



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

**TEMA: “RELACIÓN ENTRE EL RUIDO DE MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN
Y LA APARICIÓN DE HIPOACUSIA EN LOS TRABAJADORES DEL ÁREA
DE SOLDADURA DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA DE LA CIUDAD
DE QUITO EN EL AÑO 2014.”**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR POR EL GRADO DE MAGISTER EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS DEL TRABAJO**

AUTOR

JOSÉ RODRIGO ZÚÑIGA HIDALGO

DIRECTOR

JORGE ALBÁN VILLACÍS MD, MPH, ME, PHD(c)

QUITO - ECUADOR

2015

CERTIFICACION DEL ESTUDIANTE DE AUTORIA DEL TRABAJO

Yo, JOSÉ RODRIGO ZÚÑIGA HIDALGO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además, de acuerdo a la Ley de Propiedad Intelectual, el presente Trabajo de Grado, por su reglamento y normatividad institucional vigente, pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial.

José Rodrigo Zúñiga Hidalgo

CI: 1708656838

INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el señor José Rodrigo Zúñiga Hidalgo, previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los treinta días del mes de Abril de 2015

Jorge Albán Villacís, MD, MPH, ME, PHD(c)

AGRADECIMIENTO

A mi Dios y al Señor Jesucristo por darme la vida, la salud y por guiarme siempre en el verdadero camino.

A la Gerencia General de la empresa metalmecánica y al personal que me permitió realizar el presente estudio.

Al Señor Doctor Jorge Albán Villacís, Director de Tesis, por impartir su conocimiento de una manera clara y didáctica para lograr desarrollar y culminar la presente investigación.

DEDICATORIA

A mi esposa amada y compañera Lalyta, mujer virtuosa que me apoyó en todo momento para que pueda seguir la Maestría y realizar la Tesis de Grado. Su estima vale más que las piedras preciosas.

A mi hijo Sebastián, un regalo de Dios.

A mi padre, Florencio Zúñiga, que en paz descansa y a mi madre Guillermina Hidalgo por su amor, entrega y ejemplo. A mis hermanos, Myriam, Marco, Edison, Byron y Rocío por su apoyo incondicional y a los demás integrantes de nuestra familia. Dios me ha bendecido a través de todos ustedes.

RESUMEN

La presente investigación realiza un análisis de la aparición de hipoacusia en los trabajadores expuestos a ruido en el área de soldadura, en una empresa metalmeccánica de la ciudad de Quito.

Es una investigación cuantitativa epidemiológica descriptiva de diseño transversal. La población investigada está constituida por 30 trabajadores, en el año 2014.

Se evidenciaron los siguientes resultados, los síntomas de hipoacusia se presentan en los trabajadores con mayor antigüedad y en las personas que presentan mayor edad; en el estudio realizado a los 30 trabajadores, de los cuales 13 personas tienen entre 6 a 20 años de antigüedad en el trabajo y 7 trabajadores tiene entre 40 y 50 años de edad.

Además, el proceso que realizan los trabajadores es considerado ruidoso para el 100%, confirmándose este aspecto al realizar las mediciones de ruido obteniéndose valores superiores a 85dB para tiempo de exposición de 8 horas diarias.

A pesar de que se comprueba que son adecuados los equipos de protección personal (EPP) que utilizan los 30 trabajadores, existen indicios de hipoacusia (disminución de la capacidad auditiva) en 10 de los 30 trabajadores y 7 de ellos han recibido diagnóstico de hipoacusia en las audiometrías que se realizan anualmente a los 30 trabajadores del área investigada.

Los resultados obtenidos indican que hay relación entre el ruido de las máquinas de producción y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura.

Palabras clave— Hipoacusia, ruido, equipo de protección personal, audiometría.

ABSTRACT

The present study is an analysis of the existence of hearing loss in workers exposed to noise in the welding area, in a company of metallurgical industry of the city of Quito.

It is a descriptive cross-sectional design quantitative epidemiological research. The population is made up of 30 workers, in 2014. The following results were apparent, symptoms of hearing loss occur in workers with more seniority and in people who are older; in the study 30 workers, 13 of them are between 6 to 20 years old in work and 7 workers are between 40 and 50 years of age.

In addition, all the tasks that they do are considered loud for 100%, confirming this aspect to perform noise measurements, obtaining values above 85 dB for 8 hours a day exposure time.

In spite of the personal protective equipment (PPE) are appropriate, there is evidence of hearing loss in 10 of the 30 workers and 7 of them have received a diagnostic of hearing loss in the hearing tests performed annually to 30 workers of the investigated area.

The results got indicate that there is a relationship between the noise of the machines of production and hearing loss in workers in the welding area.

Keywords— Hearing loss, noise, personal protective equipment, audiometry.

INDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE GRÁFICOS	xi
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del problema:	3
1.3 Sistematización del problema:	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general:	4
1.4.2 Objetivos específicos:	4
1.5 Justificación de la Investigación:	5
1.6 Alcance:	6
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco Histórico	7
2.2 Marco Conceptual	9
2.3 Sistema de Variables	11
2.4 Hipótesis	11
2.5 Marco Referencial	12
2.5.1 Características del sistema auditivo	12
2.5.2 Características del factor de riesgo, ruido	14
2.5.3 Parámetros utilizados en la evaluación del ruido	19
2.5.4 Proceso de medición	21
2.5.5 Límites de exposición de ruido en el trabajo	25
2.5.6 Control del ruido	27
2.5.7 Efectos del ruido en la audición	30

2.5.8 Vigilancia de la salud	33
CAPÍTULO III	35
3. MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 Diseño de la Investigación	35
3.2 Métodos de Investigación	35
3.3 Población y muestra	35
3.3.1 Población	35
3.3.2 Muestra	36
3.3.3 Técnica e instrumento de recolección de datos	36
3.3.4 Confiabilidad y validez de instrumentos	36
3.3.5 Análisis e interpretación de resultados	37
CAPÍTULO IV	38
4. RESULTADOS	38
4.1 Percepción de la presencia de ruido en los trabajadores	38
4.2 Medición de ruido con dosímetro	54
4.3 Control del ruido en el área de soldadura de la empresa metalmecánica	60
4.4 Propuesta médica para prevenir la aparición de hipoacusia	64
CAPÍTULO V	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1 CONCLUSIONES	68
5.2 RECOMENDACIONES	70
6. – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
7. ANEXOS	76
ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	76
ANEXO 2: Encuesta	78
ANEXO 3: Certificado de acreditación del Laboratorio DEMAPA	80
ANEXO 4: Informe de medición del ruido	82

INDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1 Estrategia de medición	21
Tabla 2 Nivel de confianza.....	25
Tabla 3 Límite de nivel sonoro - tiempo de exposición	25
Tabla 4 Número de impulsos por jornada de trabajo.....	26
Tabla 5 Valores para ponderación a escala "A"	29
Tabla 6 Efectos y afectaciones del ruido	31
Tabla 7 Efectos a la salud según el nivel de presión sonora.....	32
Tabla 8 Grados de audición de una persona	33
Tabla 9 Antigüedad en el trabajo.....	38
Tabla 10 Edad del trabajador	39
Tabla 11 Nivel de exposición al ruido.....	40
Tabla 12 Existencia de máquinas ruidosas	40
Tabla 13 Existencia de procesos ruidosos	41
Tabla 14 Actividades productivas que ocasionan ruido	42
Tabla 15 Presencia de acufenos (zumbidos en el oído).....	42
Tabla 16 Taponamiento de los oídos	43
Tabla 17 Interferencia en la comunicación.....	44
Tabla 18 El ruido causa molestia o fatiga	44
Tabla 19 Dolor de oídos	45
Tabla 20 Disminución de la capacidad auditiva (hipoacusia)	46
Tabla 21 Tiempo diario que el trabajador está expuesto a ruido.....	46
Tabla 22 Tipos de tareas ruidosas.....	47
Tabla 23 Duración de las tareas ruidosas	48
Tabla 24 Uso de equipos de protección personal (EPP).....	49
Tabla 25 Capacitación	49
Tabla 26 Equipos de protección adecuados.....	50
Tabla 27 Reemplazo de equipos de protección	50
Tabla 28 Capacitación sobre el cuidado de equipos de protección personal.....	51
Tabla 29 Trabajos anteriores con ruido	52
Tabla 30 Chequeo médico de los oídos	52

Tabla 31 Diagnóstico de pérdida de la audición (hipoacusia).....	53
Tabla 32 Pérdida de la salud a causa del ruido.....	54
Tabla 33 Datos del análisis de trabajo	56
Tabla 34 Resultados de la medición de ruido.....	56
Tabla 35 Resultados del nivel de exposición al ruido ponderado A	58
Tabla 36 Valoración de tapones auditivos para la tarea de PLANIFICACIÓN.....	61
Tabla 37 Valoración de protectores auditivos para CORTE Y AMOLADO.....	62
Tabla 38 Valoración de tapones auditivos para la tarea de SOLDADURA.....	63

INDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1 Aparato auditivo.....	12
Figura 2 Onda sonora	15
Figura 3 Presión sonora y nivel de presión sonora	16
Figura 4 Presión, intensidad y potencia sonora	17
Figura 5 Tipos de ruido	18
Figura 6 Resultado de audiometría.....	34
Figura 7 Equipos de protección auditiva	60

INDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
Gráfico 1 Antigüedad	38
Gráfico 2 Edad del trabajador.....	39
Gráfico 3 Nivel de ruido	40
Gráfico 4 Máquinas ruidosas	41
Gráfico 5 Procesos ruidosos	41
Gráfico 6 Actividades ruidosas.....	42
Gráfico 7 Acufenos.....	43
Gráfico 8 Taponamiento de los oídos.....	43
Gráfico 9 Interferencia en la comunicación	44
Gráfico 10 Molestia o fatiga.....	45
Gráfico 11 Dolor de oídos	45
Gráfico 12 Hipoacusia.....	46
Gráfico 13 Tiempo de exposición	47
Gráfico 14 Tipo de tarea.....	47
Gráfico 15 Duración de las tareas ruidosas	48
Gráfico 16 Utilización de EPP.....	49
Gráfico 17 Capacitación	49
Gráfico 18 Equipos adecuados	50
Gráfico 19 Reemplazo de EPP	51
Gráfico 20 Capacitación sobre el cuidado de EPP	51
Gráfico 21 Antecedentes	52
Gráfico 22 Chequeo médico	53
Gráfico 23 Diagnóstico de hipoacusia.....	53
Gráfico 24 Pérdida de la salud.....	54
Gráfico 25 Atenuación de los tapones auditivos para la tarea de planificación	61
Gráfico 26 Atenuación del protector auditivo tipo copa para corte y amolado.....	62
Gráfico 27 Atenuación de los tapones auditivos para la tarea de soldadura	63

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El ruido constituye uno de los factores físicos más importantes en la actualidad, debido al incremento notable de las industrias. Considerando la extraordinaria funcionalidad del oído humano y su importancia en las relaciones sociales de todo tipo, se debe evitar la exposición a ruidos que podrían causar daños irreversibles. (Falagán y otros, 2000, p. 137).

La hipoacusia es una de las principales causas de enfermedad profesional en Estados Unidos. En la publicación de la Organización Internacional del Trabajo, (OIT) de 1998, se indica que más de 9 millones de trabajadores están expuestos diariamente a niveles de ruido de 85 decibeles ponderados A (dBA). Aproximadamente y 5,2 millones de trabajadores expuestos a ruido mayor a 85 dBA. Esto representa el 35% del total de personas que trabajan en el sector productivo en Estados Unidos. (Suter, 1998, p. 47.2).

Para el 2012, de acuerdo a la publicación de National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)¹, se indica que en Estados Unidos se tiene 22 millones de trabajadores aproximadamente están expuestos a niveles de ruido peligrosos en el trabajo y se calcula que cada año se gasta \$ 242 millones en compensaciones laborales por discapacidad a causa de pérdida auditiva. (NIOSH, 2012, p. 1).

En 2010, en el sector manufacturero, se reportaron en Estados Unidos, 59.100 casos de enfermedades ocupacionales, de las cuales 17.700 corresponden a pérdida auditiva ocupacional, lo que equivale a 1 de cada 9 enfermedades notificadas. La pérdida auditiva en la persona está asociada al trabajo y es tan grave como para que el trabajador presente sordera. (NIOSH, 2010, p.1).

¹<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/oido.html>

Según datos estadísticos en Europa sobre enfermedades profesionales, en el año 2005 se detectaron 14300 casos aproximadamente de pérdidas auditivas a causa de la exposición al ruido, lo que equivale a 9,5 casos por cada 100.000 trabajadores. El 73% de las personas que presentan disminución o pérdida auditiva trabajan en sectores manufacturero, minero y de la construcción. (Comisión Europea, 2009, p.4).

La Fundación de Dublín manifestó que el 2005 el 20% de trabajadores europeos estuvieron expuestos a niveles elevados de ruido, durante al menos la mitad de la jornada laboral. (Comisión Europea, 2009, p.9)

Se han realizado algunos estudios para determinar cómo afecta el ruido a los trabajadores en función de su edad y su antigüedad en el puesto de trabajo. NIOSH, (citado por Ministerio de Protección Social, 2006, p.50), analizó los datos de la encuesta nacional de audición y ruido ocupacional en los Estados Unidos, concluyendo que a cualquier nivel de ruido, el daño auditivo se aumenta con la edad y/o el tiempo de exposición. Se indica también que el riesgo mayor se encuentra en los niveles más altos de exposición.

En América del Sur, se han realizado algunas investigaciones del ruido en la industria, por ejemplo en Chile, la publicación: "*Control de ruido aplicado a un sistema de ventilación*", en el cual, se analizan los factores para disminuir el ruido en la fuente y en el medio de transmisión del ruido. (Sáez, 2002, p.1).

En Ecuador, (Maruri, 2014, p.77), en su investigación "*Análisis y evaluación de ruido en las cabinas de control geológico de Petroleum Logging Services*", determina que el ruido en el exterior de las cabinas en las diferentes áreas, tiene un nivel mayor a 74 dB(A).

Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, (IESS), cada año se tienen 14.000 enfermedades ocupacionales, pero menos del 3% se reporta. En el 2012 se reportaron 240 afecciones y un 35% más de enfermedades en el 2011. Las afecciones laborales

reportadas se relacionan con exposición a químicos, aparato respiratorio y enfermedades auditivas causadas por ruido.² (El Comercio, 2014, Junio 7).

La empresa metalmecánica, objeto de la investigación se dedica a la fabricación de maquinaria para la construcción y carrocerías metálicas. La producción en ésta empresa ha aumentado debido al auge que ha tenido en los últimos años las obras civiles como por ejemplo, la construcción de puentes, carreteras, etc. De esta manera el personal que trabaja en ésta empresa, constantemente está expuesta a ruidos peligrosos generados por las máquinas de producción.

1.2 Formulación del problema:

¿Cuáles es la relación entre el ruido de máquinas de producción y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica de la ciudad de Quito en el año 2014?

1.3 Sistematización del problema:

1. ¿Cuáles son las características del personal del área de soldadura, en relación a la antigüedad en el puesto de trabajo y la edad del trabajador?
2. ¿Cuál es el nivel de ruido generado por las máquinas de producción que da lugar a hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura?
3. ¿Cómo inciden los niveles de ruido de las máquinas de producción en la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura?
4. ¿Cuánto tiempo de la jornada laboral, el trabajador está expuesto al ruido de las máquinas de producción del área de soldadura?

²<http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/enfermedades-laborales-iess-ecuador-lumbalgia.html>

5. ¿Son adecuados los equipos de protección personal, que la empresa ha dotado al trabajador expuesto al ruido de máquinas de producción del área de soldadura, para prevenir hipoacusia?

6. ¿Cuáles son los elementos estructurales y funcionales que debería tener una propuesta médica para prevenir la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura por exposición al ruido de las máquinas de producción?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Determinar la relación entre el ruido de máquinas de producción y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica de la ciudad de Quito en el año 2014.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Identificar las características del personal del área de soldadura, en relación a la antigüedad en el puesto de trabajo y la edad del trabajador, que están expuestos al ruido.

