($L_t - L_f$) que como son decibelios no aplica una resta aritmética directa, sino que se debe aplicar el factor de corrección K_1 que muestra la tabla 3 (MarcadorDePosición1)

Tabla 3 Valores simplificados para resta de niveles sonoros

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

Fuente: (Falagán, 2005, p. 591)

Este procedimiento solo es válido siempre que el ruido de fondo no sea mayor de 3dB y si es menor de 10 dB se considera despreciable.

Igualmente se puede calcular la resta de decibelios matemáticamente con la ecuación 6 (MarcadorDePosición1)

$$RESTA = 10 \log(10^{0,1L1(dB)} - 10^{0,1L2(dB)})$$

Dónde:

L = Nivel de presión sonora (dB)

1.2.1.9 Clases de ruido

En el ámbito de la higiene industrial existen diversas clases de ruido que se presenta en los diferentes tipos de industrias que se definen a continuación.

Ruido de impacto

Es aquel en que el nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúan en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior a 0,2 segundos. Se presenta como Lmax (MarcadorDePosición1) p. 587

Ruido Continuo

Es aquel en que el nivel de presión sonora se mantiene constante en el tiempo y se posee máximos, estos se producen en intervalos menores de un segundo. Pueden ser estables o variables, cuando en este último caso oscila en más de 5 dBA a lo largo del tiempo. Se representa como LPA (MarcadorDePosición1)

Ruido Estable

Cuando LPA nivel de presión acústico ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. De banda ancha y nivel prácticamente constante. Al realizar la medición con el sonómetro en respuesta lenta, la diferencia entre el valor máximo y mínimo es inferior a 5 dBA (MarcadorDePosición1)

Ruido Fluctuante

Cuando (LPA) nivel de presión acústica oscila más de 5 dBA en el tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables (MarcadorDePosición1)

1.2.1.10 Nivel de Banda de Octava

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

El análisis de frecuencia de un sonido complejo permite subdividir el rango de frecuencias audibles, que va de 20 a 20.000 Hz, en secciones o bandas, designándose a los sonidos de frecuencias inferiores a 20 Hz “infrasonidos” y a los de frecuencias superiores a 20 Hz “ultrasonidos” (MarcadorDePosición1)

Ninguno de los dos es detectado por el sentido del oído, lo cual no significa que no puedan ser perjudiciales para el oído humano, si bien el oído humano joven y sano, puede percibir sensaciones sonoras en todo el rango de frecuencias aludido, el hombre para comunicarse, utiliza predominantemente unas frecuencias determinadas, denominadas conversacionales que van desde 500 a 3000 Hz, siendo en esta gama, donde se debe tomar mayor interés preventivo respecto a las lesiones auditivas. (MarcadorDePosición1)

Por otro lado, respecto a las frecuencias, el oído humano no es capaz de diferenciar claramente frecuencias individuales próximas 1.000 y 1.005 Hz, lo que hace es agrupar las frecuencias, y por ello se trata los problemas del ruido dividiendo las frecuencias en bandas de octava, asignando un único nivel de ruido a la frecuencia central de 1.000 Hz (MarcadorDePosición1)

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

Como se indica, el conjunto de frecuencias que forman una banda queda definido por dos frecuencias: una inferior y otra superior, en el caso de una octava se trata de una banda de frecuencia en la que, la frecuencia más alta es el doble de la frecuencia más baja según la ecuación 7 (MarcadorDePosición1)

$$F_2 = 2F_1$$

El nombre de octava tiene su génesis en el hecho de que una de estas divisiones comprende las ocho notas de la escala diatónica musical. Se acepta como frecuencia central F_c de la banda a la media geométrica de las frecuencias extremas, y que se utiliza para denominar la banda como muestra la ecuación 8 (MarcadorDePosición1)

$$F_c = \sqrt{F_1 \times F_2}$$

Puede demostrarse que el ancho de banda para una octava es de 70,7% de la frecuencia central según las ecuaciones 9 y 10 (MarcadorDePosición1)

$$\Delta F = F_2 - F_1 = 2F_1 - F_1$$

$$F_c = \sqrt{F_1 \times 2F_1} = \sqrt{2} \times F_1 = 0,707 \times F_1$$

Así la banda con frecuencias extremas de 707 Hz y 1.414 Hz se le denomina banda de octava de 1.000 Hz. Por este motivo el espectro de frecuencias audibles para el hombre queda dividido en las bandas de octava en Hz según la tabla 4 (MarcadorDePosición1)

Tabla 4 Espectro de frecuencias audibles

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

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

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

Fuente: (Falagán 2005, p, 592)

1.2.1.11 Escalas de Ponderación

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

De tal forma que cuando se genera un ruido en el rango de frecuencias bajas, o ruidos graves, se escucha con menor intensidad que la que en realidad posee. De idéntica forma ocurre si el ruido es de muy alta frecuencia o ruidos agudos. Mientras que los ruidos de frecuencias medias y altas, se escucha con mayor intensidad. Todo indica que el oído humano actúa como si quisiera protegernos de la agresión acústica, aumentando la señal ruidosa como si se tratase de una alerta o un mecanismo de defensa (Falagán. R, 2005)

Aquellos aparatos de medición de ruido que pueden medirlo de idéntica forma que lo que hace el oído humano. Se entiende que poseen una escala para la medición de ponderación fisiológica. (Falagán. R, 2005)

Las tres escalas de ponderación normalmente utilizadas son:

- ❖ La red “A” que se pretendía que se usara para niveles de presión menores de 55 dB.
- ❖ La red “B” que se manejaría en la atenuación de niveles de presión intermedios entre 55 y 85 dB.

- ❖ La red “C” para la atenuación niveles muy altos de presión sonora, mayores de 120 dB.
- ❖ La red “D” pensada para niveles de presión muy altos superiores de 85 dB.

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

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

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

Tabla 5. Nivel Global de ruido ponderado A

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

Fuente: (Falagán, 2005, p. 594).

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

que hacer estudios de higiene industrial de hablará de forma preferente de dBA. (Falagán. R, 2005)

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

Como ya se ha indicado el oído no tiene igual sensibilidad para todas las frecuencias, presentando un máximo entre 2 y 5 kHz (zona de amplificación) y siendo mínima en los extremos de bajas y elevadas frecuencias (zona de atenuación), acusándose aún más en niveles bajos de presión sonora. (Falagán. R, 2005)

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

La percepción del sonido por el oído humano es un proceso complejo, porque está supeditado al nivel de precisión acústica y a la frecuencia del sonido, dos ruidos pueden tener un nivel de presión acústica semejante y presentar una distribución de frecuencias

Divergentes, siendo molesto e irritante en las altas frecuencias. Para poder fijar los riesgos de presión es preciso que la medida del ruido se desarrolle con un equipo (sonómetro) que lo registre de forma similar a como lo percibe el oído humano, es decir, que promedie el nivel de presión acústica en función de la frecuencia. (Falagán. R, 2005)

El comportamiento del oído, basándose en las curvas de igual sensación sonora hace pensar en esta necesidad y con este fin, también al sonómetro se le acoplan unos filtros de medición desiguales con las letras A, B, y C, etc. Dichos filtros originan una

ponderación (reducción o aumento) de la medida para cada frecuencia. Mediante un filtro A se logra registrar el sonido de forma casi idéntica a como el oído humano lo percibe (Falagán. R, 2005)

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

Tabla 6. Nivel Global de ruido ponderado A

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

Fuente: (Falagán, 2005, p. 594).

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

1.2.1.12 Medidas de Nivel Sonoro

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

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

1.2.1.13 Sonometría

Para medir el nivel global del ruido se utiliza un sonómetro, de tipo integrador promediador o un dosímetro y si requiere conocer el espectro, un analizador de frecuencias en tiempo real, que presenta en el mismo instante el suceso sonoro, aunque algunos sonómetros indican el análisis en bandas de octava. (Falagán. R, 2005)

El espectro de frecuencias se logra por análisis del fenómeno sonoro, con ayuda de filtros electrónicos que solo dejan pasar las frecuencias comprendidas en una zona estrechamente delimitada. Los filtros más manejados son los de octava, ya que se analizan unas bandas de frecuencia tales, que las frecuencias superiores e inferiores están en la relación de dos a uno; por el contrario, los de tercio de octava proporcionan una banda con una anchura tal, que las frecuencias están en la relación de raíz cubica de dos. De esta forma se puede determinar mejor las posibles fuentes del sonido, concretar con mayor rigor las medidas de protección colectiva a tomar, seleccionar con mayores garantías los equipos de protección personal a utilizar (Falagán. R, 2005)

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

1.2.1.14 Dosimetrías

La dosis de ruido es una medida, prescrita en normativas nacionales o estatales, de la exposición a ruido a que está sometida una persona. A diferencia de la exposición sonora, que es proporcional a la energía acústica presente en un lugar, el concepto de dosis de ruido no tiene interpretación física. La dosis de ruido es una cantidad que se desarrolló para evaluar la exposición a ruido en los centros de trabajo como protección contra la pérdida de la audición. (Harris, 1995)

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

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

Los dosímetros son medidores personales, están diseñados para ser llevados por el trabajador. Los resultados obtenidos son menos fiables porque la medición no es supervisada. Algunos equipos permiten ser utilizados tanto como dosímetro como sonómetro. (Mapfre, 2015)

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

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

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

Tabla 7. Tiempo de exposición permisible a ruido

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

Fuente: (D.E. 2393,1986)

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1. (D.E. 2393, 1986)

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

$$D = + \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3}$$

Dónde:

D = Dosis de ruido

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

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo. (D.E. 2393, 1986)

1.2.1.15 Selección de las posiciones o puntos de medidas

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

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

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

Para la medición de los niveles de presión sonora dentro de lugares de reunión u otros espacios públicos, el micrófono ha de ubicarse en las posiciones típicas de los oyentes a alturas de 1,6 m de un oyente en pie o entre 1,2 y 1,3 m si está sentado, salvo que se especifiquen otras alturas. (Harris, 1995)