2. Determinar el nivel de ruido generado por las máquinas de producción que da lugar a hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura.

3. Establecer cómo inciden los niveles de ruido de las máquinas de producción en la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura.

4. Identificar el tiempo de la jornada laboral, que el trabajador está expuesto al ruido de las máquinas de producción del área de soldadura.

5. Determinar si son adecuados los equipos de protección personal, que la empresa ha dotado al trabajador expuesto al ruido de máquinas de producción del área de soldadura, para prevenir hipoacusia.
6. Establecer los elementos estructurales y funcionales que debería tener una propuesta médica orientada a prevenir la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura por exposición al ruido de las máquinas de producción.

1.5 Justificación de la Investigación:

Se justifica la realización de la presente investigación debido a que en el área de soldadura de la empresa metalmecánica se ha detectado indicios de hipoacusia en los exámenes periódicos de algunos trabajadores del área.

Actualmente las entidades gubernamentales están preocupadas por la salud de los trabajadores de las empresas, tal es el caso del Instituto de Seguridad Social que en conjunto con el Ministerio de Relaciones Laborales realizan inspecciones constantes a las empresas, evaluando el cumplimiento de la identificación y medición de los factores de físicos, mecánicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. El ruido es un factor físico que tiene que ser identificado y luego cuantificado, para determinar el grado de afectación al oído del trabajador.

El presente estudio permitirá al empleador, tomar las acciones correctivas para eliminar o disminuir los niveles de ruido, actuando sobre la fuente primeramente y luego sobre el medio ambiente. Si no es posible tomar acciones correctivas sobre la fuente y tampoco sobre el medio ambiente, se deberá dotar al trabajador de los equipos de protección adecuados para evitar la aparición de hipoacusia en el trabajador.

Dentro de las acciones correctivas se deberá considerar también, la capacitación al trabajador sobre la colocación de los equipos de protección personal, la higiene y cuidado de los protectores auditivos. Además de realizar adecuados programas de

vigilancia a la salud, que permita identificar cualquier indicio de aparición de hipoacusia en el trabajador.

Una adecuada audición del trabajador evitará posibles riesgos, como por ejemplo, riesgos mecánicos con máquinas en movimiento que existen en el área, tales como montacargas, puentes grúa y otros. Una persona con falta de audición, aumenta la probabilidad de producir accidentes al no escuchar las señales auditivas de las máquinas en movimiento.

Las conclusiones y recomendaciones que se establezcan luego de realizado el estudio permitirán mejorar el ambiente de trabajo del personal que trabaja en el área de soldadura.

El presente estudio servirá de base para otros estudios que se realicen para procesos que generen ruido en empresas similares.

1.6 Alcance:

El presente estudio abarca a un total de 30 trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica de la ciudad de Quito.

Se determinará la relación entre el ruido de las máquinas y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico

El ruido es un factor que ha sido tema de preocupación desde la antigüedad. En la antigua Grecia, 600 años antes de Cristo, se tiene que a los artesanos que utilizaban martillos se les ubicaba fuera de la ciudad. (Tolosa, 2003, p.2).

La primera observación documentada de la causa y efecto del ruido se tiene en Roma, en el siglo I, en el tratado: *Historia Natural* escrita por Plinio el Viejo, en el cual indica que las muchas personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, sufrían de sordera. (Tolosa, 2003, p.2).

Muchos años después, En el año 1713 Bernardino Ramazzini escribe el libro *De morbisartificum*, en el cual se describe el riesgo que tenían algunos trabajadores, como por ejemplo los herreros, de sufrir sordera. (Tolosa, 2003, p.2).

Con el advenimiento del auge industrial, se crearon muchas empresas Para el año 1830 Fosbroke describe la pérdida de audición de los trabajadores de la fragua. (Tolosa, 2003, p.2).

Con la revolución industrial en el siglo XVIII las industrias manuales tuvieron grandes progresos en lo que respecta a sus industrias manuales, lo que produjo un incremento considerable de accidentes y enfermedades. (Terán, 2013, p.11).

Por la preocupación en el tema de seguridad, en el año 1918 se crea la Asociación Internacional de Protección de los Trabajadores. En la actualidad, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que constituye el organismo rector de la seguridad en los trabajadores. (Terán, 2013, p.12).

En 1954 en el libro “*Acoustics*” publicado por Leo Beranek se establecen los primeros criterios de niveles de ruido que pueden ocasionar daños en el oído, y luego en 1950 Kryter propone el criterio de bandas críticas, estableciendo los 85 dBA como banda crítica. En 1986 Beranek indica que la exposición de 5 dBA encima de una banda crítica puede ocasionar daño permanente en las personas que están expuestas durante un año a ese tipo de ruido. (Miyara, 2000, p.2).

En 1988 Beranek realiza una investigación considerando la cantidad de años de exposición con la edad de la persona y establece un riesgo porcentual de adquirir una discapacidad auditiva permanente. Determinó que el riesgo aumenta hasta cierta edad y luego disminuye, ya que a partir de cierta edad la audición se deteriora sin exposición significativa. (Miyara, 2000, p.3).

La primera edición de la norma que estandariza el riesgo auditivo por exposición al ruido fue editada en 1975, la que es actualmente la norma ISO 1999. Establece cálculos basados en tablas de índices parciales de exposición en relación con el nivel sonoro y su duración. Actualmente éste método ha sido superado con los sonómetros integradores. (Miyara, 2000, p.5).

En 1977 la Organización Internacional del Trabajo, OIT publica el *Convenio 148* acerca de la *protección de los trabajadores contra riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y vibraciones en el lugar de trabajo*. En el mismo año se publica la norma UNE_EN ISO 11690:1997 *Prácticas recomendadas para el diseño de lugares de trabajo. Parte 1: estrategias de control del ruido*. En el cual se dan las recomendaciones de los límites de ruido. (Gómez y Cano, 2007, p. 22-24).

En el año 2010, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), emite la Resolución C.D. 333 del Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo. En éste documento se indica la obligación de identificar y cuantificar los factores de riesgo, y entre ellos el factor de riesgo físico, y entre ellos, el ruido. (IESS, 2010, p.12-13).

Además, la normativa de seguridad en procesos de soldadura, corte y procesos afines, se indica que el ruido debe ser controlado. Si no es posible actuar sobre la fuente, se deberá dotar del equipo de protección adecuado al trabajador. (American National Standard, ANSI Z 49.1, 2005, p.10).

En la actualidad existen muchas empresas metalmecánicas en la ciudad de Quito que se dedican a la fabricación de maquinaria. El ruido ocasionado por las máquinas de la empresa metalmecánica afecta a sus trabajadores, en especial en el área de soldadura donde se utilizan máquinas como amoladoras que sirven para pulir las uniones de los materiales soldados y que producen altos niveles de ruido. La empresa metalmecánica en la cual se realizará el presente estudio tiene en el área de soldadura 30 trabajadores, quienes están expuestos al ruido generado por éste tipo de máquinas.

2.2 Marco Conceptual

Decibelio (dB): Unidad de medida del nivel sonoro: diez veces el logaritmo común de la relación entre las dos cantidades proporcionales a la potencia o energía. (Comisión Europea, 2009, p.144)

Dosímetro: Es un aparato portátil que integra de forma automática los dos parámetros importantes desde el punto de vista preventivo: el nivel de presión sonora y el tiempo de exposición, obteniéndose directamente lecturas de riesgo expresadas en porcentajes de la dosis máxima permitida legalmente para ocho horas diarias de exposición al riesgo. (Falagán y otros, 2000, p. 146).

Emisión de ruido: Es el nivel de presión acústica producido por una fuente acústica bajo ensayo en un puesto de trabajo o en cualquier otra posición específica. (Gómez & Cano, 2007, p. 26).

Espectro acústico: Es la distribución de presiones o intensidades acústicas medidas como función de frecuencia. (Comisión Europea, 2009, p.27).

Exposición de un trabajador al ruido: Todos los ruidos que llegan, durante un período de tiempo específico, al oído de una persona (en uno o varios puestos de trabajo o para una persona en movimiento). (Gómez & Cano, 2007, p.27).

Frecuencia (f): Número de ciclos de un movimiento periódico por segundo. (Comisión Europea, 2009, p.24).

Hipoacusia: Es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. (Ministerio de Protección Social, 2006, p.40).

Presión acústica de pico: Es el valor máximo de presión acústica instantánea ponderada C en frecuencia. (Comisión Europea, 2009, p.35)

Potencia acústica: Es la cantidad de energía que emite una fuente sonora en un período de tiempo determinado (un segundo) y se mide en vatios (W). (Comisión Europea, 2009, p.25).

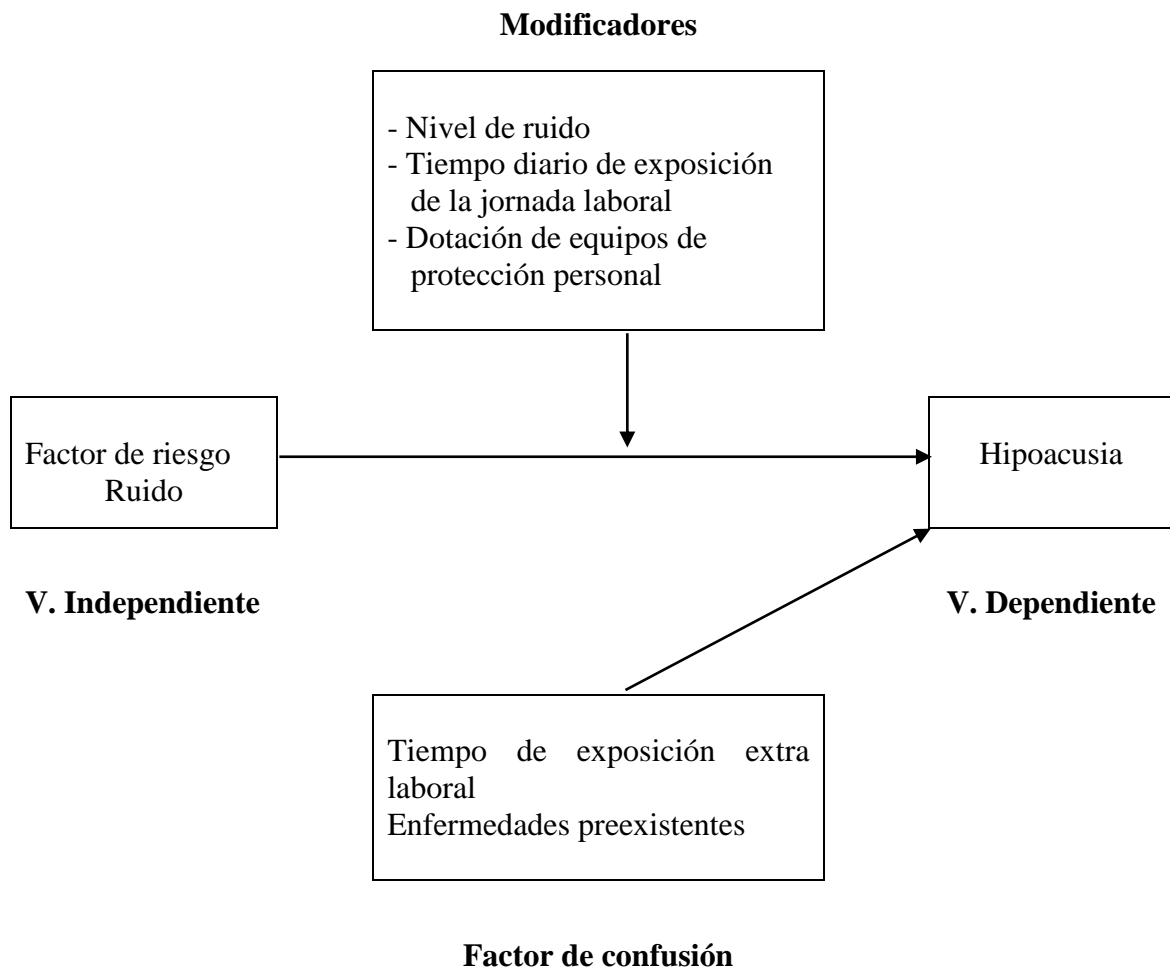
Protectores auditivos: Son equipos de protección individual que reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar de ésta manera un daño en el oído. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.58).

Ruido: sonido molesto o no deseado. (Gómez y Cano, 2007, p.28).

Sonido: Es una vibración de partículas de aire que se propaga como una onda sonora (o acústica) a través de éste. El espacio por el que se extiende la onda sonora se llama campo sonoro. (Comisión Europea, 2009, p.22).

Sonómetro: Instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica expresado en decibelios. Registra un nivel de energía sobre el espectro de 0 a 20.000 Hz. (Falagán y otros, 2000, p.144).

2.3 Sistema de Variables



2.4 Hipótesis

El ruido de máquinas de producción se relaciona con la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica de la ciudad de Quito en el año 2014.

2.5 Marco Referencial

2.5.1 Características del sistema auditivo

A continuación se indica la anatomía del sistema auditivo:

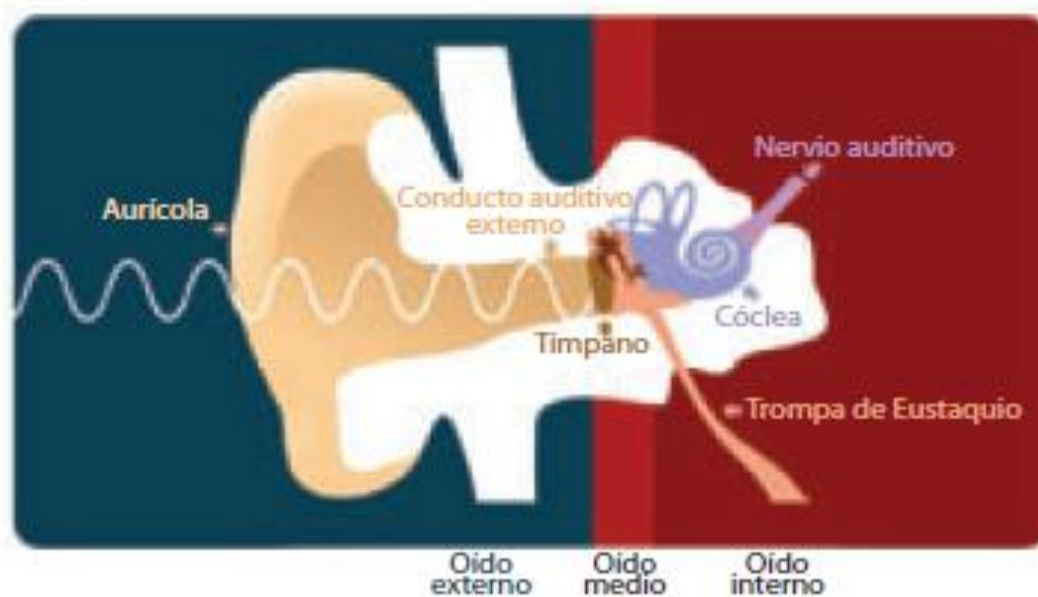


Figura 1 Aparato auditivo

Fuente: Guía de buenas prácticas no vinculante para la aplicación de la directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos físicos (ruido).

Elaboración: Comisión Europea, 2009, p.113

El oído humano está formado, por tres partes bien diferenciadas, denominadas respectivamente:

- oído externo,
- oído medio y
- oído interno

El oído externo está constituido por el pabellón auditivo, el conducto auditivo y el tímpano. Las ondas sonoras llegan al cuerpo humano donde son recogidas en el pabellón auditivo conocido comúnmente como “oreja” y concentradas hacia el conducto auditivo, el cual actúa como un resonador para las frecuencias de 2000 Hz a 5000 Hz,

amplificando la vibración del sonido de 10 dB a 15 dB. Lo cual significa que el oído es sensible a las frecuencias altas, pudiendo causar una lesión auditiva. (Harris, 1977, p. 97- 102).

El canal auditivo termina en el tímpano que es donde comienza el oído medio. En el oído medio se transmiten las vibraciones del tímpano hacia una cadena de tres huesecillos, conocidos como martillo, yunque y estribo. El oído medio actúa como un amplificador del sonido, debido a que las vibraciones del tímpano son muy débiles y para los sonidos suaves de alta frecuencia el oído medio amplifica el sonido entre 20 y 30 dB. Además el oído medio protege el sistema auditivo de sonidos fuertes. Cuando el nivel sonoro es de 80 a 87 dB, los músculos que dan movimiento a los huesecillos limitan la fuerza de las vibraciones transmitidas al oído interno. Este efecto se conoce como reflejo acústico, el cuál protege al oído de sonidos fuertes cuando la intensidad aumenta lentamente durante un breve período de tiempo. (Harris, 1977, p. 97- 102).

El oído interno, se denomina también cóclea o caracol, es el receptor y analizador del sonido. El tamaño no es mayor que la yema de un dedo y los componentes son tan sensibles que ante ruidos fuertes son las primeras que resultan dañadas. En el conducto coclear se encuentran las células ciliadas que se encargan de iniciar los impulsos neurales en respuesta a las vibraciones provocadas por el sonido. Las neuronas contribuyen a transmitir los impulsos neurales al cerebro a lo largo del nervio auditivo. (Harris, 1977, p. 99-102).

La progresión de la vibración a lo largo del oído interno en respuesta a las ondas acústicas nos permite oír frecuencias diferentes, componentes del sonido. El oído interno se comporta como un analizador de frecuencia acústica mecánico neural. La pérdida de la audición en una determinada frecuencia está relacionada con el daño de las células ciliadas en partes específicas de la cóclea. (Harris, 1977, p. 100-106).

En condiciones ambientales de gran nivel sonoro, el oído externo se protege mediante la segregación de cerumen, la cual es más copiosa, tendiendo a obstruir el canal con el denominado tapón de cerumen o tapón de cera. (Harris, 1977, p. 105-106).

En el oído interno, ante un sonido de gran nivel sonoro genera señales nerviosas que el cerebro interpreta, reenviando señales inhibitorias hacia las células ciliadas externas, lo cual hace que éstas reaccionen con las llamadas contracciones lentas, que tienden a oponerse a la vibración de la membrana basilar. El reflejo acústico no tiene una respuesta rápida ante ruidos impulsivos como por ejemplo el disparo de un arma de fuego. (Harris, 1977, 105-106).

El **zumbido de los oídos (tinnitus)**, es uno de los primeros efectos de la lesión auditiva. El zumbido permanece incluso luego de un tiempo de haberse expuesto al ruido. La sobre-estimulación de las células ciliadas provoca **desplazamiento temporal del umbral auditivo**, que se manifiesta como una sensación de haber perdido cierta sensibilidad acústica y constituye el primer síntoma de cansancio del sistema auditivo a causa del ruido. El **desplazamiento permanente del umbral auditivo** se tiene después de una exposición prolongada o repetida a ruidos fuertes, lo que constituye una pérdida de la capacidad auditiva conocida también como **hipoacusia**. (Comisión Europea, 2009, p.115).

2.5.2 Características del factor de riesgo, ruido

El **ruido** se define como el sonido molesto o no deseado. (Gómez y Cano, 2007, p.28). A su vez, el **sonido** es una perturbación física que se propaga en un medio elástico produciendo variaciones de presión o vibración de partículas que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas mediante instrumentos. Siendo la **velocidad de propagación**, la distancia que recorre una onda en un determinado medio (sólido, líquido, gas) en un período de tiempo específico. (Ministerio de Protección Social, 2006, p.38).

Uno de los parámetros que define la onda sonora es la **frecuencia**, que expresa el número de ciclos de vibración completados en un segundo y se mide en hercios (Hz). Cuando más rápido vibren las partículas, mayor será la frecuencia. Las frecuencias de

los sonidos audibles se sitúan en un rango de 20 Hz a 20.000 Hz. (Comisión Europea, 2009, p.24).

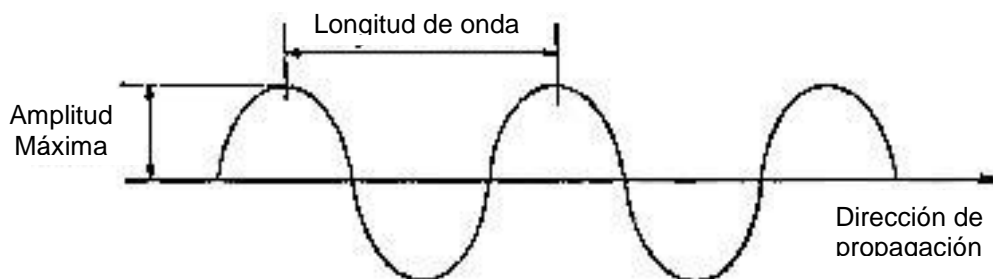


Figura 2 Onda sonora

Fuente: Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo.
Elaboración: Ministerio de Protección Social, 2006, p 38.

El cambio de presión a partir de la presión atmosférica, que se extiende por el aire como una onda, se conoce como **presión acústica o presión sonora**. (Comisión Europea, 2009, p.25).

El **nivel de presión sonora** es la característica que permite oír un sonido a mayor o menor distancia e indica la cantidad de energía que transporta el sonido para su propagación. Considerando que el oído humano tiene la capacidad para detectar una amplia gama de niveles de presión sonora (10 a 102 Pascales), estos niveles se miden en una escala logarítmica cuya unidad son los decibeles (dB). A mayor nivel de presión sonora, mayor es la probabilidad del daño auditivo. (World Health Organization WHO, 1999, p.7-8).

El **nivel de presión acústica** sin ponderar en todo el rango de frecuencias audibles (20 a 20.000 Hz). Representa el valor instantáneo del nivel de presión acústica. Este índice no proporciona información sobre la variabilidad del ruido. (Gómez y Cano, 2007, p.27).

A continuación se indica la equivalencia de escalas de la presión sonora y el nivel de presión sonora.

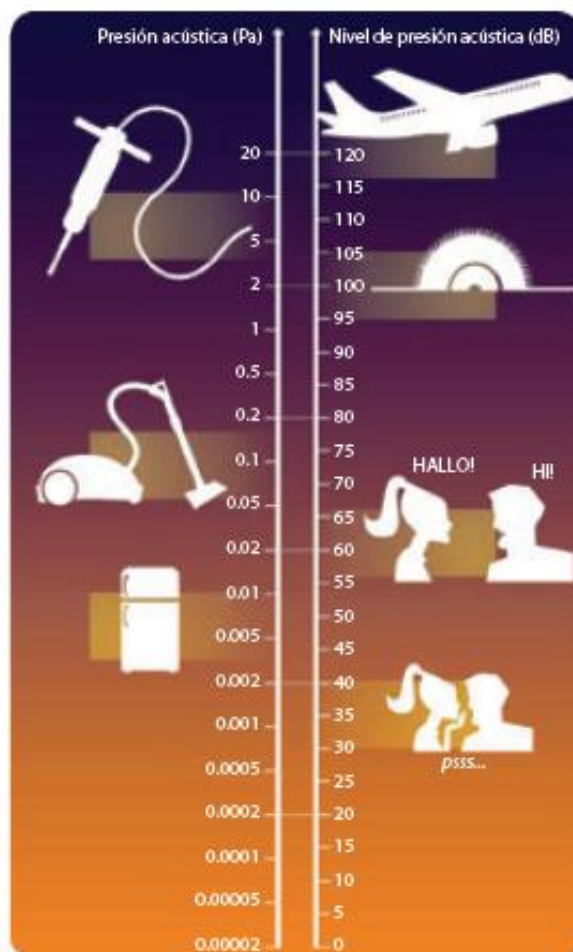


Figura 3 Presión sonora y nivel de presión sonora

Fuente: Guía de buenas prácticas no vinculante para la aplicación de la directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos físicos (ruido).

Elaboración: Comisión Europea, 2009, p.26.

La cantidad de energía que produce una fuente sonora por unidad de tiempo se denomina **presión sonora**, siendo ésta una medida básica que cuantifica la energía acústica que produce una fuente sonora. La energía producida por la fuente que fluye hacia el exterior aumenta el nivel de presión sonora existente. El nivel de presión sonora medida con un sonómetro depende de la potencia radiada, la distancia a la fuente, además de la cantidad de energía absorbida por el sonómetro y la cantidad de energía transmitida. (Seguez, 2007, p.6).

La **presión sonora** es una magnitud variable de un punto a otro. Por ésta razón, en algunas circunstancias se utiliza medidas de amplitud del sonido. La amplitud de una

onda sonora se determina por la presión acústica, la potencia acústica y la intensidad sonora. La **intensidad acústica** es la cantidad de energía sonora transmitida en una dirección determinada por unidad de área y permite determinar la cantidad de energía sonora que radia una fuente dentro de un ambiente ruidoso. Se mide en (W/m²) y no es posible cuantificar con un sonómetro. Mientras que la **potencia acústica** es la cantidad de energía radiada por una fuente determinada. Se mide en watts (w) y el valor de la potencia acústica es intrínseco de la fuente y no depende del lugar donde se encuentre. (Seguez, 2007, p.6).

En el siguiente gráfico se puede observar de manera más clara éstas características de una onda sonora y la fuente. (Seguez, 2007, p.6).

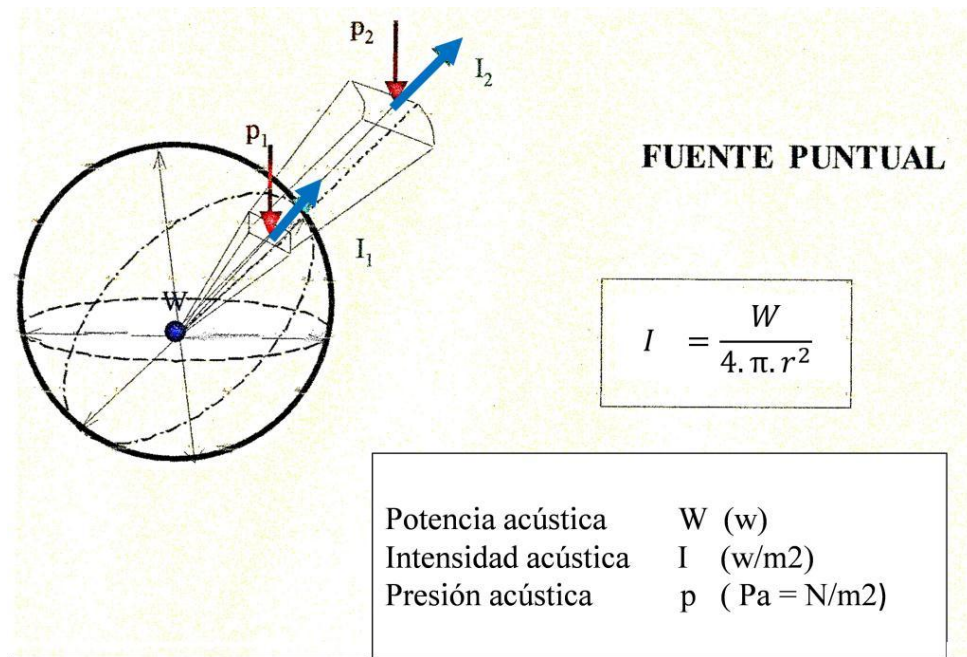


Figura 4 Presión, intensidad y potencia sonora

Fuente: Conceptos básicos de ruido ambiental
Elaboración: Seguez, 2007, p.7

Por lo general el ruido está conformado por la unión de sonidos de distinta frecuencia y la sonoridad depende de las contribuciones relativas de cada una de las frecuencias presentes y de la intensidad de las mismas. Sin embargo, hay diferencias en la recepción del sonido de nuestro sistema auditivo con las frecuencias de que componen el sonido por lo que se utiliza la **ponderación de frecuencias**. El nivel de presión acústica

ponderado A, expresado en dB(A), se corresponden mejor con la recepción subjetiva de sonidos a un nivel bajo de presión acústica. El nivel de presión acústica ponderado C, expresado en dB(C), se corresponde mejor con la recepción subjetiva de sonidos a un alto nivel de presión acústica. La representación gráfica de ésta composición se denomina **espectro de frecuencias**. Los ruidos en los cuales el espectro de frecuencias predominan los tonos agudos (frecuencias superiores a 2000 Hz) son más dañinos que los ruidos en que predominan los tonos graves (frecuencias menores a 2000 Hz). (World Health Organization WHO, 1999, p.7-8).

Los **tipos de ruido a los que está expuesto el trabajador** son los siguientes:

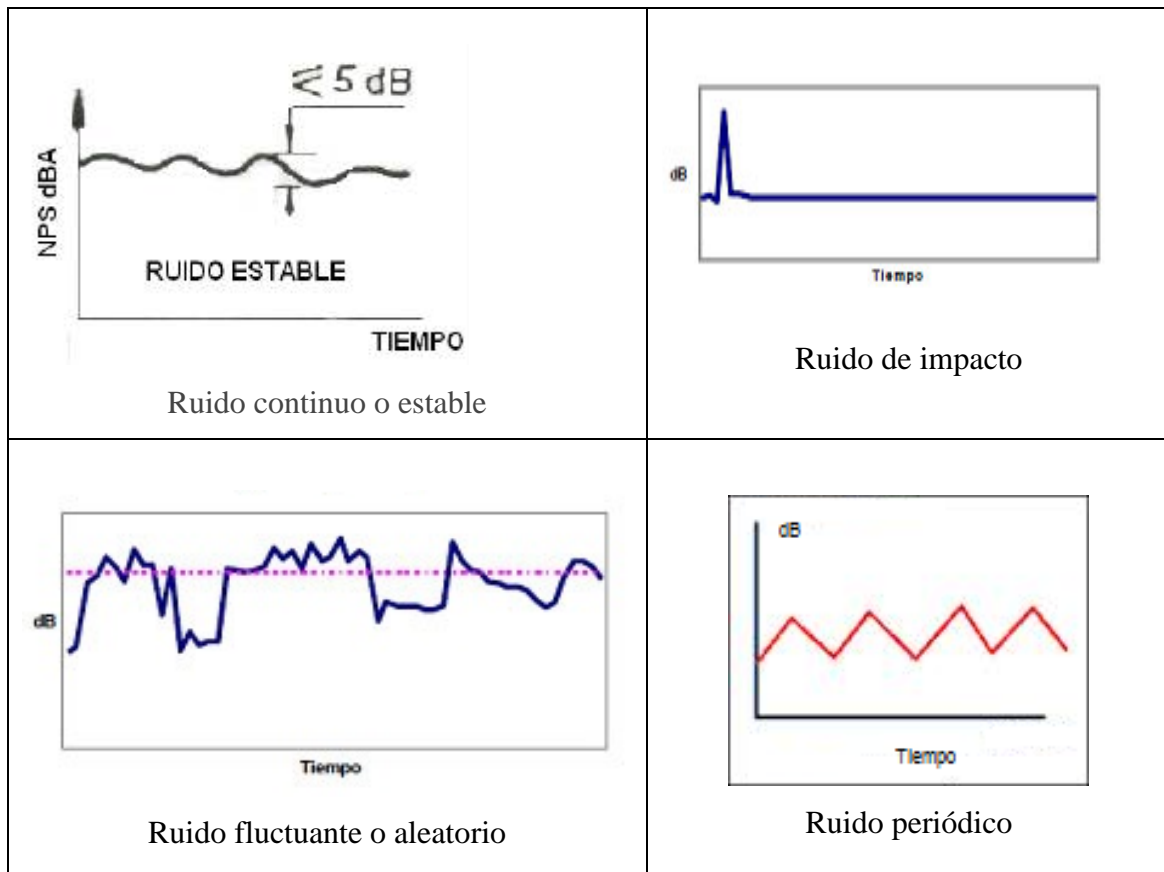


Figura 5 Tipos de ruido

Fuente: Conceptos básicos de ruido ambiental
Elaboración: Seguez, 2007, p.8

Ruido continuo o estable. Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando

la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} sea inferior a 5 dB. (NTP270, 1991, p.1).