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

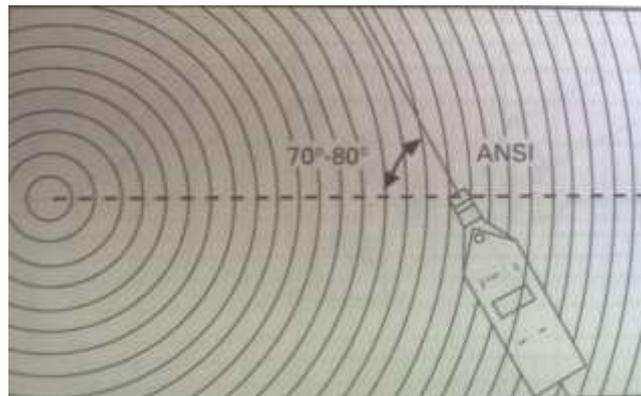
1.2.1.16 Número de puntos de medida

El número de puntos de medida necesario para determinar el nivel de presión sonora promediado en el tiempo y en el espacio con determinada precisión depende de la uniformidad del campo sonoro, es decir, de cuanto varía el campo sonoro con las distintas posiciones. (Harris, 1995)

Para seleccionar el número mínimo de posiciones necesario para determinar en nivel medio de presión sonora, dentro de los límites del 90% de confianza. Por ejemplo, se requiere mediciones en 8 posiciones para lograr un intervalo de confianza del 90 por 100 con un error de ± 2 dB, si la desviación típica de las mediciones es de 3 dB. (Harris, 1995)

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

Figura 2. Orientación óptima de los micrófonos de presión para medición de campo



Fuente: (Harris, 1995, p. 9.9)

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

La precisión de la medición del nivel sonoro también está determinada por la calidad del instrumento y el procedimiento de medida. Las normas de medida pueden concretar el número mínimo de puntos de medida para cada condición de funcionamiento de la fuente de ruido. (Harris, 1995).

De forma alternativa, las normas pueden especificar un criterio de rendimiento; por ejemplo, estableciendo la desviación típica máxima permitida, que está determinada por el número de medidas requeridas. (Harris, 1995).

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

Metodología de Medición de Ruido

Medición de ruido basado en la tarea

División de la jornada laboral en tareas

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) para los trabajadores o los grupos de exposición al ruido homogéneo sometido a evaluación, la jornada nominal se debe dividir en tareas. Cada tarea se debe definir de tal manera que el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A sea, con probabilidad, repetible. Es necesario garantizar que todas las contribuciones al ruido relevantes estén incluidas. La información detallada con respecto a la duración de las tareas es especialmente importante para aquellas fuentes de ruido con niveles de ruido elevados (p. 15.).

Duración de las Tareas

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) se deben determinar las duraciones de las tareas, esto se puede realizar mediante:

- ❖ Entrevistas con los trabajadores y el supervisor.
- ❖ La observación y la medición de las duraciones durante las mediciones de ruido.
- ❖ La recopilación de la información con respecto al funcionamiento de las fuentes de ruido típicas. (p.15).

Medición de la presión sonora Equivalente ponderada A de las tareas

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) para cada tarea, el valor de presión sonora equivalente representativo de la exposición al ruido del trabajador se debe medir de acuerdo con una secuencia de selección de instrumento de medición, verificación de calibración del equipo y utilización del equipo.

La duración de cada medición debe ser lo suficientemente larga como para representar el nivel de presión sonora continuo equivalente medio para la tarea real. Si la duración de la tarea es inferior a 5 minutos, la duración de cada medición debe ser igual a la duración de la tarea, para mediciones más largas la duración debe ser de al menos 5 minutos (p. 16).

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) para una tarea m, la ecuación para calcular la presión sonora equivalente ponderado A partir de I mediciones separadas $L_{p,A,eqT,mi}$, es la siguiente fórmula 1:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,mi}} \right) dBA$$

Dónde:

$L_{p,A,eqT,mi}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración T_m ; (dBA)

i es el número de muestra de la tarea m; (Adimensional)

I es el número total de muestras de la tarea m (Adimensional) (p. 17)

Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido Diario

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) la contribución de ruido de la tarea m al nivel de exposición al ruido diario ponderado A, $L_{EX,8h,m}$ se calcula con la siguiente ecuación de la fórmula 2:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) dBA$$

Dónde:

$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m;

\bar{T}_m es la media aritmética de la duración de la tarea m; (horas)

T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8$ horas (p.18).

Determinación del nivel de exposición al ruido diario

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) el nivel de exposición al ruido diario ponderado A, a partir de $L_{p,A,eqT,m}$ y la duración de cada una de las tareas en la fórmula 3:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dBA}$$

Dónde:

$L_{p,A,eqT,m}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m,

\bar{T}_m es la duración aritmética media de la tarea m (horas);

T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8$ horas;

m es el número de la tarea (Adimensional)

M es el número total de las tareas m que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario (p.18).

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) la contribución relativa de cada tarea m se calcula con la siguiente ecuación 4:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \cdot L_{EX,8h,m}}) \text{ dBA}$$

Dónde:

$L_{EX,8h,m}$ es el nivel diario de exposición sonora ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario;

m es el número de la tarea (Adimensional)

M es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario (p.18).

Incertidumbre Típica combinada u y de la incertidumbre expandida U

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) dado que las magnitudes implicadas no están correlacionadas, la incertidumbre típica combinada para el nivel de exposición al ruido ponderado A $L_{EX,8h}$, $u(L_{EX,8h})$ se debe calcular, a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre, c_{juj} , como sigue la siguiente ecuación 5:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left\{ \sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3}^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right\}$$

Dónde:

$u_{1a,m}$: es la incertidumbre típica debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m;

$u_{1b,m}$: es la incertidumbre típica debida a la estimación de la duración de la tarea m;

$u_{2,m}$: es la incertidumbre típica debida a los instrumentos utilizados para la tarea m;

u_3 : es la incertidumbre típica debida a la posición del micrófono;

$c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea;

m : es el número de tarea;

M : es el número total de tareas.

La incertidumbre expandida es aproximadamente $1,65 * u$ (p.34).

Contribuciones a la incertidumbre de medición y balance de incertidumbre

Según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) para la medición basada en la tarea, los coeficientes de sensibilidad son los siguientes:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 (L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,sh})}$$

$$c_{1b,m} = 4,34 * \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

La incertidumbre típica $u_{1a,m}$ del nivel de ruido debido al muestreo para la tarea m viene dada por:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

Dónde:

$\bar{L}_{p,,}$ es la media aritmética de I niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m

es decir, $\bar{L}_{p,A,eqT,m} = 1/I \sum L_{p,A,eqT,mi}$ $i=1$;

i es el número de muestra de la tarea;

I es el número total de muestras de la tarea (p.35).

Según la (Norma NTE INEN-ISO 9612, 2009) la incertidumbre típica $u_{1b,m}$, debida a la duración de la tarea m , se puede calcular a partir de las duraciones medidas de las mediciones independientes de acuerdo:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

Dónde:

J es el número total de observaciones de la duración de la tarea (p.36).

1.2.1.17 Factores influyentes en la lesión auditiva

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

Intensidad del ruido

Se considera que el límite para evitar la hipoacusia es de 85 dBA para una exposición de 40 horas semanales, a un ruido constante. Aunque no es un punto de total seguridad, por encima de esta cifra, la lesión aparece y aumenta en relación con la misma. (D.E. 2393, 1986)

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

Frecuencia del ruido

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

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

Tiempo de exposición

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

1.2.1.18 Enfermedades del oído medio

Si existe una hipoacusia de conducción, se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado como acúfenos, pérdidas temporales de equilibrio y la interferencia a la hora de la comunicación hablada.

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

1.2.1.19 Legislación Nacional del Ecuador

Según la pirámide de Kelsen en el Ecuador en el aspecto de ruido laboral ponemos en cuenta lo siguiente:

La Constitución Ecuatoriana, publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008, establece como un derecho fundamental el derecho a la vida y la integridad física, psíquica y moral, paralelamente, al tratarse de la política social y económica se establece el deber que tiene el estado de velar por la salud “cuya realización se vincula a otros derechos, entre ellos(...), el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir”, a continuación se detalla los artículos relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores:(Art. 326, num,5)

Convenios Internacionales OIT sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire ruido y vibraciones).

De acuerdo a lo dispuesto en el Art. 363 de la Constitución del Ecuador, el Estado reconocerá los tratados y otros instrumentos internacionales, a continuación se detalla los tratados y convenios referidos a la seguridad y salud de los trabajadores así como a la exposición a factores de riesgo físico como ruido.(Art. 11, num.1)

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 584, Establece “En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales”. (Art. 11) las normas fundamentales en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, pone de manifiesto, las “Obligaciones de los Empleadores” y los “Derechos y Obligaciones de los Trabajadores” en los capítulos III y IV respectivamente frente a los riesgos laborales.

Se detalla en esta ley que, todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar por su parte, corresponde a los trabajadores velar, según sus posibilidades, por su seguridad y su salud, así como por las demás personas afectadas, a causa de sus actos u omisiones en el

trabajo, de conformidad con la información y formación continua en materia de prevención y protección de la salud en el trabajo que tiene derecho.

Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957

De acuerdo a la Decisión 584, la cual señala que se aplicará de conformidad con su reglamento, se creó el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957 del 23 de septiembre del 2005, el cual señala lo siguiente: “El incumplimiento de las obligaciones por parte del empleador en materia de seguridad y salud en el trabajo, dará lugar a las responsabilidades que establezca la legislación nacional de los Países Miembros, según los niveles de incumplimiento y los niveles de sanción.” (Cap. III art. 19)

Ley de Seguridad Social

dice: “El Seguro General de Riesgos del trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física, mental y la reinserción laboral.” (Título VII, Art. 155)

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393

“Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas; adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.” (Artículo 11 num. 2)

En el Acuerdo Ministerial 1404 dice: “Exposición a ruido continuo e intenso sobre los límites máximos permitidos”. (Capítulo II, Artículo 5, Literal g)

CAPITULO II

Método

2.1. Tipo de Estudio

De acuerdo a la naturaleza del trabajo analizado en la empresa objeto de estudio de esta investigación, se utilizará la técnica descriptiva, matriz de riesgos, mediciones y evaluaciones según la (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) entre ellos se destacan los efectos directos e indirectos sobre la audición de los trabajadores de producción de la empresa.

2.2. Modalidad de Investigación

La siguiente investigación se considera de campo ya que el origen del ruido es causado por la actividad que exige la producción de embutidos, las diferentes maquinarias operadas por la manipulación humana dentro de la empresa, la misma genera fuentes ruidosas que afectan al ser humano y entorno laboral, encontrando así la problemática a solucionar con datos in situ.

Como investigación primaria se realizó una inspección laboral in situ definiendo las características de los focos generadores del ruido se utilizó la matriz de riesgos propia de la empresa, mediciones realizadas en años anteriores e informes redactados dentro de la empresa, como de las mediciones a realizarse, y como información secundaria: libros, documentos bibliográficos y registros entre otros.

2.3 Método

Los métodos empleados son:

Inductivo: Mediante el método de ingeniería (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014) Permitió establecer conclusiones determinando la cantidad de ruido existente y el tiempo de exposición que se encuentran los trabajadores de la Empresa.

Deductivo: Con el estudio de campo y la observación directa permitió interpretar y comparar resultados para encontrar soluciones a la problemática de estudio y llegar así alcanzar a los objetivos del presente trabajo.

La selección de la estrategia de medición en base a la evaluación de la exposición al ruido se tomó en cuenta todos los eventos significativos por lo cual se seleccionó dos estrategias entre ellas:

La medición basada en la tarea es seleccionada por el hecho de que los operarios manejan maquinarias en un puesto de trabajo específico durante su jornada laboral, la mayoría de ellos son los operadores encargados de la manipulación y direccionamiento del proceso basado en la tarea.

Por otro lado la medición de una jornada laboral completa se mide de forma continua, esta técnica procura obtener todos los episodios significativos del ruido por lo tanto los operadores ayudantes poseen un patrón complejo o imprescindible, entre sus funciones está la rotación dentro de toda el área de producción por exigencias de la tarea y la mayoría por el abastecimiento de la materia prima que requiere las maquinarias.

Tabla 8. Selección de la estrategia de medición a evaluar

SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN A EVALUAR				
CARACTERISTICAS DEL PUESTO DE TRABAJO		CARACTERISTICAS DEL PUESTO DE TRABAJO		
TIPO DE PUESTO	PUESTO DE TRABAJO	TIPO O PAUTA DE TRABAJO	BASADA EN LA TAREA	BASADA EN LA JORNADA COMPLETA
Fijo	Operador de Molino	Tarea con una única operación	APLICADA	
Móvil	Ayudante de Molino	Tarea compleja con varias operaciones		RECOMENDABLE
Fijo	Operador de Cutter	Trabajo definido con muchas tareas o un patrón de trabajo complejo	APLICADA	
Móvil	Ayudante de Cutter	Tarea compleja con varias operaciones		RECOMENDABLE
Fijo	Operador Embutidora	Tarea con una única operación	APLICADA	
Fijo Móvil	Amarradores	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible		RECOMENDABLE
Móvil	Trasportadores	Tarea compleja con varias operaciones		RECOMENDABLE
Fijo	Cocción	Tarea con una única operación	APLICADA	

Realizado por: Autor

El equipo y maquinaria que dispone la planta de producción de la empresa objeto de estudio, en su mayoría es de procedencia española.

2.4 Población y Muestra

La población de estudio del área de producción de la Empresa es de 22 trabajadores todos hombres. Como se tomó como objeto de estudio al área de producción de toda la empresa no se aplicará ninguna muestra.

Tabla 9. Población y muestra área de producción

Objeto de Estudio	N	%
Trabajadores Producción	22	100
Total	22	100

Realizado por: Autor

A continuación, se describe los procesos a evaluar del área de producción de la empresa objeto de estudio en la siguiente tabla.

Tabla 10. Descripción del proceso de embutidos

PROCESO	DESCRIPCIÓN	MECANISMOS	Tiempo /exposición
MOLIENDA	Obtener materia prima cárnica molida	Molino elevador de cargas por medio de cuchillas y discos	7:00-14:00
CUTEADO	Diseñada para elaborar el diámetro para embutidos	Maquinaria CUTTER	8:00 -15:00
EMBUTIDO	Embute la masa de la materia prima en tripas sintéticas y naturales.	Máquina embutidora	9:00-15:00
COCCIÓN	El producto semi elaborado recibe humo natural	Máquina horno	14:00-16:30

Realizado por: Autor

Como siguiente paso se clasifico los operarios que se encuentran expuestos por tarea o maquinaria que opera, la distribución en el proceso determina el número total de expuestos a ruido por lo consiguiente se tomó como referencia para aplicar el método a los operadores de molino, cutter, embutido y cocción al mantener un tipo de trabajo fijo para la aplicación del método.

Tabla 11. Puestos de trabajo

Departamento de producción	
Puestos de Trabajo	Personas
Recepción de materia prima	2
Operador de Molino	1
Ayudante de Molino	1
Operador de Cutter	1
Ayudante de Cutter	1
Operador Embutidora	1
Amarradores	7
Trasportadores	4
Cocción	1
Empacadores	3
TOTAL	22

Realizado por: Autor

2.5 Selección instrumentos investigación

Como estudio inicial se utilizó la metodología del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España 3x3), la identificación inicial de riesgos es la base para una adecuada gestión de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores permitirá:

- ❖ Identificar el factor de ruido a la cual los trabajadores están expuestos y sus actividades.
- ❖ Medir el ruido actual en los trabajadores estimando así el nivel de riesgo.
- ❖ Planificar las acciones preventivas a tomar para minimizar los riesgos en cuanto al ruido.

2.5.1 Equipo de medición

Los instrumentos que pueden utilizarse en una evaluación higiénica de ruido son:

- ❖ Sonómetro integrador promediador
- ❖ Dosímetro personal
- ❖ Calibrador acústico

Para esta investigación se utilizó un sonómetro integrador promediador, este equipo utilizado obtiene el nivel de presión acústica ponderado “ A” y el nivel de pico. En función de la precisión de la medición se utilizó el de clase 1.

Se utilizó el dosímetro personal para la medición de una jornada completa, este método nos asegura tener en cuenta todo el episodio significativo de ruido cuando el puesto de trabajo es completo o impredecible.

2.5.2 Características del equipo utilizado

Sonómetro integrador tipo 1 con banda de octava

- **Marca:** CASELLA
- **Fabricación :** España
- **Clase:** CEL -620B
- **Número de serie :** 3921047
- **Fecha de calibración:** Julio 19 del 2017
- **Software :**Casella Drive

2.5.3 Calibrador acústico

- **Marca:** Función de calibración automática

Figura 3. Sonómetro Casella 620

Fuente: Pce iberica.es

Tabla 12. Características técnicas del equipo (Sonómetro)

Normas aplicables	ANSI S1.4 y ANSI S1.43 Tipo 1 IEC 60651 y IEC 60804 Tipo 1 EC 61672 Clase 1
Rango de mediciones	20 - 140 dB (single range), 143.3 dB pico
Pantalla	TFT a color de 320 x 240 pixeles
Output to PC	USB Mini B
Pilas	3 x AA Alcalinas (10 - 15 horas dependiendo de la luz posterior)
Potencia externa	9 - 14V CC a 150mA
Dimensiones	72 x 230 x 31mm (inc preamp y micrófono, Peso 295g)
Ponderaciones de frecuencia	Fast (rápida), Slow (lenta) and Impulse (impulso) simultáneamente
Ponderaciones de tiempo	A, C y Z (simultáneas)
Ponderaciones de amplitud	Q3, Q4 y Q5
Umbrales	70 a 90 dB (aplicable solamente a Lavg)
Parámetros Nivel Sonora	LXY, LXYMax, LXYMin
Parámetros Integrado	LXeq, Lavg, LAE

Peak	LXPeak
Takt Max	LTM3, LTM5, LXIeq
Octavas	LXY, LXYMax, LXeq
Bandas de Frecuencia	16Hz a 16kHz en 11 bandas por octava Donde X es la frecuencia que pondera A, C o Z e representa las ponderaciones de tiempo Fast (Rápido), Slow (Lento) o Impulse (Impulsivo)

Fuente: pce iberica.es

Aplicaciones Típicas

- ❖ Ruido del entorno laboral (Higiene Industrial)
- ❖ Valoración de protección auditiva
- ❖ OSHA, MSHA, ACGIH, Europeo y otras normas
- ❖ Cálculo de exposición al ruido
- ❖ Pruebas del ruido de maquinaria

Certificado de calibración

El certificado de calibración del equipo CEL-620B se encuentra en el (ANEXO 1) de este trabajo de investigación.

Dosímetro inalámbrico

- **Marca:** CASELLA
- **Fabricación :** España
- **Clase:** CEL -350-I

Figura 4. Dosímetro Casella

Fuente: pce iberica.es

Figura 5. Características técnicas del equipo (Dosímetro)

Normas aplicables	
NORMA IEC	IEC61252-2002
NORMA ANSI	ANSI S1.25-1991
Técnica	
Rango operativo lineal	65,0 a 140,3 dB RMS
Rango pico de medición	95,0 a 143,3 dB pico
Ponderación de frecuencia RMS	A y C en CEL 352
Ponderación frecuencia pico	C, A, Z (lineal)
Ponderaciones en tiempo	Lento, Rápido e impulso
Ponderaciones en amplitud	Q=3 y Q=5
Umrales seleccionables	2 (70 a 90dB), seleccionables en pasos de 1 dB
Criterios aplicables	1 (70 a 90dB), seleccionables en pasos de 1 dB
Parámetros Medidos	LXY, LXYmax, LXYmin, LXeq, LXpeak, Lavg, LC-LA, LXleq, LTM3, LTM5, LAE

Fuente: pce iberica.es

CAPÍTULO III

Resultados

Mediciones basadas en la operación o tarea: Se utilizó la estrategia (sonometría) cuando fue factible conocer la duración de cada tarea realizada en el puesto de trabajo evaluado.

El tiempo de medición en cada tarea dependió de la variación del nivel de ruido, y sea cual sea el tipo de ruido, la medición fue repetida tres veces para cada tarea. Si los resultados difirieron en 3dB o más, se realizaron otras tres mediciones para la tarea en cuestión.

Los valores del nivel continuo equivalente diario fueron calculados mediante expresiones logarítmicas, conforme dicta el método.