Ruido de impacto. Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo. (NTP270, 1991, p.2).

Ruido fluctuante o aleatorio. Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel de presión acústica ponderado A (L_{pA}) es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del tiempo. (NTP270, 1991, p.1).

Ruido periódico. Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica. (NTP270, 1991, p.1).

2.5.3 Parámetros utilizados en la evaluación del ruido

La cantidad de energía bajo forma acústica que emite un foco sonoro en la unidad de tiempo se conoce como **potencia acústica**. Esta energía se transmite teóricamente formando una superficie esférica envolvente cada vez mayor. Por lo que permite explicar la disminución del sonido a medida que nos alejamos de la fuente sonora. El margen de variación de la potencia acústica es muy amplio, por ejemplo va de 10.000 billones de picowatios (10^{-12} *watios*), desde el tic-tac de un reloj de pulsera hasta el estruendo de un volcán en erupción (10.000 **watios**). Se utiliza normalmente el nivel de potencia acústica (L_w), en función de la siguiente fórmula para poder expresarla en decibelios (*dB*). (Falagán & otros, 2000, p.138).

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (2.1)$$

Dónde:

L_w Nivel de potencia acústica en decibelios (dB).

W_0 Potencia acústica de referencia e igual a 1 picowatio (10^{-12} watios). Esta potencia corresponde con el nivel 0 dB de la escala de decibelios.

Para evaluar el nivel de ruido a los que está expuesto el oído humano se utilizaban inicialmente ponderaciones A, B y C, mediante el uso de sonómetros con distinto filtro. En la actualidad se utiliza la ponderación A ya que se ha demostrado que existe una buena correlación entre los resultados medidos y las apreciaciones subjetivas. El **nivel de presión sonora ponderado (L_{pA})**, está dado por la siguiente expresión: (Miyara, 2000, p.8).

$$L_{pA} = 10 \log \frac{P_A}{P_0}^2 \text{ dB} \quad (2.2)$$

Dónde:

P_A Es la presión sonora con compensación A (es decir, filtrada con el filtro A)

P_0 Es la presión sonora de referencia. (Igual a 20 μ Pa)

El nivel sonoro se mide directamente por medio del sonómetro, cuyo circuito interno se encarga de realizar las operaciones indicadas en la fórmula anterior. (Miyara, 2000, p.8)

La energía acústica bajo forma de variación de presión se identifica como **presión acústica** y se expresa en (N/m^2). El margen de presión acústica capaz de oír una persona joven y normal oscila entre 20 N/m^2 y $2 \times 10^{-5} N/m^2$ (umbral auditivo). Este margen expresado en nivel de presión acústica varía entre 0 y 140 dBA, margen más cómodo y más fácil de manejar. (Falagán & otros, 2000, p.140-141).

En general podemos decir que los ruidos hasta 60 dBA resultan soportables, entre 60 y 80 dBA son fatigosos, entre 80 y 115 dBA pueden producir sordera y superiores a 120 dBA resultan dolorosos e insoportables. (Falagán & otros, 2000, p.141).

2.5.4 Proceso de medición

Para realizar las mediciones de ruido se realiza en base a la norma NTE INEN_ISO 9612 “Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p. 1-50).

Se considera el criterio de **grupo de exposición homogénea (GEH)**, que es un grupo de trabajadores asignados a puestos de trabajo o tareas similares que están expuestos de forma análoga a fuentes de ruido semejantes. Además se considera los criterios de **selección de una estrategia de medición**, según lo indicado en las Notas Técnicas de Prevención 951 editado por INSHT, en el cual se indica que existen tres estrategias de medición desarrolladas para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo. En la siguiente tabla se relaciona el tipo de trabajo con la estrategia a utilizar. (NTP 951, 2012, p.6).

Tabla 1 Estrategia de medición

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo	Basada en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE

Fuente: Estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido (II): Tipos de estrategias.
Elaboración: Notas Técnicas de Prevención, (NTP 951, 2012, p.6).

. Las Normas Técnicas de Prevención 951 (2012) indican:

- a) **Estrategia basada en la tarea:** el trabajo a realizar en la jornada laboral se divide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.
- b) **Estrategia basada en el puesto de trabajo (función):** la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un GEH.
- c) **Estrategia de la Jornada completa:** la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral. (p.1 y 2)

Para la presente investigación se eligió la **estrategia basada en la tarea**. Esta estrategia cubre la jornada de trabajo nominal y le divide en tareas u operaciones diferentes y concretas. Se caracteriza porque durante la realización de cada una de las tareas el trabajador tiene una exposición de ruido similar, con lo cual se obtienen valores de $L_{Aeq,T}$ homogéneos. (NTP 951, 2012, p.2).

El **nivel de presión sonora continuo equivalente de cada tarea** se calcula utilizando la siguiente fórmula. (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.17).

$$L_{pAep,T,m} = 10 \log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0.1 \times L_{p,Aeq,T,mi}} \right] \text{dB} \quad (2.3)$$

Dónde:

- $L_{p,Aep,Tmi}$ Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración de cada medición Tmi
- i Es el número de una muestra de la tarea m
- I Es el número total de muestras de la tarea m

Para determinar la **contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario**, se calcula a partir de los niveles de exposición al ruido diario ponderado A, a partir de

$L_{p,Aep,T,m}$ utilizando la siguiente expresión matemática:(NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.18).

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,Aep,T,m} + 10 \lg \left(\frac{\overline{T_m}}{T_o} \right) \text{dB} \quad (2.4)$$

Dónde:

$L_{p,Aep,T,m}$ Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m

T_m Es la duración aritmética media de la tarea m

T_o Es la duración de referencia, $T_o = 8\text{h}$

m Es el número de la tarea

El **nivel de exposición al ruido ponderado A**, $L_{EX,8h}$ calculado a partir de las contribuciones al ruido de cada tarea se utiliza la siguiente expresión:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{0.1 L_{EX,8h,m}} \right] \text{dB} \quad (2.5)$$

Dónde:

$L_{EX,8h,m}$ Es el nivel de exposición sonora ponderada A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario.

m Es el número de la tarea

M Es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario.

Se considera además, la **incertidumbre de la medición de ruido**, definida como el parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando u objeto de la medición. En el caso de la medición de la exposición laboral al ruido, el mensurando es el nivel de exposición diario equivalente $L_{EX,8h}$ (NTP 950, 2012, p.1).

Para el cálculo de la **incertidumbre basada en la tarea**, se tomará en cuenta la incertidumbre típica combinada para un nivel de exposición al ruido ponderado $A, u (L_{EX,8h})$ a partir de los valores numéricos de las distintas contribuciones ($c_i u_i$) de los diferentes componentes de incertidumbre, según la siguiente ecuación: (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34).

$$u^2_{EX,8h} = \left[\sum_{m=1}^M \left(c_{1a,m}^2 u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2 \right) + c_{1b,m}^2 u_{1b,m}^2 \right] \quad (2.6)$$

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 por 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 a la tarea m .

m Es el número de la tarea.

M Es el número total de tareas.

Para el cálculo de las distintas contribuciones de incertidumbre se considera lo indicado en la norma (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p. 34-35) “Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería (ISO 9612:2009, IDT)”.

A partir de la incertidumbre estándar combinada, u , se obtiene la **incertidumbre expandida**, (U), que aporta el intervalo dentro del cual se encuentra el valor del mensurando con un determinado nivel de confianza. La incertidumbre expandida se calculó multiplicando la incertidumbre estándar combinada, (u), por un factor de cobertura, (k), que es función del nivel de confianza que se requiera asumir. (NTP 950, 2012, p.2).

$$U = k u \quad (2.7)$$

La incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$ (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34)

Tabla 2 Nivel de confianza

Nivel de confianza	<i>k</i>	
	Intervalo bilateral simétrico	Intervalo unilateral
90	1,645	1,2816
95	1,96	1,645
95,45	2	-
97,5	-	1,96

Fuente: Estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido (I): Incertidumbre de la medición.
Elaboración: Notas Técnicas de Prevención. (NTP 950, 2012, p.2).

Los valores del factor de cobertura *k* para una distribución normal y en función del intervalo se expresan en la tabla 2. (NTP 950, 2012, p.2).

2.5.5 Límites de exposición de ruido en el trabajo

Los **límites permisibles en Ecuador**, para el caso de ruidos continuos, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, estarán relacionados con el tiempo de exposición según muestra la Tabla 3. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p.32).

Tabla 3 Límite de nivel sonoro - tiempo de exposición

Nivel sonoro /dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0.5
110	0.25
115	0.125

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Elaboración: Ministerio del Trabajo y Empleo. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p.32)

En el ruido de impacto los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo a lo presentado en la Tabla 4 (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p.32-33).

Tabla 4 Número de impulsos por jornada de trabajo

Número de impulsos o impactos por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máximo dB
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Elaboración: Ministerio del Trabajo y Empleo. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p.32)

La energía sonora que una persona recibe durante la jornada de trabajo diario se conoce como **dosis de ruido**.

Para determinar la **dosis**, el criterio a utilizar en las evaluaciones del riesgo de daño auditivo es el de la dosis de ruido diaria (D), la cual no debe ser mayor de 1. La dosis diaria se calcula a partir de mediciones efectuadas con el sonómetro o son obtenidas en forma directa a través del dosímetro. Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p.32) y (NIOSH, 1998, p.2).

$$D = (C1/T1 + C2/T2 + \dots + Cn / Tn) \quad (2.8)$$

Dónde:

C = tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico, en horas.

T = tiempo total permitido a ese nivel, en horas.

Existe riesgo de sordera profesional para el trabajador si la "**Dosis**" es superior a 1.

Dosis menor a 0.5. Riesgo Bajo. El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a ruido.

Dosis entre 0.5 y 1. Riesgo Moderado, nivel de acción. Aplicar un seguimiento permanente y los correctivos correspondientes.

Dosis entre 1 y 2. Riesgo alto, nivel de control. El trabajador se encuentra sobreexpuesto a ruido.

Dosis mayor a 2. Riesgo crítico, nivel de control. Imposible trabajar sin control adecuado.

Para determinar la dosis a partir del nivel de presión sonora equivalente medido representativo del puesto de trabajo, se utiliza la siguiente expresión:(Sánchez & otros, 2014, p.6 y 9).

$$Dosis = \frac{T_{Exposición}}{T_{Permitido}} \quad (2.9)$$

$$T_p = 8 * 2^{\frac{85-NPS}{3}} \quad (2.10)$$

Dónde:

T_p = Tiempo permitido

NPS= Nivel de presión sonora medido

2.5.6 Control del ruido

El medio más eficaz de control del ruido es evitar ruido en la fuente, esto es, evitando que las máquinas utilizadas originen ruido que afecte al trabajador. Esto se consigue implantando un programa eficaz de “adquisición de equipos que generen poco ruido”, adquiriendo en los puestos de trabajo bienes diseñados para producir un bajo nivel de

ruido. Para llevar a cabo un programa de este tipo, es preciso elaborar procedimientos claros que limiten las características de emisión de ruido de los nuevos equipos, instalaciones y procesos. Un buen programa también incluye la vigilancia y el mantenimiento. (Suter, 1998, p.47.8).

Si no es posible actuar sobre la fuente y tampoco sobre el medio, la empresa deberá dotar al trabajador de los equipos de protección personal (EPP) para evitar la aparición de hipoacusia. (American National Standard, ANSI Z 49.1, 2005, p.10). Los EPP utilizados en la empresa metalmecánica son los protectores auditivos, esto es, orejeras y tapones auditivos.

Según National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, (1998, p.5), los trabajadores deberán utilizar protectores auditivos en los puestos de trabajo, en el cual los trabajadores están expuestos a ruidos que excedan los 85 dBA, durante 8 horas de trabajo.

Los equipos de protección utilizados en la empresa metalmecánica son orejeras y tapones auditivos.

Las **orejeras** están conformadas de casquetes que cubren las orejas y que se adaptan a la cabeza por medio de almohadillas blandas, generalmente rellenas de espuma plástica o líquido. Los casquetes se forran con material que absorba el sonido. Los **tapones** son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o se colocan sobre el pabellón auditivo, destinados a bloquear su entrada. Pueden ser moldeables por el usuario. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.58) y (Guía Técnica Real Decreto 286, 2006, p.63).

La función de los equipos de protección es la **atenuación al ruido**. La atenuación de cada equipo es un valor constante para cada banda de octava. Sin embargo la protección es global según el espectro de frecuencias del ruido en el puesto de trabajo. El valor medio de la atenuación acústica constituye la evaluación más precisa de la **eficacia** del

protector auditivo. (Guía Técnica Real Decreto 286, 2006, p.65 y Comisión Europea, 2009, p.86).

Se debe considerar además las **bandas de octava**, establecidas como un arreglo o en normas internacionales, mediante el cual el rango de las frecuencias de los sonidos audibles puede dividirse en diez bandas de octava. Las frecuencias centrales preferentes de las bandas de octava son las siguientes: 31,5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz y 16 kHz. (Comisión Europea, 2009, p.29).

Para determinar la atenuación de los **equipos de protección personal** se utiliza el método de bandas de octava. Utilizando éste método, se determina el **nivel de presión sonora efectivo (L'A)**, que es el nivel efectivo que llega al oído al utilizar el protector auditivo que se analiza en el ambiente ruidoso donde se realizó la medición del nivel de presión sonora, ponderado "A". (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.59).

Se debe establecer la **reducción del nivel sonoro pronosticado (PNR)**, considerada como la diferencia entre el nivel de presión sonora ponderado "A" (L_A) del ruido medido en el ambiente, y el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A" (L'A) cuando se usa el protector auditivo que se evalúa. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 59).

$$PNR = L_A - L'A \quad (2.11)$$

La **ponderación "A"** se debe sumar al valor medido en cada frecuencia y se considera la más semejante al comportamiento del oído humano. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 61).

Tabla 5 Valores para ponderación a escala "A"

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Af (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

Fuente: Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido. Elaboración: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.61.

“La **protección asumida de un protector (APVf)** es un valor por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (mf), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica (σ) obtenida en dichos ensayos.” (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 59).

$$APVf = mf - \sigma \quad (2.12)$$

2.5.7 Efectos del ruido en la audición

Según Seguridad y Salud en el Trabajo, SST, (2013, p.1), los efectos de la lesión auditiva cuando el ruido excede los límites tolerables puede causarse una lesión a causa de un ruido único de alta intensidad, y se conoce como **trauma acústico**, en el cuál la hipoacusia es de carácter neurosensorial y puede presentarse en forma uni o bilateral. La persona que ha sido expuesta a éste tipo de ruido puede recuperarse parcial o totalmente. Mientras que el **daño auditivo inducido por ruido (DAIR)**, se relaciona por la exposición prolongada a un ruido intenso con pérdida progresiva de la audición y se relaciona con el tiempo de exposición de la persona. El daño auditivo en éste caso es la lesión gradual, bilateral, simétrica y recuperable solamente en ciertos casos, cuando el daño está en su etapa inicial. (SST Seguridad y Salud en el Trabajo, 2013, p.27).

Las consecuencias del daño auditivo se indican a continuación: (Comisión Europea, 2009, p. 117-118).