Dado que las tareas de mezclado, extrusión, acampanado, amarre y molino son ruidosas se realizó la medición de estas tareas utilizando un sonómetro (Clase 2, ANEXO 1);

El periodo de medición debe cubrir al menos tres ciclos de trabajo, la duración de cada medición va a ser de 5 minutos; es decir, para cada tarea habrá 3 mediciones de 5 minutos. Adicionalmente si la diferencia entre las mediciones es de 3 dB o más, se volverá a realizar la medición y la segunda medición es la que se tomará. (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014)

Medición basada en la jornada completa: los puesto de trabajos móviles con un patrón de trabajo imprescindible se recomienda que se utilice un dosímetro debido a

que los operarios rotan constante mente por el área de producción debido a la exigencias del proceso laboral. (9612, Norma NTE INEN-ISO, 2014)

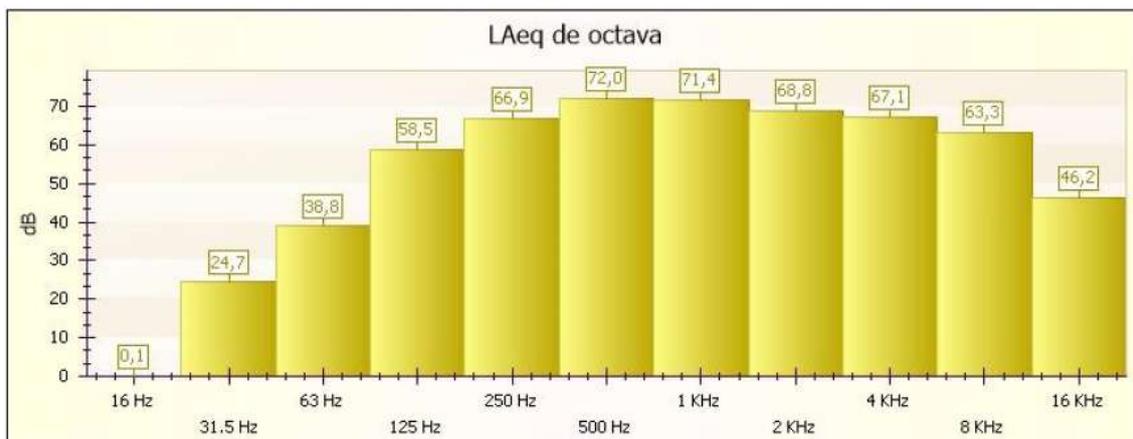
3.1 Presentación y análisis de resultados

Dado que las tareas de Molino, Cuteado, emulsificador y ahumado son ruidosas se realizó las siguientes mediciones utilizando un sonómetro integrador tipo 1 y dosímetro personal en la cual se presenta los siguientes resultados.

Medición 1: Molino

Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	81 dB
LAeq	77 dB	LCpeak	108,9 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 10:55:15	LAE	101,7 dB
LCeq-LAeq	4 dB	Lex8h (Proy.)	77 dB
LCpeak con hora	108.9 dB (13/06/2018 10:59:29)	LAF50	N/A

Figura 6. Medición 1 Molino LAeq de octava



Fuente: Casella

Medición 2: Molino

Modelo Instrumento CEL-620B

LAeq	78 dB	LCeq	77,6 dB
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCpeak	98,6 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:00:00	LAE	104,7 dB
LCeq-LAeq	0,6 dB	Lex8h (Proy.)	77 dB
LCpeak con hora	98.6 dB (13/06/2018 11:00:00)	LAF50	N/A

Figura 7. Medición 2 Molino LAeq de octava



Fuente: Cassella

Molino 3: Molino

Modelo Instrumento CEL-620B

LAeq	78,9 dB	LCeq	83,2 dB
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCpeak	117,6 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:06:33	LAE	106,7 dB
LCeq-LAeq	4,3 dB	Lex8h (Proy.)	78,9 dB
LCpeak con hora	117.6 dB (13/06/2018 11:06:33)	LAF50	N/A

Figura 8. Medición 3 Molino LAeq de octava

Fuente: Cassella

CUTTER 1

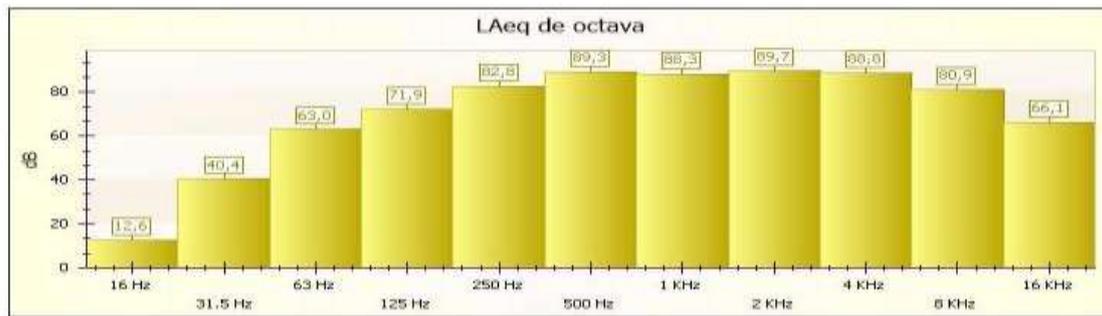
Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	97,3 dB
LAeq	93,1 dB	LCpeak	144,5 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:07:12	LAE	117,9 dB
LCeq-LAeq	4,2 dB	Lex8h (Proy.)	93,1 dB
LCpeak con hora	144.5 dB (13/06/2018 11:08:02)	LAF50	N/A

Figura 9. Medición 1 Cutter LAeq de octava

Fuente: Cassella

CUTTER 2

Modelo Instrumento	CEL-620B		
LAeq	95,5 dB	LCeq	98,2 dB
Duración	00:10:00 HH:MM:SS	LCpeak	112,9 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:15:00	LAE	123,2 dB
LCeq-LAeq	2,7 dB	Lex8h (Proy.)	95,5 dB
LCpeak con hora	112.9 dB (13/06/2018 11:15:00)	LAF50	N/A

Figura 10. Medición 2 Cutter LAeq de octava

Fuente: Cassella

CUTTER 3

Modelo Instrumento CEL-620B

LAeq	93,5 dB	LCeq	91,7 dB
Duración	00:10:00 HH:MM:SS	LCpeak	113,8 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:17:00	LAE	121,3 dB
LCeq-LAeq	-1,8 dB	Lex8h (Proy.)	93,5 dB
LCpeak con hora	113.8 dB (13/06/2018 11:17:00)	LAF50	N/A

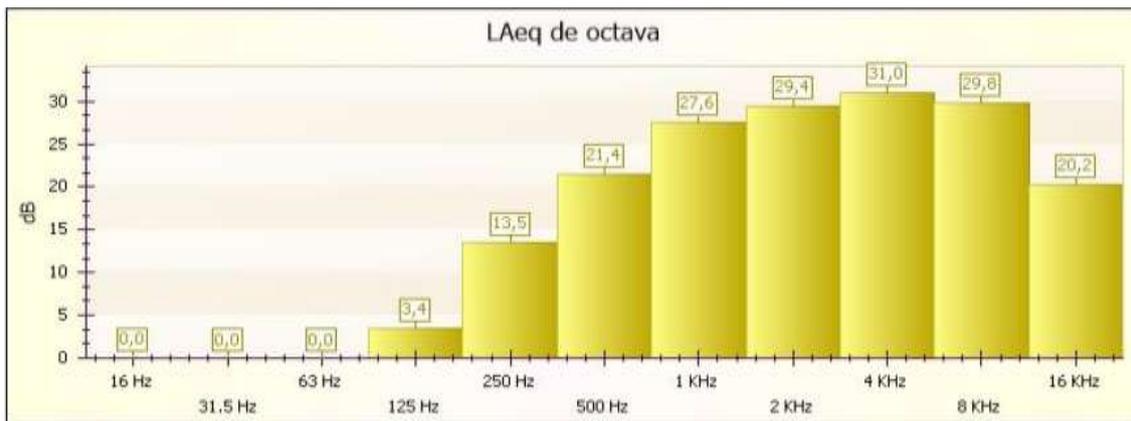
Figura 11. Medición 3 Cutter LAeq de octava

Fuente: Cassella

Embutido 1

Modelo Instrumento CEL-620B

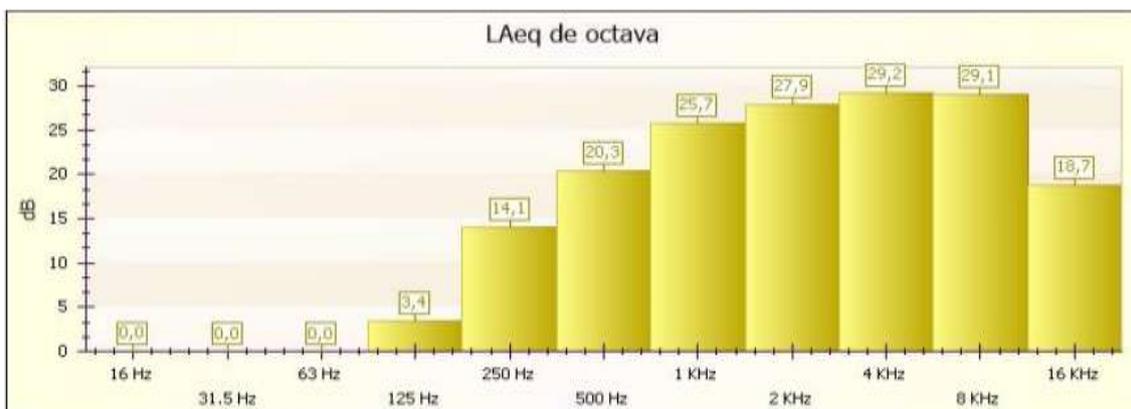
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	35,3 dB
LAeq	35,9 dB	LCpeak	73,1 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:22:00	LAE	60,7 dB
LCeq-LAeq	-0,6 dB	Lex8h (Proy.)	35,9 dB
LCpeak con hora	73.1 dB (13/06/2018 11:25:38)	LAF50	N/A

Figura 12. Medición 1 Embutido LAeq de octava

Fuente: Cassella

Embutido 2

Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	33,9 dB
LAeq	34,5 dB	LCpeak	70,5 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:27:24	LAE	59,3 dB
LCeq-LAeq	-0,6 dB	Lex8h (Proy.)	34,5 dB
LCpeak con hora	70.5 dB (13/06/2018 11:29:08)	LAF50	N/A

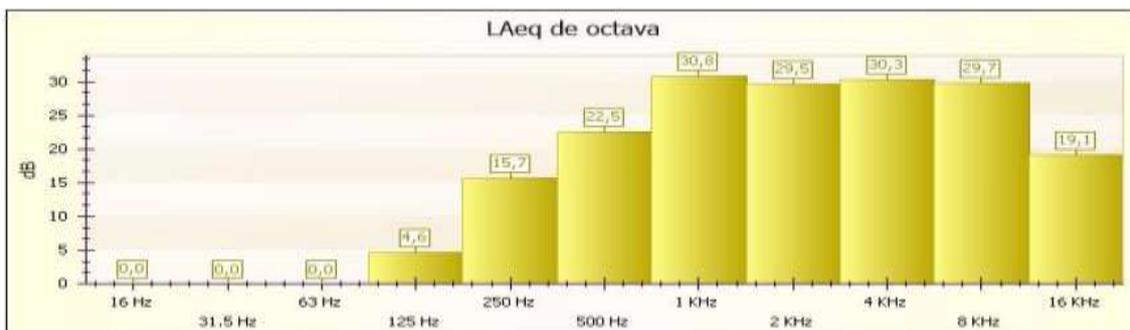
Figura 13. Medición 2 Embutido LAeq de octava

Fuente: Cassella

Embutido 3

Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	36 dB
LAeq	36,5 dB	LCpeak	65,9 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:32:54	LAE	61,2 dB
LCeq-LAeq	-0,5 dB	Lex8h (Proy.)	36,5 dB
LCpeak con hora	65.9 dB (13/06/2018 11:35:54)	LAF50	N/A

Figura 14. Medición 3 Embutido LAeq de octava

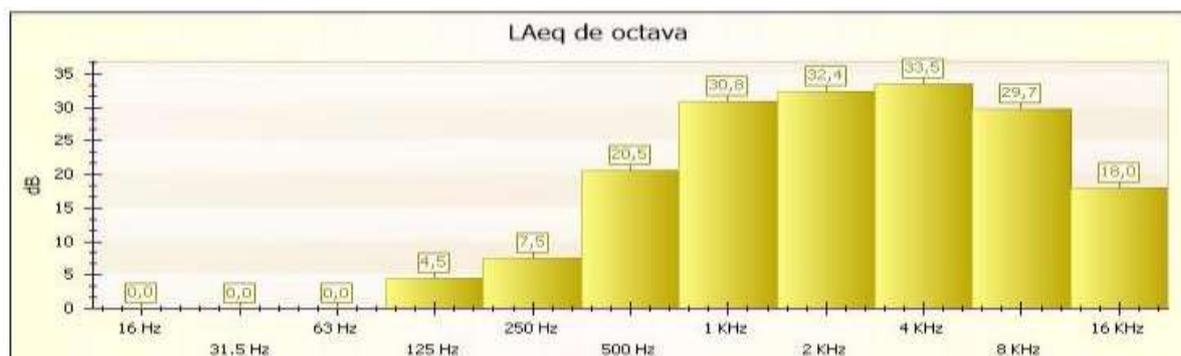


Fuente: Cassella

Cocción 1

Modelo Instrumento	CEL-620B		
LAeq	38 dB	LCeq	37 dB
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCpeak	71,7 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:38:50	LAE	62,8 dB
LCeq-LAeq	-1 dB	Lex8h (Proy.)	38 dB
LCpeak con hora	71.7 dB (13/06/2018 11:38:20)	LAF50	N/A

Figura 15. Medición 1 Cocción LAeq de octava

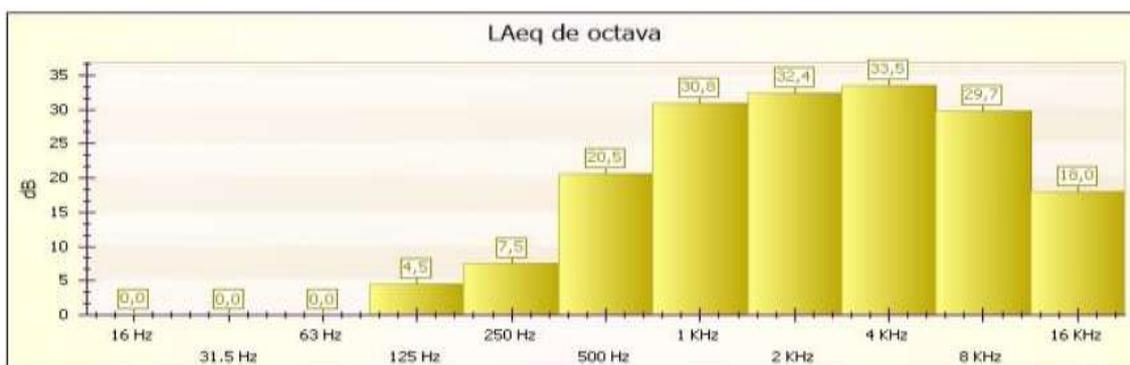


Fuente: Cassella

Cocción 2

Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	37 dB
LAeq	38 dB	LCpeak	71,7 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:43:50	LAE	62,8 dB
LCeq-LAeq	-1 dB	Lex8h (Proy.)	38 dB
LCpeak con hora	71.7 dB (13/06/2018 11:48:20)	LAF50	N/A

Figura 16. Medición 2 Cocción LAeq de octava

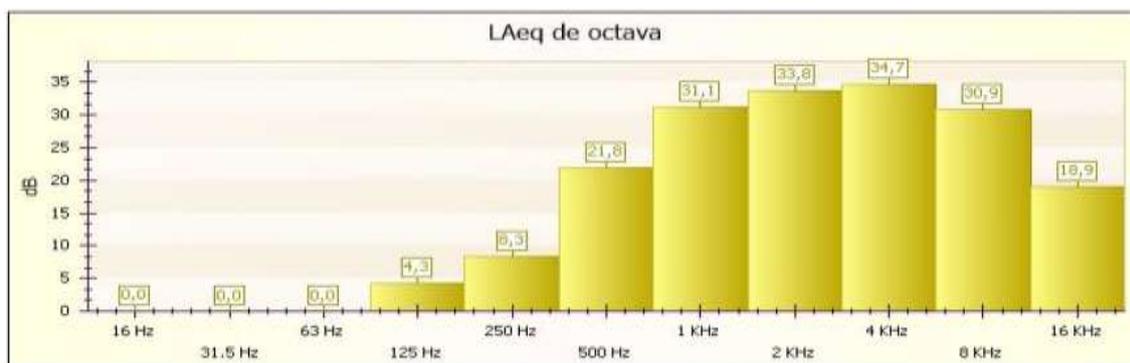


Fuente: Cassella

Cocción 3

Modelo Instrumento	CEL-620B		
Duración	00:05:00 HH:MM:SS	LCeq	38 dB
LAeq	39,1 dB	LCpeak	55,8 dB
Fecha y hora inicial	13/06/2018 11:49:23	LAE	63,9 dB
LCeq-LAeq	-1,1 dB	Lex8h (Proy.)	39,1 dB
LCpeak con hora	55.8 dB (13/06/2018 11:54:09)	LAF50	N/A

Figura 17. Medición 3 Cocción LAeq de octava



Fuente: Cassella

3.2 Aplicación Práctica

3.2.1 Cálculos

Tabla 13. Mediciones basada en la tarea

N° de tarea	$L_{p,A,eqT,1}$ [dB]	$L_{p,A,eqT,2}$ [dB]	$L_{p,A,eqT,3}$ [dB]
Molino	77,00	78,00	78,90
Cutter	95,00	93,10	93,00
Embutido	35,90	34,50	36,50
Cocción	38,00	38,00	39,10

Realizado por: Autor

Calculo de nivel de exposición a ruido diario ponderado A

El nivel de ruido se calcula utilizando la siguiente ecuación

$$L_{p,A,EqT,m} = 10 \log \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * L_{p,A,eqTmi}} \right) dBA$$

Entonces el nivel de ruido en las 4 tareas serán las siguientes

$$L_{p,A,EqT,1} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0,1 * 77,00} + 10^{0,1 * 78,00} + 10^{0,1 * 78,90}) \right] = 81,97 \text{ dBA}$$

$$L_{p,A,EqT,2} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0,1 * 95,00} + 10^{0,1 * 93,10} + 10^{0,1 * 93,00}) \right] = 97,07 \text{ dBA}$$

$$L_{p,A,EqT,3} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0,1 * 35,90} + 10^{0,1 * 34,50} + 10^{0,1 * 36,50}) \right] = 39,34 \text{ dBA}$$

$$L_{p,A,EqT,3} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0,1 * 38,00} + 10^{0,1 * 38,10} + 10^{0,1 * 39,10}) \right] = 42,19 \text{ dBA}$$

La contribución al nivel de exposición al ruido diario ponderado A se calcula para cada actividad de acuerdo a la ecuación

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A.eqT,m} + 10 \log \left(\frac{Tm}{T_0} \right) dBA$$

Las contribuciones de las tareas a la exposición al ruido diario equivalente son:

$$L_{EX,8h,1} = 81,97 + 10 \log \left(\frac{6}{8} \right) = 80,72 dBA$$

$$L_{EX,8h,2} = 97,07 + 10 \log \left(\frac{6}{8} \right) = 95,82 dB$$

$$L_{EX,8h,3} = 39,34 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 37,29 dB$$

$$L_{EX,8h,4} = 42,19 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 38,53 dB$$

Suma de niveles de presión acústica

La suma de niveles de presión acústica en el área es útil para obtener el nivel de presión acústica generado por una máquina que se encuentra ubicada junto a otras también ruidosas, en el área de producción al encontrarse funcionando la maquina CUTTER y al mismo tiempo la EMBUTIDORA.