- Elevación del umbral de audición.
- Disminución de la selectividad de frecuencias
- Dificultad para seguir las variaciones temporales del sonido
- Zumbido en los oídos (tinnitus)

La pérdida de sensibilidad respecto a sonidos de frecuencia específica se denomina **elevación del umbral de audición**. Las altas frecuencias que van de 2kHz a 6 kHz son las que primeramente se disminuyen ante la exposición de ruido industrial. La pérdida de audición también provoca la **disminución de la selectividad de frecuencias**, lo que

significa la disminución de la capacidad para distinguir diferentes frecuencias, con lo que se mezclan sonidos de diferentes frecuencias o la persona no percibe parte de los sonidos de determinadas frecuencias. Puede aparecer también la **dificultad para seguir las variaciones temporales del sonido**, con lo cual la persona verá reducida la capacidad para identificar variaciones temporales del sonido, como por ejemplo no podrá comunicarse adecuadamente ya que el habla está formada por sonidos dinámicos que varían constantemente en el tiempo. La persona con deficiencia auditiva puede experimentar también **tinnitus o zumbidos** en los oídos debido a daños localizados en el oído interno que pueden alterar el nervio auditivo.(Comisión Europea, 2009, p. 117-118).

Existen otros efectos difíciles de valorar, y conocidos **efectos extra auditivos del ruido** (Comisión Europea, 2009, p.118), que van desde una simple molestia hasta alteraciones fisiológicas. En el siguiente cuadro se establecen los efectos a causa del ruido: (Gómez y Cano, 2007, p.7).

En la tabla 6 se indican los tipos de efectos y las afectaciones a la salud.

Tabla 6 Efectos y afectaciones del ruido

EFECTO	AFECTACIONES
Efectos fisiológicos	Afectan al Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Autónomo - Aumento del ritmo cardíaco - Vasoconstricción - Aceleración del ritmo respiratorio - Disminución de la actividad de los órganos digestivos - Reducción de la actividad central
Efectos psicológicos	- Interferencia con el sueño - Alteraciones en el comportamiento - Cansancio
Interferencias con la actividad	Afecta a la realización del trabajo

Fuente: Evaluación y Acondicionamiento Ergonómico.

Elaboración: Gómez y Cano, 2007, p.7

Los efectos fisiológicos se refieren a alteraciones físicas que en muchos casos no se identifican como causa al ruido, sin embargo, se ha comprobado que estas afectaciones tienen como origen al ruido laboral. De la misma manera los efectos fisiológicos son ocasionados por el ruido laboral. (Gómez y Cano, 2007, p.7).

Las afecciones en función del nivel de presión sonora, se detallan en la siguiente tabla, en la cual también se identifica el tipo de evidencia para determinar los respectivos efectos a la persona expuesta al ruido. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.47).

Tabla 7 Efectos a la salud según el nivel de presión sonora

EVIDENCIA	EFEECTO		Nivel de presión sonora dB(A)
Evidencia suficiente	Malestar	Ambiente de oficina	55
		Ambiente industrial	85
	Hipertensión		55-116
	Disminución de la capacidad auditiva	Adultos	75
		Feto	85
Evidencia limitada	Disminución del rendimiento		
	Efectos bioquímicos		
	Efectos sobre el sistema inmunitario		
	Influencia en la calidad del sueño		
	Disminución del peso al nacer		

Fuente: Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido. Elaboración: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.47.

Los distintos **grados de audición** en una persona y la pérdida de la audición debido a lesiones del sistema auditivo se describen en la siguiente tabla. (SST Seguridad y Salud en el Trabajo, 2013, p.29).

Tabla 8 Grados de audición de una persona

Grados de audición	Características
Audición normal	Tiene todo individuo sano de una edad y sexo determinado.
Sordera de conducción o transmisión	Se produce alteración de la audición normal por causas orgánicas individuales, enfermedades auditivas o lesiones traumáticas que afectan al oído interno y oído medio. Provoca dificultades en la conducción o transmisión del sonido.
Sordera de percepción o neurosensorial	Existe afección del oído interno, provocándose dificultades en la percepción del sonido tanto por vía aérea como por vía ósea.
Sordera total (Cofosis)	Se caracteriza por la desaparición de la sensación auditiva.
Hipoacusia	Disminución de la audición

Fuente: Revista, SST Seguridad y Salud en el Trabajo.

Elaboración: Trauma acústico DAIR e Hipoacusia Profesional

2.5.8 Vigilancia de la salud

Según lo indicado por el Instituto Navarro de Salud Laboral, (2008, p.84), el médico de la empresa deberá llevar a cabo **controles auditivos a los trabajadores**, cuya exposición al ruido supere los valores permitido. Los controles audiométricos preventivos permitirán el diagnóstico precoz de cualquier pérdida auditiva y la preservación de la función auditiva.

Para valorar las alteraciones de la capacidad auditiva de los trabajadores se utiliza la **audiometría**, mediante ésta prueba se determina el **umbral auditivo** del trabajador, es decir, el límite auditivo inferior del trabajador para frecuencias comprendidas entre 500 y 8000 Hz. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.37).

La **audiometría** es un screenig auditivo ocupacional que se realiza para valorar la capacidad auditiva de una persona por vía aérea y ósea en ambos oídos mediante la técnica conocida como “barrido de frecuencias”. (SST Seguridad y Salud en el Trabajo, 2013, p.30).

En la siguiente gráfica del resultado de una audiometría se puede observar una pérdida auditiva de 40 dB en la zona de 4.000 Hz. (Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, 2000, p.24).

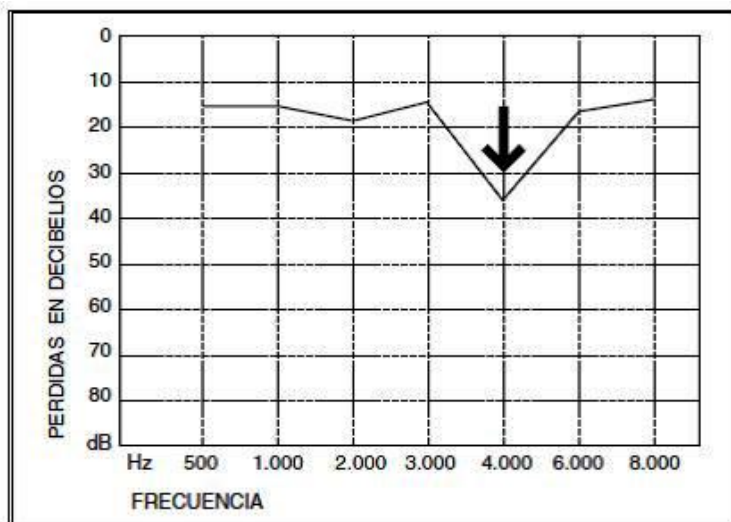


Figura 6 Resultado de audiometría

Fuente: Protocolo de vigilancia sanitaria específica: Exposición al ruido.

Elaboración: Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, 2000, p.24.

Con el fin de precisar la severidad de la hipoacusia para las frecuencias agudas, se determinan los siguientes valores de disminución de capacidad auditiva y los tipos de hipoacusia. (Ministerio de Protección Social, 2006, p.40).

- <25 dB Audición normal
- 26-40 dB Hipoacusia leve
- 41-55 dB Hipoacusia moderada
- 56-70 dB Hipoacusia moderada a severa
- 71-90 dB Hipoacusia severa
- >90 dB Hipoacusia profunda.

El programa de vigilancia de la salud contempla la realización del control audiométrico preventivo que se debe realizar por lo menos cada 3 años y serán realizados en base a lo establecido en protocolos específicos. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 37).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la Investigación

Se aplicó una investigación cuantitativa epidemiológica descriptiva de diseño transversal, buscando determinar la relación entre el ruido de máquinas de producción y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica de la ciudad de Quito en el año 2014.

3.2 Métodos de Investigación

Se utilizarán dos métodos empíricos:

- medición
- encuesta

La **medición del ruido laboral** permitió establecer la relación existente entre el ruido generado por las máquinas del área de soldadura y el riesgo laboral de hipoacusia.

La **encuesta** permitió identificar la percepción del trabajador al ruido en el área de soldadura, para lo cual se utilizó una serie de preguntas relacionadas con el ruido laboral presente en el puesto de trabajo a investigar.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

La población consiste en 30 trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica.

3.3.2 Muestra

Por el tamaño de la población de estudio no se obtuvo una muestra, es decir, se aplicó la encuesta a los 30 trabajadores del área de soldadura.

3.3.3 Técnica e instrumento de recolección de datos

a) Encuesta

Se utilizó la encuesta como instrumento de recolección de datos, estructurada con instrucciones precisas. La encuesta utilizada se encuentra en el **Anexo 2**, en la cual se tienen preguntas cerradas y de opción múltiple.

b) Medición de ruido

Las mediciones se realizaron, con asistencia del Laboratorio DEMAPA “*DESARROLLO Y MANEJO DE PROYECTOS AMBIENTALES*” que está acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano en **ruido laboral**, como se indica en el **Anexo 3**(Alcance de Acreditación del Laboratorio DEMAPA).

Para la realización de las **mediciones** se utilizó la estrategia basada en la tarea, que se indica en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN- ISO 9612, (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.17), para lo cual fue necesario la utilización de un dosímetro y un sonómetro, calibrados. Además, se determinó la **incertidumbre de la medición**, de acuerdo al procedimiento indicado en la misma norma. (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34).

3.3.4 Confiabilidad y validez de instrumentos

a) Encuesta

Se estableció la **confiabilidad** de la encuesta mediante el método de consistencia interna (Alfa de Cronbach). Con éste método se determinó la confiabilidad que presentan entre sí los diferentes ítems, y éstos con el puntaje total de la encuesta.

La **validez** de la medición a través de la encuesta se determinó por la solidez de las interferencias existentes a partir de los resultados del análisis de las variables de la base de datos y de la aplicación de una prueba de pilotaje previa.

Se realizó una prueba de la encuesta denominada **prueba piloto** a cinco personas del área de soldadura de una sucursal de la misma empresa, y que realizan actividades semejantes. Luego de realizar la validación utilizando el software SPSS para Windows, versión 22.0, se obtuvo un alfa de Crombach de 0.808, indicando que los resultados son estadísticamente significativos.

b) Medición de ruido

La confiabilidad y validez de los instrumentos de medición, esto es el sonómetro y el dosímetro, utilizados en las mediciones, se estableció mediante los certificados de calibración respectivos.

En los **Anexos 5 y 6** se encuentran los certificados de calibración de los instrumentos indicados. Además el laboratorio que realizó las mediciones está acreditado en “ruido ocupacional” por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano, OAE.

3.3.5 Análisis e interpretación de resultados

a) Encuesta

Para realizar el tratamiento de los datos obtenidos de la encuesta, se realizó una base de datos en el software SPSS para Windows, versión 22.0, que permitió tabular y analizar de manera cuantitativa los distintos datos de la encuesta.

b) Medición de ruido

La estrategia de medición e interpretación de resultados se realizó en base a lo indicado en la norma NTE INEN_ISO 9612 “*Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería* (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p. 1-50)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Percepción de la presencia de ruido en los trabajadores

A través de la encuesta realizada a los 30 trabajadores del área de soldadura (anexo 2) se puede establecer la percepción de los trabajadores respecto al ruido generado por las máquinas de producción en el puesto de trabajo. A continuación se detallan los resultados obtenidos en la encuesta:

a) Características socioeconómicas

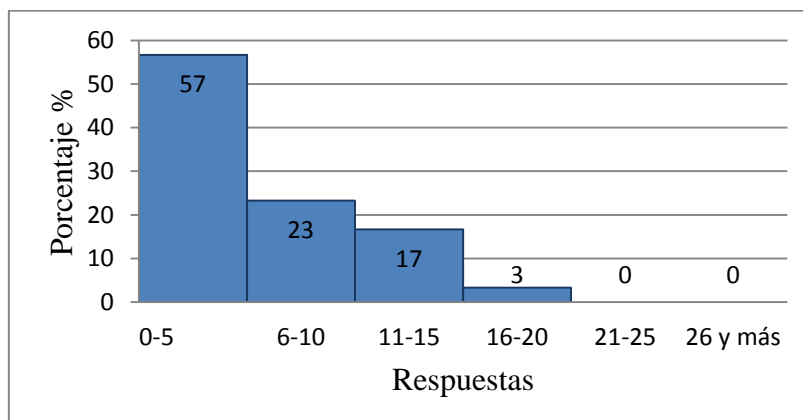
Tabla 9 Antigüedad en el trabajo

Grupo por antigüedad (años)	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
0-5	17	56,7	56,7
6-10	7	23,3	80,0
11-15	5	16,7	96,7
16-20	1	3,3	100,0
21-25	0	0,0	100,0
26 y más	0	0,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 1 Antigüedad



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

El 56,7% corresponde al grupo de trabajadores con antigüedad menor a cinco años y únicamente el 3,3% corresponde a trabajadores con antigüedad entre 16 y 20 años, que es el grupo que más dosis de ruido ha recibido.

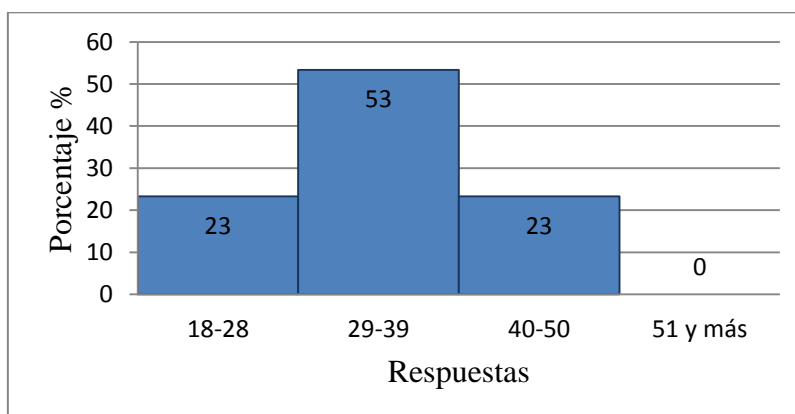
Tabla 10 Edad del trabajador

Grupo de edad(años)	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
18-28	7	23,3	23,3
29-39	16	53,3	76,6
40-50	7	23,3	100,0
51 y más	0	0,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 2 Edad del trabajador



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Los trabajadores del área de soldadura de edades comprendidas entre cuarenta y cincuenta años corresponden al 23,3%, y son los que más experiencia tienen en el desarrollo de su trabajo. Sin embargo, en éste grupo se encuentran las personas que ya presentan hipoacusia.

b) Nivel de ruido

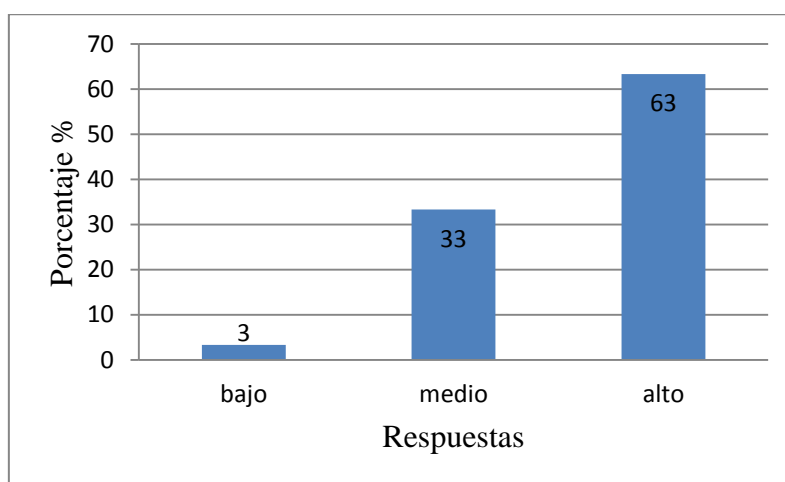
Tabla 11 Nivel de exposición al ruido

Nivel de ruido	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Bajo	1	3,3	3,3
Medio	10	33,3	36,6
Alto	19	63,3	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 3 Nivel de ruido



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

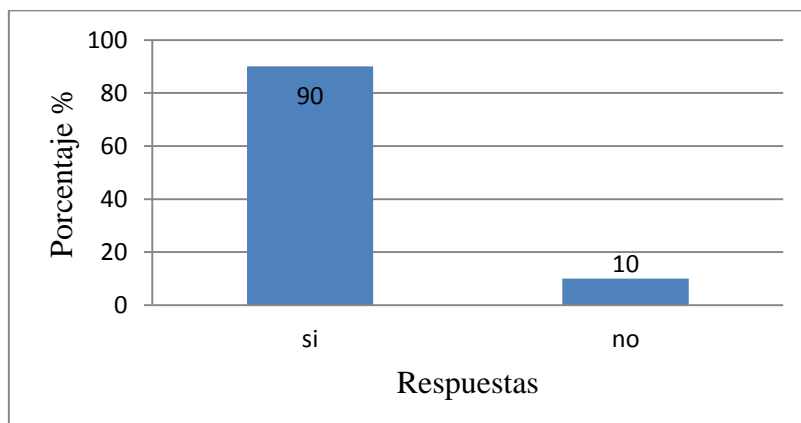
El 63,3 % de los trabajadores considera que el nivel de ruido en el área de soldadura es alto, lo cual se comprueba con los resultados de las mediciones de ruido realizadas en el área, en donde el nivel de ruido supera los 85 dB.