La suma de niveles de presión sonora acústica se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$L_{p,A,suma} = 10 \lg \left(10 \sum_{n=1}^N 10 \frac{L_{p,n}}{10} \right)$$

Y se obtiene el siguiente resultado:

$$suma = 10 \lg \left(10 \frac{97,07}{10} + 10 \frac{39,34}{10} \right) = 97,07 dB(A)$$

Cálculo de Dosis

Para continuar con la evaluación de ruido, se utiliza el nivel de exposición de ruido diario ponderado A el mismo que se compara con la legislación vigente en el Ecuador, en este caso tomamos referencia del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente laboral decreto ejecutivo 2393, donde menciona que el nivel de ruido en una jornada de trabajo de 8 horas es de 85 dB; por lo consiguiente se procede a realizar una división entre estos dos valores.

$$Dosis = \frac{L_{EX,8h[dBA]}}{85[dBA]}$$

Entonces:

$$Dosis Molino = \frac{80,72}{85[dBA]} = 0,94$$

$$Dosis Cutter = \frac{95,82}{85[dBA]} = 1,12$$

$$Dosis Embutido = \frac{37,29}{85[dBA]} = 0,43$$

$$Dosis Cocción = \frac{38,53}{85[dBA]} = 0,45$$

Si la dosis es mayor a uno, es decir el nivel de ruido en 8 horas de trabajo está sobrepasando los niveles máximos permitidos.

Calculo del tiempo de exposición permitido

Al identificar que el ruido que se genera con las maquinas cutter y embutido es crítico se procede a calcular el tiempo de exposición permitido.

$$T_{max} = \frac{8}{2(ref - 85 dBA)/3}$$

Entonces:

$$Cutter y Embutido = \frac{8}{2(97,07 - 85)/3} = 0,49 h$$

Tiempo de exposición permitido es de 29.4 minutos aplicando una regla de tres.

3.3 Propuesta de Medida de Control

A continuación, se presenta la jerarquía de controles para que la empresa objeto de estudio pueda minimizar el riesgo de exposición de sus trabajadores al ruido

Tabla 14. Jerarquía de Controles

Eliminación	Sustitución	Ingeniería	C. Administrativos	EPP
	*Adquirir una maquinaria que emita bajos niveles de ruido.	Programa de mantenimientos preventivo, correctivo predictivo.	Plan de capacitaciones específicas al personal sobre el cuidado de la salud auditiva Señalización de riesgos en áreas ruidosas y utilización de	Dotación de tapón auditivo al personal menos expuesto Dotación de orejeras protectoras al personal que sobrepasa 6

			EPP Procedimiento de uso y conservación de los equipos de protección auditivos.	horas en adelante.
--	--	--	---	-----------------------

Realizado por: Autor

3.3.1 Actuación en la fuente y costes de los controles:

Para reducir la exposición a los niveles de ruido aceptables se tiene que combinar distintos tipos de controles, como la siguiente:

- Al realizar una compra se debe tomar en cuenta los requerimientos básicos de seguridad en las maquinas desde su diseño como la emisión de fuentes no ruidosas o controladas por la legislación vigente.
- Mantener un programa de mantenimiento de las maquinarias, control de conservación para los bienes de la empresa que se encuentran en el área de producción, para esta medida de prevención y seguimiento se debe tener la colaboración de los distintos departamentos, el área de mantenimiento cumple un rol importante dentro de la empresa puede aportar con los conocimientos de periodicidad que se debe cumplir cada mantenimiento como partes internas de la maquinaria, los ingenieros de producción aportan con su conocimientos en las etapas y procesos que pueden realizarse estos mantenimientos sin afectar a la producción programada, el área financiera aporta su conocimiento de los

problemas de asignación de recursos, y el técnico de seguridad e higiene del trabajo la liberación de la maquinaria que se encuentre en las mejores condiciones para su funcionamiento.

3.3.2 Control del ruido en el medio trasmisor

Por motivos que la empresa está sometida a BPM no es eficiente realizar aislamiento acústico mediante uso de materiales absorbentes en el recubrimiento del área de producción por ellos se adopta medidas administrativas como la implantación de señalización de seguridad respecto a la advertencia al ruido.

- Los trabajadores que realizan sus labores donde se supera los niveles de permisibles de exposición que dan lugar a una acción inmediata deben recibir información y formación completamente a los riesgos originarios por el factor ruido tales como:
- El origen del ruido, cuáles son sus consecuencias a futuro signos y sintomatologías iniciales tempranas identificables de la hipoacusia, entre ellas la falta de concentración, estrés laboral, y la dificultad en la comunicación entre otras.
- La rotación del puesto de trabajo como medida de control para disminuir la exposición que se somete el trabajador, de esta forma se disminuye la dosis que es directamente proporcionada al tiempo de exposición.

3.3.3 Control de ruido en el receptor y facilidad de uso para el trabajador

Una vez realizado todos los esfuerzos posibles para prevenir los riesgos derivados a la exposición al ruido se emplea el equipo de protección personal.

De forma general, se conoce como Equipo de Protección Individual, abreviadamente EPI, todo equipo que es llevado o utilizado por una persona en el trabajo con el fin de protegerla contra uno o más riesgos para su salud y seguridad, así como cualquier suplemento o accesorio diseñado para conseguir ese objetivo. Los protectores auditivos son EPI que, debido a sus propiedades para la atenuación del sonido, reducen los efectos peligrosos del ruido en la audición para así evitar el daño auditivo.

3.3.4 Características de los protectores auditivos

Cada protector auditivo presenta las siguientes características / datos:

- Tabla de atenuación a cada banda de octava
- Valores de atenuación a altas (H), medias (M) y bajas frecuencias (L)
- Atenuación global conferida o valor SNR.

3.3.5 Normas técnicas para protectores auditivos

Los protectores auditivos deber estar aprobados y certificados por organismos oficiales.

- **ANSI S3.19/74** "Meted For Measurement Of Real-Ear Protection Of Hearing Protectors And Physical Attenuation Or Earmuffs".
- **UNE-EN 458** – Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento.
- **UNE-EN 352-1** – Protectores auditivos: Orejeras.
- **UNE-EN 352-2** – Protectores auditivos: Tapones.
- **UNE-EN 352-3** – Protectores auditivos: Orejeras acopladas a un casco de protección para la industria.
- **UNE-EN 352-4** – Protectores auditivos: Orejeras dependientes del nivel.

Equipo de protección 1

Como última alternativa se emplea el equipo de protección personal de las orejeras 3M Peltor Bull's Eyes según muestra la figura se ha basado en base a lo establecido en la norma ANSI S3.19 - 1974 en lo que respecta la protección y conservación de la audición.

Figura 18. Orejera Peltor Bull's Eyes



Fuente: Ficha Técnica 3M

La información que el fabricante proporciona en base a la atenuación del ruido del protector auditivo es la siguiente:

Tabla 15. Atenuación de Orejera Peltor Bull's Eyes

OREJERAS										
ATENUACIÓN BANDA DE OCTAVA										
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	SNR	31dB
Mf	13,1	10,9	17,2	26,6	28,3	33,5	37,8	37,9	H	34 dB
sf	3,20	3,2	2,5	2,2	2,7	2,6	2,0	2,6	M	29 dB
APVf	9,9	7,7	14,7	24,4	25,6	30,9	35,8	35,3	L	20dB

Fuente: Ficha Técnica 3M.

Al realizar el cálculo de atenuación del equipo de protección auditivo recomendado se acoteja con la siguiente tabla para estimar si la atenuación proporcionada por los protectores auditivos es la adecuada mediante la siguiente tabla:

Tabla 16. Valor del ruido equivalente atenuado

CALCULO DE NIVEL PRESIÓN SONORA EFECTIVO										
PUESTOS ANALIZADOS	NPSE (dB)	BANDA DE OCTAVA								GLOBA L (L_f)
		Hz 1/1								
	L_{aeq,t(i)} (dB)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
CUTTER Y EMBUTIDO	L_f (dB)	71,9	82,8	89,3	88,3	89,7	88,8	80,9	66,1	95,5
	A_f (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	L_A (dB)	45,7	66,7	80,7	85,1	89,7	90,0	81,9	65,0	94,0
	mf	13,1	10,9	17,2	26,6	28,3	33,5	37,8	37,9	
	K[*]σ	3,2	3,2	2,5	2,2	2,7	2,6	2,0	2,6	
	AP_{Vef}	9,9	7,7	14,7	24,4	25,6	30,9	35,8	35,3	
	L_A'	35,80	59,00	66,00	60,70	64,10	59,10	46,10	29,70	69,7
PNR	L_f-L_A'	24								

Realizado por: Autor

De acuerdo a la legislación Ecuatoriana vigente decreto ejecutivo 2393, nivel de exposición diario equivalente que soporta el oído humano del trabajador teniendo en cuenta la atenuación que proporciona el protector auditivo $L_{Aeq'd}$ no debe superar los 85 dB(A).

A su vez, un protector auditivo que provoque sobreprotección será inadecuado y el operador podrá dejar de usarlo por la dificultad de comunicación con otros trabajadores

o en la audición de señales de alarma o aviso por la sensación de sentirse abandonado del entorno.

El equipo de protección recomendado orejera peltor bull's eyes cumple el nivel de reducción de ruido percibido por el operario del área de CUTTER nivel sonoro más crítico en la evaluación reduciendo de 95,5 dB(A) a 70 dB(A) se debe tomar en cuenta el buen uso, conservación e higiene del equipo para que el mismo pueda cumplir con la atenuación del ruido en el área.

3.3.6 Vigilancia de la salud

El Programa de vigilancia médica debe incluir a todos los trabajadores expuestos del área de producción a niveles iguales o superiores a niveles de ruido equivalente normalizado $Leq8H,A$ superior a 85 dBA con valoración auditiva también es importante conocer si existen o han existido otras fuentes de exposición a ruido de origen no laboral.

- Historia clínica ocupacional, deben recogerse fundamentalmente los siguientes datos: ocupación actual y anterior, así como los años de exposición a ruido, características del ruido, utilización de protectores auditivos, otros. También es importante conocer si existen o han existido otras fuentes de exposición a ruido de origen no laboral.
- Los exámenes audio métricos deberán ser realizados por un técnico, u otro médico que ha demostrado satisfactoriamente la competencia en la administración de los exámenes audiométricos, obtener audiogramas válidos y uso correcto, mantenimiento y comprobación de la calibración y buen funcionamiento de los audiómetros que se utiliza.
- Para la evaluación auditiva se indica audiometría tonal realizada por personal

calificado y en cumplimiento de los estándares de calidad. Las audiometrías pre ocupacional y post ocupacional se realizan bajo las mismas condiciones, con reposo de mínimo 14 horas, no sustituido por uso de protectores auditivos.