Tabla 12 Existencia de máquinas ruidosas

Máquinas ruidosas	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	27	90,0	90,0
No	3	10,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 4 Máquinas ruidosas

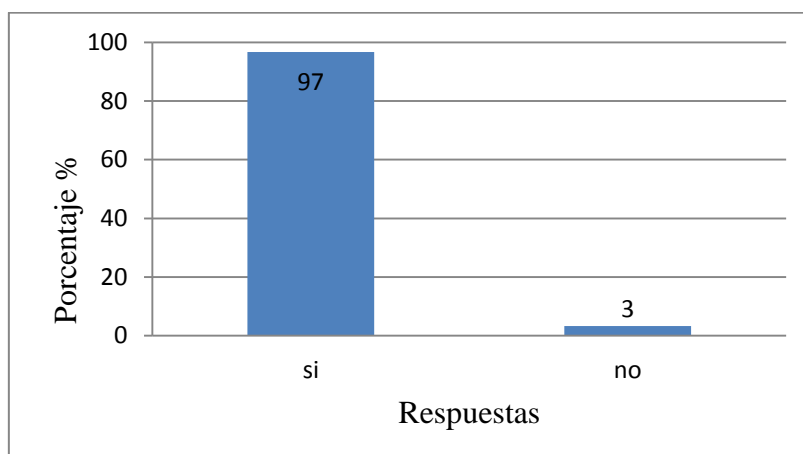
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

La existencia de máquinas ruidosas y de procesos productivos ruidosos en el puesto de trabajo y en sus alrededores es del 90%, a criterio de los trabajadores encuestados.

Tabla 13 Existencia de procesos ruidosos

Procesos ruidosos	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	29	96,7	96,7
No	1	3,3	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 5 Procesos ruidosos

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

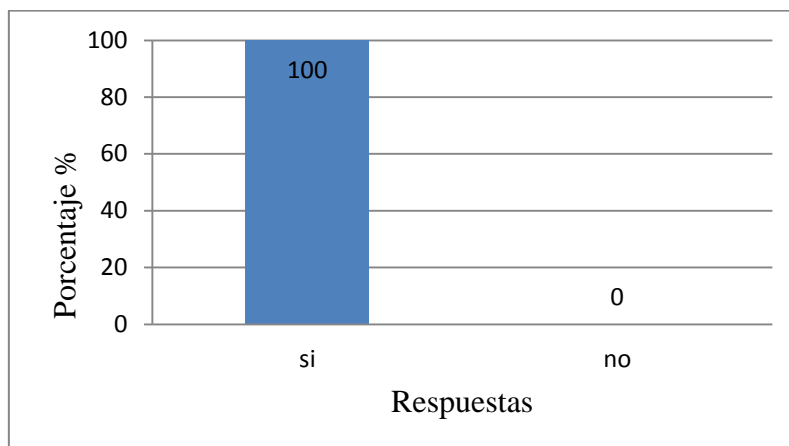
De acuerdo a lo indicado en la tabla 12, para el 97% de encuestados existen procesos ruidosos junto al puesto de trabajo.

Tabla 14 Actividades productivas que ocasionan ruido

Actividades ruidosas	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	30	100,0	100,0
No	0	0,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 6 Actividades ruidosas

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

El 100% de los trabajadores considera que las actividades productivas realizadas en su puesto de trabajo generan ruido.

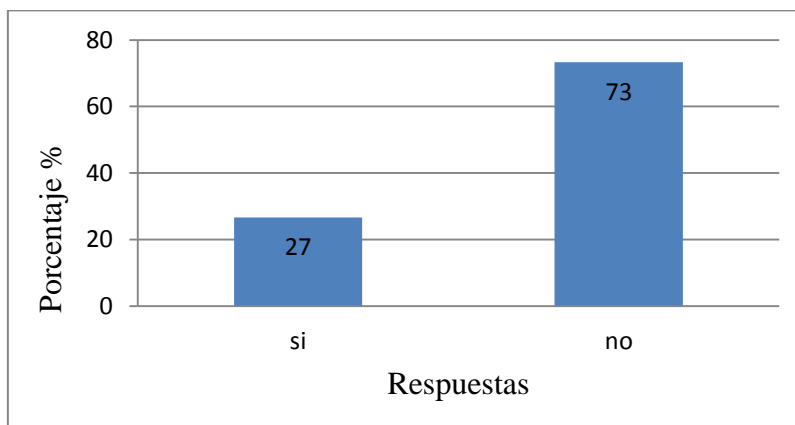
c) Incidencia del ruido

Tabla 15 Presencia de acufenos (zumbidos en el oído)

Acufenos	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	8	26,7	26,7
No	22	73,3	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 7 Acufenos

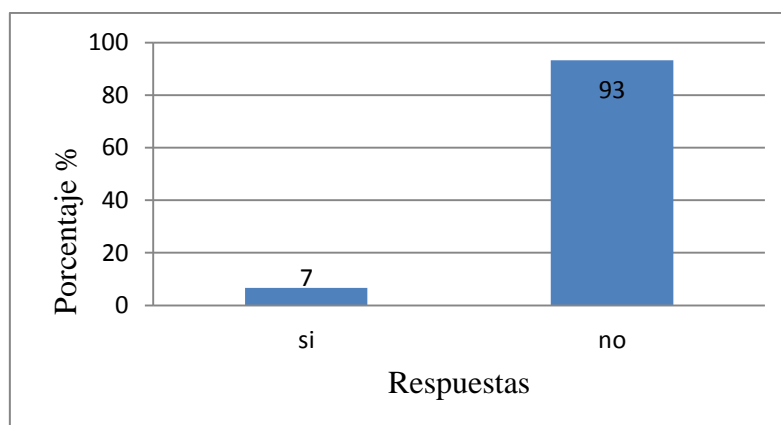
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

El 26,7 % de los trabajadores presenta “zumbidos en los oídos “, siendo ésta una de las consecuencias del ruido en el área. Otra de las consecuencias del ruido son los taponamientos, existentes en un 6,7% de los trabajadores, como se indica a continuación.

Tabla 16 Taponamiento de los oídos

Taponamiento	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	2	6,7	6,7
No	28	93,3	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 8 Taponamiento de los oídos

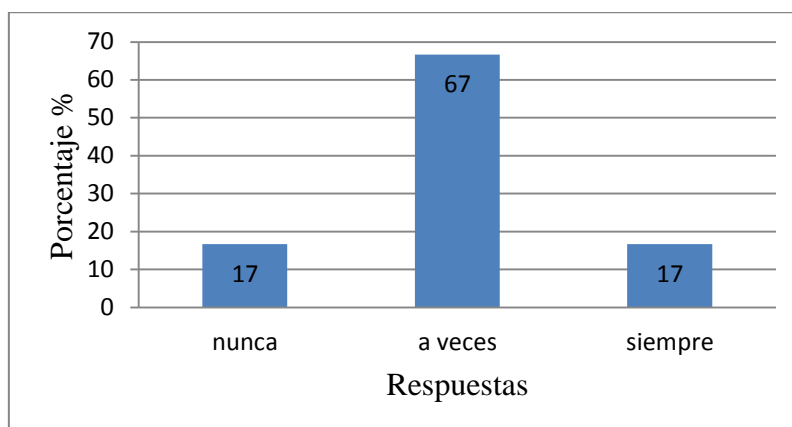
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Tabla 17 Interferencia en la comunicación

Comunicación	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Nunca	5	16,7	16,7
A veces	20	66,7	83,3
Siempre	5	16,7	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 9 Interferencia en la comunicación

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

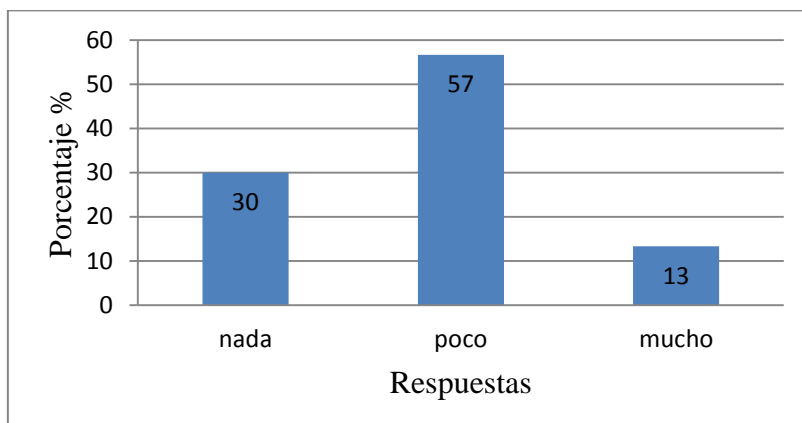
En el gráfico 9 se observa que el 16,7% del personal entrevistado manifiesta que no tiene que alzar la voz para comunicarse con sus compañeros, mientras que el 66,7% indica que “a veces” y el 16,7% indica que “siempre”. Este dato fue tomado en cuenta para la realización de las mediciones de ruido en los puestos de trabajo.

Tabla 18 El ruido causa molestia o fatiga

Molestia o fatiga	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Nada	9	30,0	30,0
Poco	17	56,7	86,7
Mucho	4	13,3	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 10 Molestia o fatiga

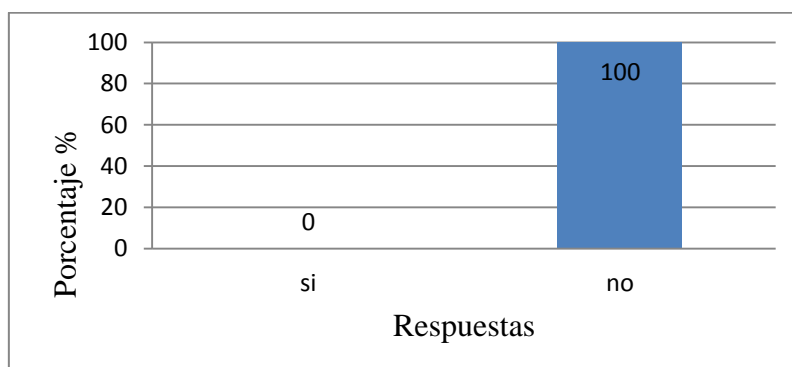
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Del resultado obtenido se observa que el ruido causa molestias a un 70% del personal encuestado, esto es la suma de la percepción de “poco” (56,7%) y “mucho” (13,3%). Del 30% que indica que no le molesta el ruido, posiblemente hay entre ellos un grupo de personas que ha disminuido la capacidad auditiva y es por ésta razón que ya no les molesta el ruido.

Tabla 19 Dolor de oídos

Dolor	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	0	0,0	0,0
No	30	100,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 11 Dolor de oídos

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

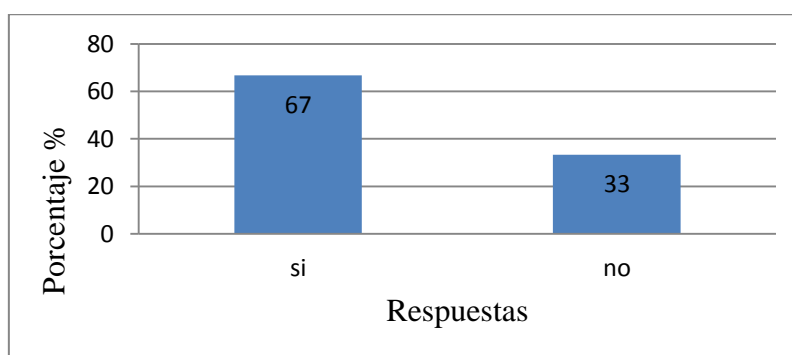
De los resultados obtenidos en referencia al dolor de los oídos que pueden experimentar los trabajadores a causa del ruido, se tiene que un 100% responde que no han tenido éste tipo de dolencia.

Tabla 20 Disminución de la capacidad auditiva (hipoacusia)

Hipoacusia	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	10	33,3	33,3
No	20	66,7	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 12 Hipoacusia



Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

En el gráfico 12 se observa que el 33,3 % manifiesta que tiene hipoacusia y el 66,7% que todavía no tienen disminución de la capacidad auditiva.

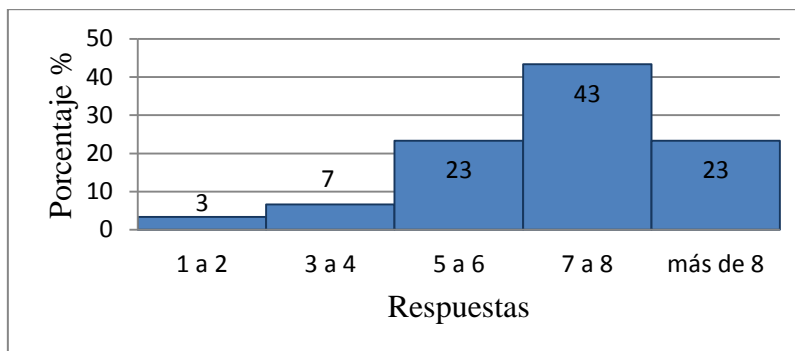
Se ha comprobado la incidencia de los niveles de ruido producidos por las máquinas en la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura.

d) Tiempo de exposición

Tabla 21 Tiempo diario que el trabajador está expuesto a ruido

Tiempo de exposición (horas)	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
1 a 2	1	3,3	3,3
3 a 4	2	6,7	10,0
5 a 6	7	23,3	33,3
7 a 8	13	43,3	76,7
más de 8	7	23,3	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 13 Tiempo de exposición

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

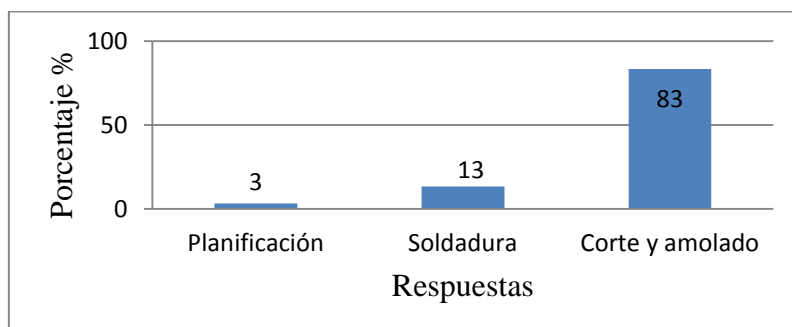
En el gráfico 4.13 se observa que el 43,3 % indican que están expuestos al ruido de las máquinas toda la jornada, es decir de 7 a 8 horas y el 23,3 % dicen estar expuestos más de 8 horas, debido a que realizan horas extras o trabajos extras. Un 23,3 % indican estar expuestos al ruido durante 5 a 6 horas, el 6,7% expresan que el tiempo de exposición al ruido es de 3 a 4 horas y el 3,3 % de 1 a 2 horas. Estos datos fueron considerados durante la medición del ruido por tareas.