- Si un médico determina que el cambio del umbral estándar se encuentra relacionado o agravado por la exposición al ruido ocupacional, el empleador deberá garantizar que los siguientes pasos se toman cuando existe un cambio del umbral estándar:
- El empleado deberá ser referido para una evaluación clínica audiológica o un examen otológico, en su caso, si la prueba adicional es necesaria o si el empleador sospecha que una patología médica del oído es causada o agravada por el uso de protectores auditivos.
- El empleado deberá estar informado de la necesidad de un examen otológico si una patología médica del oído, que no está relacionada con el uso de protectores auditivos, se sospecha.

Capítulo IV

Discusión

4.1 Conclusiones

- Si tomamos en cuenta que la legislación ecuatoriana indica que la jornada es de 8 horas laborales, los trabajadores en la empresa objeto de estudio se encuentran sobreexposados toda vez que su jornada de labores diaria es de 8,5 horas como mínimo.
- Del análisis de los resultados del presente estudio detectamos que únicamente en el área donde se realizan los procesos de Cutter y Embutido se presentan niveles no adecuados (97dBA) para las tareas que allí se realizan.
- El personal expuesto en el área es de 1 operador y un ayudante de la maquina Cutter, 1 operador de embutido con un tiempo de exposición de 6 horas y los trabajadores amarradores de embutidos con 8 horas de exposición a un nivel de ruido intolerable.

4.2 Recomendaciones

- Disminuir el tiempo de exposición de todos los trabajadores del área de producción.
- Implementar medidas de control para las áreas y puestos de trabajo identificados para el mejoramiento del medio ambiente de trabajo donde se realizan los procesos para la elaboración de embutidos.

- Poner a disposición de los trabajadores inmediatamente las Orejera Peltor Bull's Eyes, para atenuar el nivel de ruido producido por las maquinas CUTTER y EMBUTIDO, se recomienda garantizar el mantenimiento adecuado para toda la maquinaria y equipo, también se debería asegurar que todo el personal conozca sobre el uso, conversación, mantenimiento y evaluación de los equipos de protección auditiva.
- Se recomienda que a pesar que el personal que no se encuentra en áreas de discomfort acústico también conozca sobre la protección auditiva, esto puede ayudar a crear una cultura de seguridad en cada uno de ellos en casos de ser removidos a áreas críticas con fuentes de ruido intolerables.

Bibliografía

(s.f.).

Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2011). *Ministerio de Empleo y Seguridad Social*.

Obtenido de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf

1404, R. d. (23 de Septiembre de 2005). Obtenido de

<http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/resolucion957.pdf>

1404, R. P. (25 de Octubre de 1978). Obtenido de [http://www.trabajo.gob.ec/wp-](http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-para-el-Funcionamiento-de-Servicios-M%C3%A9dicos-Acuerdo-Ministerial-1404.pdf)

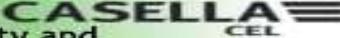
[content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-para-el-Funcionamiento-de-Servicios-M%C3%A9dicos-Acuerdo-Ministerial-1404.pdf](http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-para-el-Funcionamiento-de-Servicios-M%C3%A9dicos-Acuerdo-Ministerial-1404.pdf)

18001, N. I.-O. (2010). *de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Requisitos*.

Norma NTE INEN-ISO 9612. (2009).

- 9612, Norma NTE INEN-ISO. (2014). *Acústica determinación de la exposición al ruido en el trabajo*.
- D.E. 2393. (1986). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo*.
- C.D.513, R. d. (4 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://www.segysoac.com.ec/archivos/Resolucion-CD-513-marzo-4-2016.pdf>
- Diario el Comercio. (2014).
- Falagán. R. (2005). *Higiene Industrial Aplicada*. Fundación Luis Fernando Velsco.
- Ferran, Tolsa, Cabani,. (2008). *Ruido y Salud Laboral*. España: Mutua Balear .
- Gil E., 2. (2008). *Otología*.
- Harris, C. (1995). *Manual de medidas acústicas y control del ruido* . Mc.Graw Hill.
- Herrick, Robert F. (s.f.). higiene Industrial. *Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo*, 38.
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud. (2010). *Perdida Auditiva inducida por el Trabajo*. Obtenido de http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2010-136_sp/
- Mapfre. (2015). *Manual de Higiene Industrial* . Madrid : Ministerio de trabajo y asuntos sociales .
- NTP 638, . (2003). *Atenuación efectiva de la atenuación de los protectores auditivos*.
- Otárola et . (2006). Ruido Laboral y su impacto en la salud. *Ciencia y Trabajo*, 51.
- Seguro General de Riesgos del Trabajo . (2017). *Enfermedades profesionales* . Obtenido de http://sart.iess.gob.ec/SRGP/indicadores_ecuador.php

ANEXO I



Certificate of Conformity and Calibration

Instrument Type:- CEL-6208

Serial Number: 3601647

Firmware revision: V003-08

Microphone Type:- CEL-362

Serial Number: 35738

Applicable standards:-
 IEC 61672: 2002 / EN 60651 (Electroacoustics - Sound Level Meters)
 IEC 60651 10:10 (Sound Level Meters); ANSI S1.4: 1993 (Specifications for Sound Level Meters)

Note:- The test sequences performed in this report are in accordance with the current Sound level meter Standard - IEC 61672. The calibration of these instruments are conducted in conformance with the product electro-acoustic performance for all applicable standards including International Sound Level Meter Standards - IEC 60651 and IEC 61672.

Test Conditions:- 24 °C
31 %RH
931 mBar

Test Engineer:- Andrew Whitford

Date of Issue:- July 10, 2017



Declaration of conformity:-

This test certificate confirms that the instrument specified above has been successfully tested to comply with the manufacturer's published specifications. Tests are performed using equipment traceable to national standards in accordance with Casella's ISO 9001:2008 quality procedures. This product is certified as being compliant to the requirements of the CE Directive.

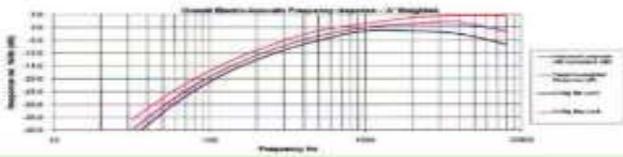
Test Summary:-

Self generated Noise test	All Tests Pass
Electrical Signal Test Of Frequency Weightings	All Tests Pass
Frequency & Time Weightings At 1 kHz	All Tests Pass
Level Linearity on the Reference Level Range	All Tests Pass
Transient Response Test	All Tests Pass
C-peak Sound Levels	All Tests Pass
Overload Protection	All Tests Pass
Acoustic Tests	All Tests Pass

Combined Electro-Acoustic Frequency Response - A Weighted

Combined Electro-Acoustic Frequency Response - A Weighted (IEC 61672-3:2006)

The following A Weighted frequency response graph of this instrument meets frequency response based upon the application of IEC 61672-3:2006 product test conditions. The manufacturer's procedure is used for commercial use/field use applications and procedures. Reference level value at 1 kHz.



Casella CEL
 Regent House, Welling Road,
 Gillingham, Kent ME8 2JF
 United Kingdom
 Phone: +44 (0) 1795 511100
 Fax: +44 (0) 1795 511100
 E-mail: info@casella.com

Casella USA
 11 One World Plaza, 4th Fl.
 New York, NY 10048
 USA
 Phone: +1 (212) 862-2300
 Fax: +1 (212) 862-2300
 E-mail: info@casella.com

Casella Canada S.A.
 1400 Yonge Street
 Toronto, Ontario M4M 1Y4
 Canada
 Phone: +1 (416) 462-7338
 Fax: +1 (416) 462-7338
 E-mail: info@casella.com

Printed by CEL on 10/07/2017 14:00:00

ANEXO II

ANEXO III DATOS DE DESCARGA DEL EQUIPO MEDICIONES CON BANDAS DE OCTAVA Y NIVEL ACUSTICO EQUIVALENTE														
Medición		Puesto analizado	Bandas de octava											LAeq,t (i) dB(A)
Nº	Puesto de medición		16	31.5	63	125	250	5 Hkz	2Hkz	4Hkz	2Hkz	8Hkz	16Hkz	
1	Puesto 1	MOLINO	0,1	24,7	38,8	58,5	66,9	72	71,4	68,8	67,1	63,3	46,2	77,00
			5,4	21	45	50,2	57,1	62,6	67,7	72,1	76	66,7	53,6	78,41
			8	32,5	50,4	57,9	67,8	72,9	74,8	71,4	67	60,8	49,1	78,84
2	Puesto 2	CUTTER	41,8	54,4	63,6	71	72,4	77	91	86,8	82,2	74,4	63,5	93,04
			12,6	40,4	65	71,9	82,8	89,3	88,3	89,7	88,8	80,9	66,1	95,51
			0	8,5	27,9	39,5	51,1	66	76,1	83,1	88,5	90,8	84,2	93,84
3	Puesto 3	Embutido	0	0	0	3,4	13,5	21,4	27,6	29,4	31	29,8	20,2	35,94
			0	0	0	3,4	14,1	20,3	25,7	27,9	29,2	29,1	18,7	34,54
			0	0	0	4,6	15,7	22,5	30,8	29,5	30,3	29,7	19,1	36,43
4	Puesto 4	COCCIÓN	0	0	0	4,5	7,5	20,5	30,8	32,4	33,5	29,7	18	37,99
			0	0	0	4,5	7,5	20,5	30,8	32,4	33,5	29,7	18	37,99
			0	0	0	4,3	8,3	21,8	31,1	33,8	34,7	30,9	18,9	39,09

ANEXO III

ANEXO III CALCULO DE LA DOSIS Y NIVEL DE RIESGO								
N°	Puesto analizado	LAeq,t (i) (dB)	Laeq,t Nivel medio sonoro (dB)	Tiempo real de exposición (TRE)	L_(p,A.eqT, m)	T. Ex Permi	Dosis	Nivel de riesgo
1	Molino	77,00	82,14	6	80,72	15,49	0,97	MEDIO
		78,41						
		78,90						
2	Cutter	95,00	97,07	6	95,82	0,49	1,13	ALTO
		93,10						
		93,00						
3	Embutido	35,90	39,34	5	37,29	305617,06	0,44	BAJO
		34,50						
		36,50						
4	Cocci3n	38,00	42,19	3	38,53	158207,09	0,45	BAJO
		38,00						
		39,10						