Tabla 22 Tipos de tareas ruidosas

Tareas ruidosas	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Planificación	1	3,3	3,3
Soldadura	4	13,3	16,7
Corte y amolado	25	83,3	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 14 Tipo de tarea

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

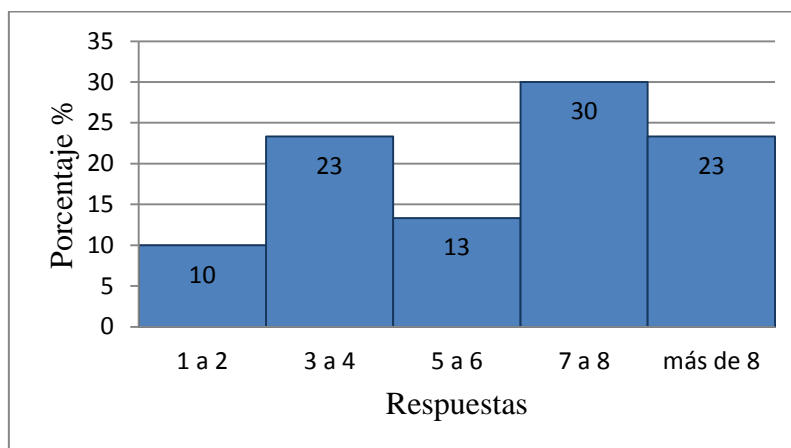
En el gráfico 14 se observa que a criterio del personal entrevistado el 83,3% considera que la tarea que genera ruido es la de corte y amolado. Un 13,3 % indica que la tarea de soldadura es también ruidosa y un 3,3 % dice que durante la planificación también existe ruido en el área. Estos criterios fueron considerados para la realización de las mediciones de ruido.

Tabla 23 Duración de las tareas ruidosas

Duración (horas)	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
1 a 2	3	10,0	10,0
3 a 4	7	23,3	33,3
5 a 6	4	13,3	46,7
7 a 8	9	30,0	76,7
más de 8	7	23,3	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 15 Duración de las tareas ruidosas



Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

En la tabla 22 se observa que un 23,3% indican que la duración de las tareas ruidosas se encuentra entre 3 y 4 horas, el 30% dice que es de 7 a 8 horas y un 23,3 % manifiesta que el tiempo de duración es mayor a 8 horas. Estos criterios fueron tomados en cuenta para definir el tiempo de duración de las tareas en la medición del ruido con ayuda del dosímetro.

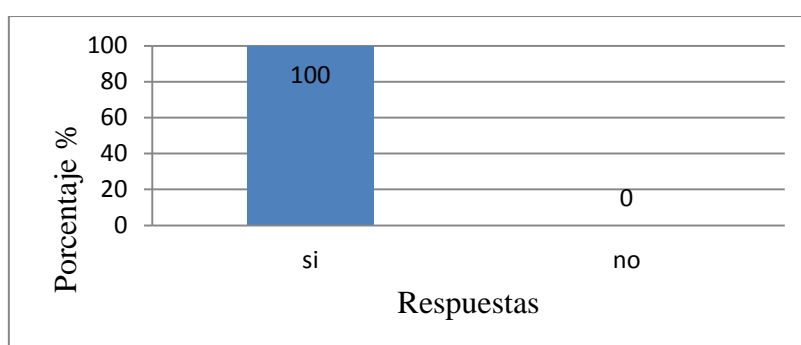
e) Equipos de protección

Tabla 24 Uso de equipos de protección personal (EPP)

Uso de EPP	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	30	100,0	100,0
No	0	0,0	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 16 Utilización de EPP



Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

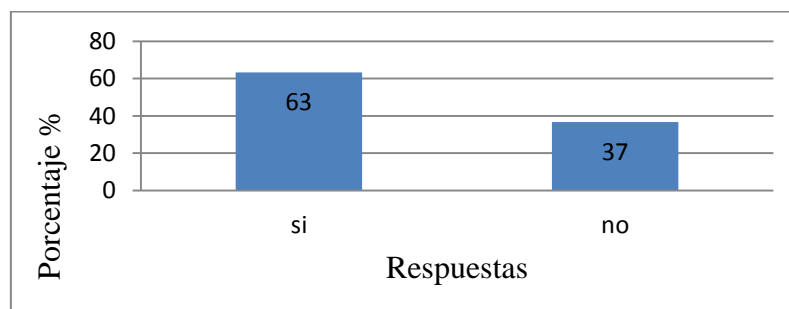
El 100% de los encuestados manifiesta utilizar los equipos de protección personal, esto es, tapones o protectores auditivos.

Tabla 25 Capacitación

Capacitación	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	19	63,3	63,3
No	11	36,7	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 17 Capacitación



Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

De acuerdo a la tabla 24 y el gráfico respectivo se observa que el 63,3 % indican haber recibido capacitaciones referentes al ruido en el puesto de trabajo y el 36,7 % indica que no las recibió. Por lo que se deberán reforzar las capacitaciones en éste tema.

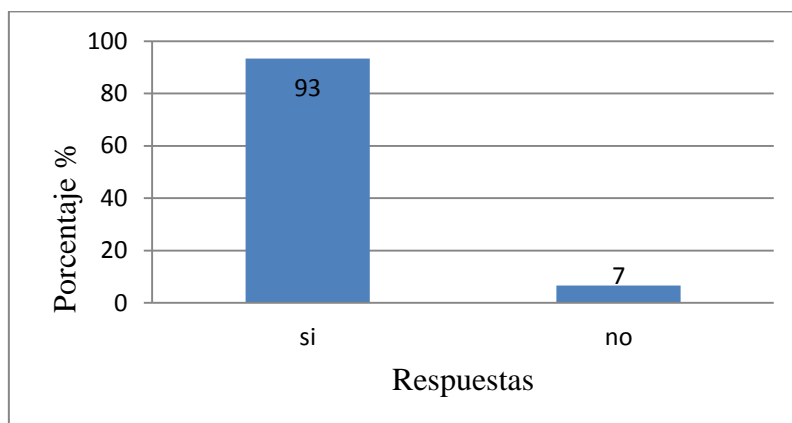
Tabla 26 Equipos de protección adecuados

Equipos adecuados	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	28	93,3	93,3
No	2	6,7	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 18 Equipos adecuados



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

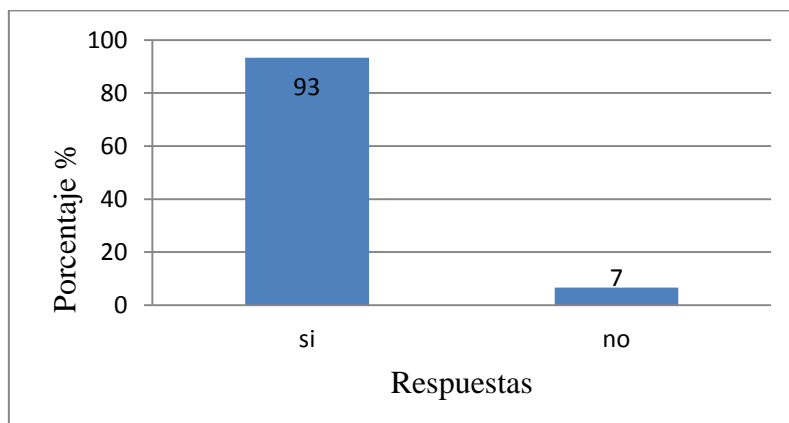
En la tabla 25 se observa que el 93,3 % indican que los equipos de protección son adecuados y tan solo el 6,7% dice que no lo son.

Tabla 27 Reemplazo de equipos de protección

Reemplazo de EPP	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	28	93,3	93,3
No	2	6,7	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 19 Reemplazo de EPP

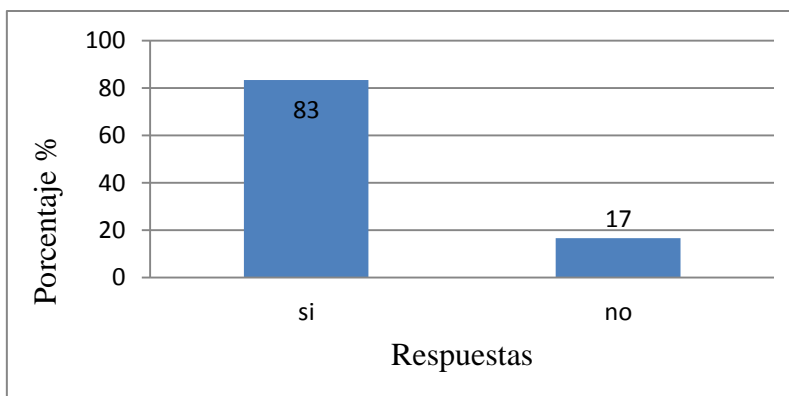
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

De acuerdo al gráfico 19 se puede aseverar que los equipos de protección personal son reemplazados cuando han concluido su vida útil, ya que el 93,3 % indican que ésta actividad se realiza y tan solo un 6,7% manifiesta que no se reemplazan a tiempo los EPP.

Tabla 28 Capacitación sobre el cuidado de equipos de protección personal

Capacitación sobre cuidado de EPP	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	25	83,3	83,3
No	5	16,7	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 20 Capacitación sobre el cuidado de EPP

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

La capacitación acerca del cuidado de los EPP, se lo realiza según lo indicado en la tabla 27. A criterio del 83,3% se ha realizado ésta capacitación, mientras que el 16,7%, manifiesta no haber recibido ésta capacitación. Por lo que se deberá aumentar el número de capacitaciones relacionadas con éste tema.

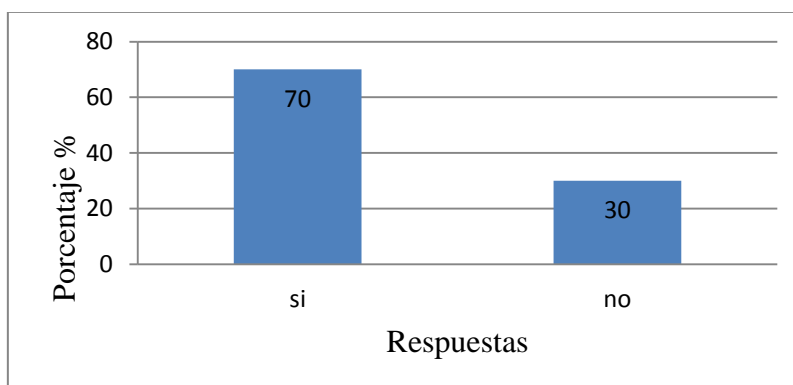
e) Prevención médica

Tabla 29 Trabajos anteriores con ruido

Antecedentes	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	21	70,0	70,0
No	9	30,0	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 21 Antecedentes



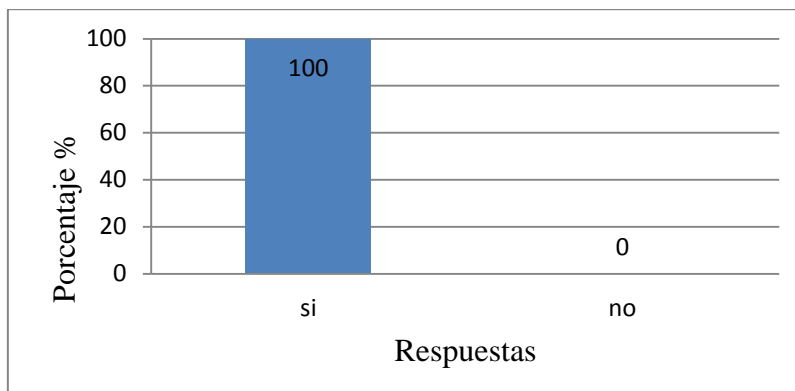
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

En el gráfico 21 se observa que el 70% de los encuestados manifiesta haber tenido trabajos anteriores ruidosos, mientras que el 30 % indican que no han tenido. Lo cual significa que la dosis de exposición al ruido para el 70% es mayor y la aparición de la hipoacusia probablemente sea en menor tiempo que para el 30% de las personas que manifiestan no haber tenido trabajos anteriores con ruido.

Tabla 30 Chequeo médico de los oídos

Chequeo médico	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	30	100,0	100,0
No	0	0,0	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 22 Chequeo médico

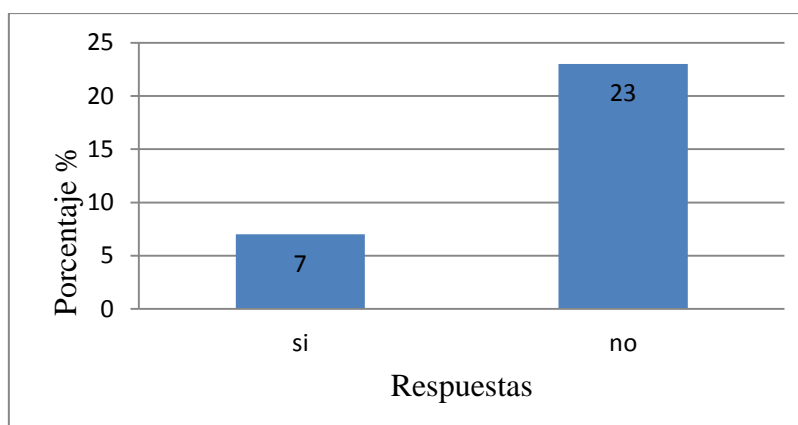
Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

El 100% del personal encuestado manifiesta haber recibido un chequeo médico de sus oídos, lo que permite afirmar que la empresa se preocupa por los trabajadores expuestos al ruido, implementando un plan de salud médica.

Tabla 31 Diagnóstico de pérdida de la audición (hipoacusia)

Hipoacusia	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	7	23,3	23,3
No	23	76,7	100,0
Total	30	100,0	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 23 Diagnóstico de hipoacusia

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

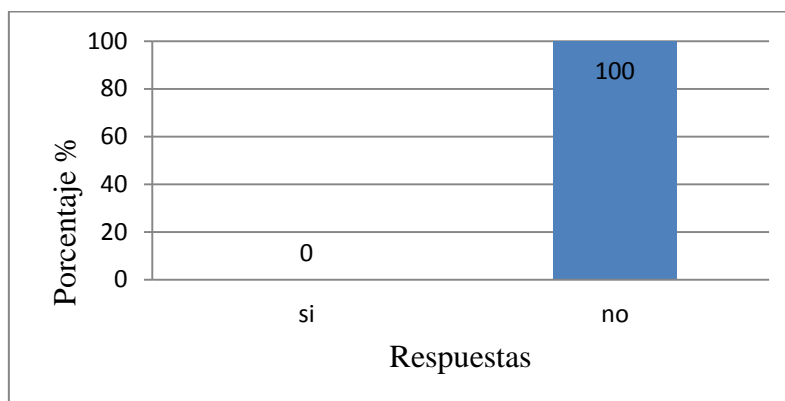
De acuerdo al gráfico 23, el 23,3% del personal del área de soldadura ha recibido un diagnóstico de pérdida de la audición, y el 76,7% no ha recibido un diagnóstico en éste sentido. Los resultados de los exámenes periódicos han podido identificar que algunos trabajadores que están expuestos al ruido presentan hipoacusia y en base a éste resultado se ha iniciado el plan de vigilancia a la salud en los puestos ruidosos.

Tabla 32 Pérdida de la salud a causa del ruido

Pérdida de la salud	n	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Si	0	0,0	0,0
No	30	100,0	100,0
Total	30	100	

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Gráfico 24 Pérdida de la salud



Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

En el gráfico 24 se observa que el 100% de los trabajadores manifiesta que el ruido no ha afectado a su salud.

4.2 Medición de ruido con dosímetro

Para realizar las mediciones se utilizó un dosímetro calibrado. En el **anexo 6** se encuentra el certificado de calibración del dosímetro. Los resultados de las mediciones se indican en el **Anexo 4: INFORME DE MEDICIÓN DE RUIDO**.