ANEXO IV

ANEXO IV TABLA DE RESUMEN NAeq,t POR PUESTO DE TRABAJO								
N°	Puesto analizado	LAeq,t (i) (dB)	LAeq,t promedio (dB)	Dosis medida	Tiempo total de exposición (horas)	Tiempo de medición (minutos)	Dosis proyectada jornada total	Conformidad factor de seguridad
1	Molino	77,00	82,14	0,97	6	5	1,16	NO CONFORME
		78,41						
		78,84						
2	Cutter	95,00	97,07	1,14	6	5	1,37	NO CONFORME
		93,10						
		93,00						
3	Embutido	35,90	39,34	0,46	5	5	0,46	CONFORME
		34,50						
		36,50						
4	Coocion	38,00	42,19	0,50	3	5	0,30	CONFORME
		38,00						
		39,10						
CODIGO DE COLORES		INTERPRETACION			SUGERENCIA			
NO CONFORME		Niveles de presión sonora superior al recomendado			Requiere intervención inmediata			
DENTRO DEL LÍMITE		Niveles de presión sonora iguales al recomendado			Mantener circunstancias			
CONFORME		Niveles de presión sonora inferior al recomendado			Mantener circuntancias			

Anexo V

Hoja de Datos Técnicos

3M Peltor™ Bull's Eye™ Orejas

Descripción del Producto

La Gama de orejas pasivas 3M Peltor™ Bull's Eye™ plegables están disponibles en tres colores: verde militar, negro y rojo.

Estos productos están diseñados para proporcionar niveles de atenuación medio-alto muy adecuado para la mayoría de aplicaciones deportivas y de caza con altos niveles de exposición a ruido.

Estos equipos ayudan a reducir niveles dañinos o molestos de ruido siempre que se utilicen, seleccionen y mantengan de forma adecuada.

NOTA: Esta Hoja de Datos Técnicos aplica a la gama Peltor™ Bull's Eye™ I, para información de la Orejera Bull's Eye™ II y III utilice como referencia las hojas técnicas de las orejas pasivas 3M™ Peltor™ Optime™ II y III. Los productos son idénticos a excepción del color.

Características Principales

- Diseño moderno y estilizado.
- Carcasa de la oreja biselada para mayor compatibilidad con armas de caza y deportivas.
- Anillo líquido de sellado en el interior de la almohadilla para mejorar la comodidad. (Versiones Peltor™ Bull's Eye™ I y II)
- Diseño único de bajo perfil que permite mantener la presión del armés constante para obtener la misma protección a lo largo de toda la jornada.
- Amplio espacio dentro del protector para reducir el calor y mejorar comodidad.
- Almohadillas amplias y suaves para reducir la sensación de presión alrededor del pabellón auditivo mejorando la aceptación por el usuario y su comodidad.
- Kit de higiene compuesto de almohadilla exterior y relleno interior de fácil reemplazo para mejorar la higiene y duración del equipo.

Aplicaciones

La Gama de orejas 3M Peltor™ Bull's Eye™ son adecuadas para protección frente al ruido generado frente a deportes como tiro deportivo o caza.

Ejemplos de aplicaciones típicas incluyen:

- Todo tipo de tiro deportivo incluyendo tiro al plato.
- Caza

Valores de atenuación

Frecuencia (Hz)	50	125	250	500	1000	2000	4000	8000
M (dB)	22.1	22.8	17.2	26.0	26.3	22.0	27.9	27.9
M (dB)	22	22	22	22	21	22	22	22
M (dB)	22.2	22	22.8	22.8	22.8	22.8	22.7	22.3

2000 = 2000 4000 = 4000 8000 = 8000 1 = 1000

Clave:
 M (dB) = Protección Conforta (diferencia entre la atenuación real y la máxima)
 M = Atenuación media
 M = Característica Estándar
 H = Atenuación a altas frecuencias (nivel de reducción promedio para todo L(2) - L(4) = +20dB)
 M = Atenuación a frecuencias medias (nivel de reducción promedio para todo L(2) - L(4) = +20dB)
 L = Atenuación a bajas frecuencias (nivel de reducción promedio para todo L(2) - L(4) = +20dB)
 MdB = Atenuación total del protector (nivel de protección obtenido por un protector considerando todas las bandas de frecuencias entre 63 Hz y 8000 Hz)




Hoja de Datos Técnicos 3M Peltor™ Bull's Eye™ Orejas



Normas & Certificaciones

La Gama de Orejas 3M Peltor™ Bull's Eye™ han sido ensayadas y aprobadas según las Normas Europeas EN352-1:2002.

Estos productos cumplen las exigencias esenciales de seguridad recogidas en el Anexo II de la Directiva Europea 89/686/CEE, en España RDR 1407/1992 y llevan por tanto marcado CE.

Estos productos han sido ensayados en su etapa de diseño y certificados por el Organismo Notificado Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), Topeliuksenkatu 4-1aA, FIN- 00250 Helsinki, Finland (Organismo Notificado 0403).

Peltor™ Bull's Eye™

Las almohadillas y el absorbente interior de la Serie 3M Peltor™ Bull's Eye™ pueden reemplazarse con el Kit de Higiene HYS1 para mejorar la comodidad, higiene y asegurar los niveles de protección. Para la versión verde militar utilice la referencia HYS1 GN.

Las láminas higiénicas desechables HY100A y HY100A-01 pueden ponerse en las almohadillas para ayudar en la absorción de sudor.

Materiales

Los siguientes materiales han sido utilizados durante la fabricación de estos productos.

Componente	Materiales
Arnés	Arnés de Aluminio Inoxidable(PVC/Reseta)
Almohadilla de arnés	PVC
Carcasa	ABS
Absorbente Interior	Poliéster
Almohadillas	Poliéster
Cubierta de la almohadilla	PVC



3M

3M España, SA
Productos para la Protección Personal
y del Medio Ambiente
C/ Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25
Madrid 28027
www.3m.com/seguridad
Tel: 91 521 62 01
Fax: 91 521 63 06

Por favor, mida esta página.
© 3M 2006. All rights reserved.

Reservados

3M no garantiza la idoneidad de sus productos para usos no previstos. A partir de la información facilitada en el presente deberá valorar si el producto de 3M satisface su necesidad específica. Siempre en las áreas en las que la información es vital, establece su necesidad. 3M no asume ninguna responsabilidad por daños o pérdidas que de forma directa o indirecta se hubieran producido con respecto de la utilización de sus productos o de la información técnica facilitada.



Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°4

Fecha: Nov/09

Hoja Técnica

Descripción

Los tapones reutilizables 3M 1270 (sin caja) y 3M 1271 (con caja) están diseñados para ser insertados en el canal auditivo y ayudar a reducir la exposición a niveles dañinos de ruido y sonidos altos.

Características

- Un único tamaño que cubre un amplio rango de tallas.
- NRR = 24 dB
- Material suave y de gran comodidad al contacto con el canal auditivo.
- Liviano y sin mantenimiento.
- La base del tapón permite sujetarlo mejor e introducirlo más fácilmente en el canal auditivo.
- La aleta exterior, al ser más grande, facilita el ajuste y mejora la comodidad.
- Caja de almacenamiento con clip de sujeción (modelo 1271)
- Con cordón de poliéster o en PVC: ayuda a evitar pérdidas y asegura que esté disponible cuando se necesita.

Aplicaciones

Los tapones auditivos 3M 1270 / 1271 son adecuados como protección frente al ruido en varias aplicaciones:

- Industria del metal.
- Industria del automóvil.
- Construcción.
- Imprenta.
- Industria química y farmacéutica.
- Industria textil.
- Trabajos con madera.
- Ingeniería.

Normas y certificaciones

Los tapones 3M 1270 / 1271 están ensayados con respecto a la Norma Europea EN 352-2:1993 y cumplen los Requisitos Básicos de Seguridad tal como se describen en el Anexo II de la Directiva de la Comunidad Europea 89/686/CEE (en España R.D. 1407/1992).

El producto ha sido ensayado en su fase de diseño por British Standards Institution, 388 Chiswick High Road, London W4 4AL, UK (0086).

Estos tapones también fueron ensayados con respecto a la norma IRAM 4126-2:2000

El IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ha otorgado la certificación IRAM de conformidad de la fabricación y la Marca de Seguridad establecida en las Resoluciones de la S.I.C. y M. (Secretaría de Industria, Comercio y Minería) N°896/99 y N°799/99.





Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°4

Fecha: Nov/09

Hoja Técnica

Materiales

En la fabricación de este tapón auditivo se han utilizado los siguientes materiales:

- Tapón: monopreno
- Cordón: poliéster con los extremos de acetato ó PVC con los extremos metálicos.

Valores de atenuación

- Según lo establecido en la norma EN34869-1 son:

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9
Sf (dB)	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	6,8	6,7
Mf-sf (dB)	17,2	17,8	17,5	29,9	21,4	28,8	28,6	32,2

SNR = 25 dB H = 27 dB M = 22 dB L = 20 dB

Leyenda:

Mf: valor medio de atenuación

Sf: desviación estándar

H: valor de atenuación a altas frecuencias (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LAF - 2 db)

M: valor de atenuación a frecuencias medias (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LAF + 2 db)

L: valor de atenuación a frecuencias bajas (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LAF + 10 db)

SNR: Atenuación total del protector (el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado LC para estimar el nivel de presión sonora ponderado A con el oído protegido).

- Los valores medios de atenuación para la orejeras 3M 1270 – 3M 1271 según lo establecido en la norma IRAM 4060.1 son:

Protector auditivo tipo embudo										Fecha: 08/08
Marca 3M, modelo 1270/71										
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000		NRR
Atenuación Sonora Promedio	24,4	25,0	23,1	20,1	24,7	29,4	26,1	26,6	25,2	25
Desvío Estándar (dB)	3,1	3,0	3,8	3,4	3,4	2,5	3,8	3,8	3,4	

Atenuación sonora y desvío estándar, según norma IRAM 4060.1
 NRR: Índice de Reducción de Ruido (Noise Reduction Rating), US EPA 40 CFR

La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 25 dB, cuando los protectores están correctamente colocados.