A continuación se realiza un análisis del informe presentado por el Laboratorio DEMAPA, que realizó las mediciones de ruido:

1. Las mediciones se realizaron en base a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 9612, (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.17).
2. Se consideró tres tareas para realizar las mediciones:
 - a) Planificación del trabajo y descanso
 - b) Corte y amolado
 - c) Soldadura
3. Se consideró que el grupo de trabajadores del área de soldadura constituyen un “grupo de exposición al ruido homogéneo” (GEH), indicado en las Notas Técnicas de Prevención 951 editado por INSHT, (NTP 951, 2012, p.1).
4. La estrategia de medición a utilizarse es por tareas, indicado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN- ISO 9612, (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.17).
5. Se utilizó un Dosímetro marca 3M, modelo EG-5, serie ESM100254, que cuenta con un certificado de calibración indicado en el anexo 6.
6. Para determinar si son adecuados los equipos de protección personal que el trabajador utiliza se realizaron mediciones un sonómetro integro cuyas características y certificado de calibración se indican en el anexo 5.
7. Los datos de entrada se indican la siguiente tabla:

Tabla 33 Datos del análisis de trabajo

AREA DE TRABAJO	TAREA O TRABAJO DEFINIDO	NÚMERO DE TRABAJADORES/ NÚMERO DEL TRABAJADOR ANALIZADO	FUENTES AFECTADORAS	ESTRATEGIA DE MEDICIÓN
SOLDADURA	Planificación del trabajo y descanso	30 /Trabajador 1	RUIDO DE MÁQUINAS	Por tareas
	Cortar y amolar	30 /Trabajador 2	AMOLADORA	Por tareas
	Soldadura	30 / Trabajador 3	SOLDADORA	Por tareas

Fuente: Informe de Monitoreo de ruido ocupacional
Elaboración: DEMAPA (Anexo 4)

8. Para las condiciones de monitoreo se consideraron los siguientes tiempos de duración de las diferentes tareas (T_m):

- a) Planificación del trabajo y descanso: 2 horas
- b) Corte y amolado: 2 horas
- c) Soldadura: 4 horas

9. La duración efectiva de la jornada (T_e) es de 8 h.

10. La duración de referencia (T_o) es de 8h.

Se realizaron 3 mediciones para cada tarea y los resultados de las mediciones del nivel de presión sonora equivalente ponderada A de cada tarea ($L_{Aeq, T}$), se indican en la tabla:

Tabla 34 Resultados de la medición de ruido

No. PUNTO	# MEDICIONES POR TAREA	T MEDICIONES (min)	TAREA O TRABAJO DEFINIDO	LAeq, T		
				1	2	3
1	3	5	planificación del trabajo y descanso	81,9	81,7	81,4
			Corte y amolado	93,4	93,2	93,2
			soldadura	85,3	85,2	85,4

Fuente: Informe de Monitoreo de ruido ocupacional
Elaboración: DEMAPA (Anexo 4)

Se calculó el **nivel de presión sonora continuo equivalente de cada tarea** utilizando la expresión (2.3) indicado en la sección 2.3.4 “Proceso de medición” de la presente investigación. (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.17)

$$L_{pAep,T,m} = 10 \log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0.1 \times L_{p,Aeq,T,mi}} \right] \text{dB} \quad (2.3)$$

Donde $L_{pAep,T,mi}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición, I es el número total de mediciones del puesto de trabajo. En éste caso (I) tiene un valor de 3, ya que se realizaron 3 mediciones en cada tarea.

Además se calculó el **nivel de exposición al ruido diario para cada tarea** ($L_{EX,8h,m}$) a partir de $L_{p,Aep,T,m}$ utilizando la expresión matemática (2.4) indicada en la sección 2.3.4 “proceso de medición”, de la presente investigación. (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.18)

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,Aep,T,m} + 10 \lg \left(\frac{\overline{T}_m}{T_o} \right) \text{dB} \quad (2.4)$$

Donde T_o es el tiempo de referencia, en éste caso 8 horas y T_m de 2 horas para la tarea de “planificación del trabajo y descanso”, 4 horas para la tarea de “corte y amolado” y 2 horas para la tarea de “soldadura”.

Con éstos valores se calculó el **nivel de exposición al ruido ponderado A**, $L_{EX,8h}$ calculado a partir de las contribuciones al ruido de cada tarea se utiliza la siguiente expresión: (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.18)

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{0.1 \times L_{EX,8h,m}} \right] \text{dB} \quad (2.5)$$

Dónde, m es el número de la tarea y M es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario, en éste caso 3.

En la siguiente tabla se indican los resultados.

Tabla 35 Resultados del nivel de exposición al ruido ponderado A

AREA DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TAREA O PUESTO DE TRABAJO MEDIDO	$L_{p,Aep,T,m}$ (dB)	$L_{EX,8h,m}$ (dB)	$L_{EX,8h}$ (dB)
Soldadura	Planificación del trabajo y descanso	81,7	75,7	88,7
	Corte y amolado	93,3	87,2	
	Soldadura	85,3	82,3	

Fuente: Informe de Monitoreo de ruido ocupacional

Elaboración: DEMAPA (Anexo 4)

Además, se calculó la **incertidumbre** utilizando la expresión 2.6 de la sección 2.3.4 “proceso de medición”, de la presente investigación. Se consideró la incertidumbre típica combinada para un nivel de exposición al ruido ponderado A, $u (L_{EX,8h})$.

(NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34)

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left[\sum_{m=1}^M \left(u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3,m}^2 \right) + u_{1b,m}^2 + u_{1b,m}^2 \right] \quad (2.6)$$

Con el valor obtenido se calculó la **incertidumbre expandida** utilizando la expresión 2.7 de la presente investigación: (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34)

$$U = k u \quad (2.7)$$

Se utilizó la incertidumbre expandida es $U = 1,65 \times u$ para una probabilidad de cobertura unilateral del 90%. (NTE INEN-ISO 9612, 2014, p.34).

El valor de la incertidumbre expandida que se obtuvo es de **2,6 dB**.

En conclusión los soldadores están sometidos a un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de **88,7 dB**, con una incertidumbre expandida asociada de **2,6 dB** para una probabilidad de cobertura unilateral del 90% ($k= 1,65$).

El nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 88,7 dB sumado a la incertidumbre expandida asociada de 2,6 dB, se obtiene un valor de **91,3 dB**, que sobrepasa el límite permisible de 85dB que está vigente en Ecuador.

La evidencia fotográfica de las mediciones realizadas se indica a continuación:



Fotografía 1 Colocación del dosímetro



Fotografía 2 Planificación



Fotografía 3 Corte y amolado



Fotografía 4 Soldadura

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

4.3 Control del ruido en el área de soldadura de la empresa metalmecánica

El ruido producido durante el proceso de soldadura es controlado en la fuente utilizando equipos adecuados (soldadoras y amoladoras), a las cuales se realizan los mantenimientos preventivos y correctivos respectivos. Además se actúa sobre el medio de transmisión utilizando pantallas que atenúan la transmisión del ruido y también protegen a los trabajadores de radiaciones ultravioleta propios del proceso de soldadura.

Sin embargo, la atenuación mayor al ruido es la que la empresa dota al trabajador mediante los equipos de protección auditiva, esto es, tapones auditivos y protectores auditivos tipo orejera, indicados en la figura 6.



Tapón auditivo



Protector auditivo tipo copa

Figura 7 Equipos de protección auditiva

Fuente: Investigación
Elaboración: Autor

Utilizando el sonómetro calibrado se realizó las mediciones en **bandas de octava** para las diferentes tareas y se realizó el análisis para verificar si los equipos de protección auditiva son adecuados:

a) Para la tarea de planificación, el trabajador utiliza tapones auditivos

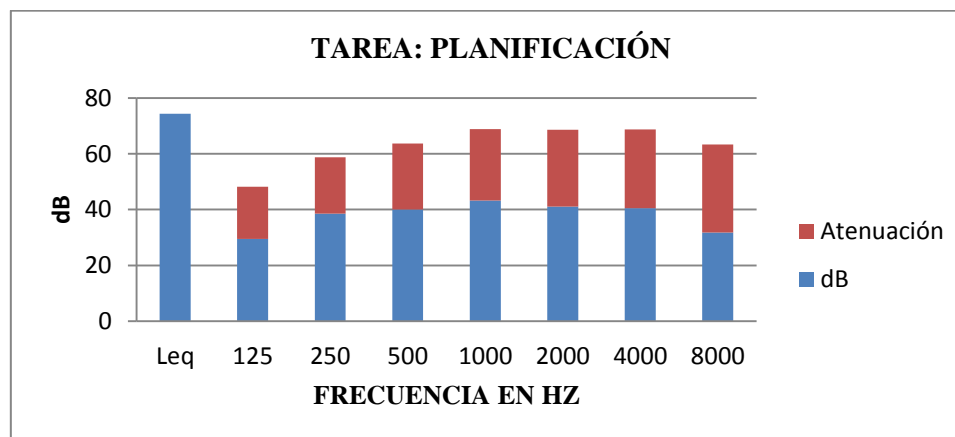
Tabla 36 Valoración de tapones auditivos para la tarea de PLANIFICACIÓN

PLANIFICACIÓN	Frecuencia "f" (Hz)							Log Sum (dB)
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Nivel sonoro "L _f " (dB)	48.2	58.7	63.7	68.9	68.6	68.7	63.4	74.4
Ponderación "A _f "	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
NS Corregido (dB) "L _A "	32.1	50.1	60.5	68.9	69.8	69.7	62.3	74.7
Atenuación media (dB) "m _f "	28.7	30.1	32.8	33.8	34.5	36.2	42.2	
Desviación estándar (dB) "S _f "	5	5	4.6	4.1	3.5	4	5.3	
Desviación asumida (dB) " $\alpha * S_f$ "	10	10	9.2	8.2	7	8	10.6	
Valoración protección Sup "APV _f "	18.7	20.1	23.6	25.6	27.5	28.2	31.6	
Nivel Efectivo "L' A"	13.4	30	36.9	43.3	42.3	41.5	30.7	
Nivel efectivo al usar el protector auditivo "LA98"								47.8
Reducción del Nivel Sonoro Pronosticado "PNR 98" redondeado								26.7

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 25 Atenuación de los tapones auditivos para la tarea de planificación



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Resultado: En la tarea de **planificación**, el nivel de presión sonora no ponderado es de $L_f = 74,4$ dB, el nivel de presión ponderada Aes de $L_A = 74,7$ dB(a). Utilizando los tapones auditivos con los que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $L'A = 47.8$ dB(A), con una probabilidad del 98%, la reducción prevista del nivel de ruido es $PNR_{98} = L_A - L'A = 26,7$ dB. Se concluye que los tapones auditivos son adecuados.

b) Para la tarea de corte y amolado, el trabajador utiliza el protector auditivo tipo copa (3M OPTIME 98).

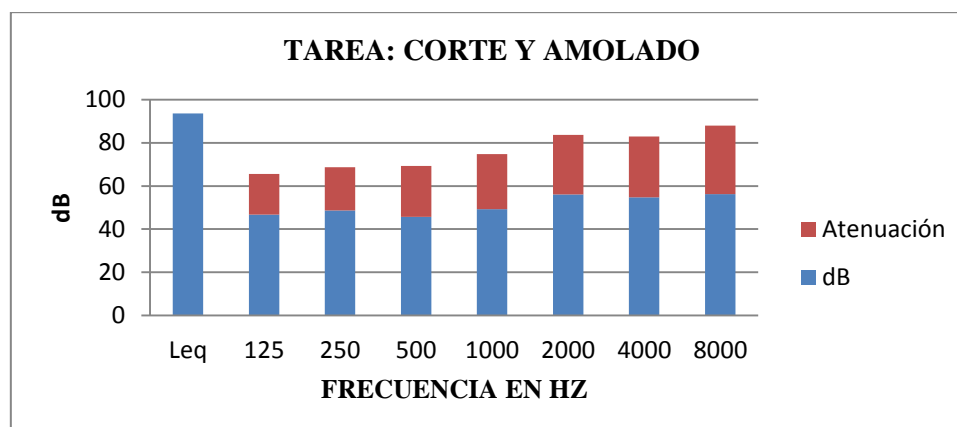
Tabla 37 Valoración de protectores auditivos para CORTE Y AMOLADO

CORTE Y AMOLADO	Frecuencia "f" (Hz)							Log Sum (dB)
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Nivel sonoro "L _f " (dB)	56,9	63,6	74,2	84,1	87,4	89,2	87,9	93,6
Ponderación "A _f "	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
NS Corregido (dB) "L _A "	40,8	55	71	84,1	88,6	90,2	86,8	94,0
Atenuación media (dB) "m _f "	15,5	22	33,7	39,7	36,5	40,1	42,2	
Desviación estándar (dB) "S _f "	2,7	3,5	2,6	2,4	2,6	2,8	5,3	
Desviación asumida (dB) "α * S _f "	5,4	7	5,2	4,8	5,2	5,6	10,6	
Valoración protección Sup "APV _f "	10,1	15	28,5	34,9	31,3	34,5	31,6	
Nivel Efectivo "L' A"	30,7	40	42,5	49,2	57,3	55,7	55,2	
Nivel efectivo al usar el protector auditivo "LA98"								61,3
Reducción del Nivel Sonoro Pronosticado "PNR 98" redondeado								32,3

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 26 Atenuación del protector auditivo tipo copa para corte y amolado



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Resultado: En la tarea de **corte y amolado**, el nivel de presión sonora no ponderado es de $L_f = 93,6$ dB, el nivel de presión ponderada A es de $L_A = 94,0$ dB(A). Utilizando los protectores auditivos con los que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $L'A = 61,3$ dB(A), con una probabilidad del 98%, la reducción prevista del nivel de ruido es $PNR_{98} = L_A - L'A = 32,3$ dB. Se concluye que los protectores auditivos son adecuados.

c) Para la tarea de soldadura, el trabajador utiliza tapones auditivos

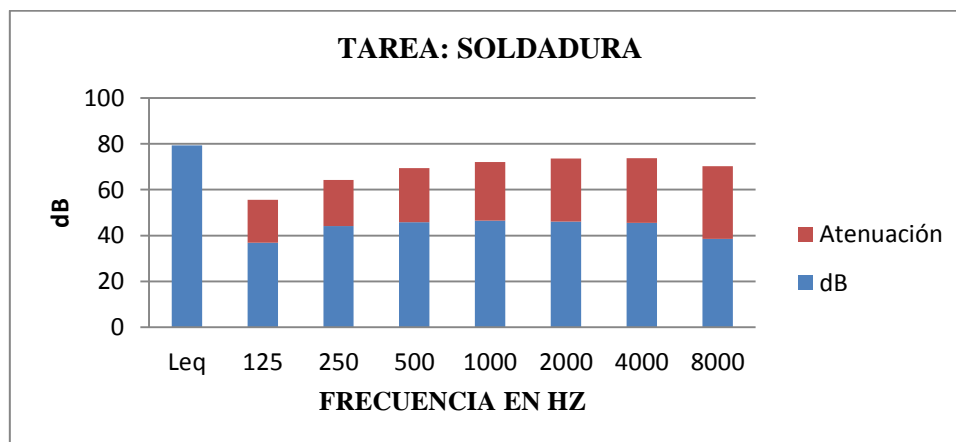
Tabla 38 Valoración de tapones auditivos para la tarea de SOLDADURA

SOLDADURA	Frecuencia "f" (Hz)							Log Sum (dB)
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Nivel sonoro "L _f " (dB)	55,6	64,3	69,4	72,1	73,6	73,7	70,2	79,3
Ponderación "A _f "	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
NS Corregido (dB) "L _A "	39,5	55,7	66,2	72,1	74,8	74,7	69,1	79,5
Atenuación media (dB) "m _f "	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Desviación estándar (dB) "S _f "	5	5	4,6	4,1	3,5	4	5,3	
Desviación asumida (dB) "α * S _f "	10	10	9,2	8,2	7	8	10,6	
Valoración protección Sup "APV _f "	18,7	20,1	23,6	25,6	27,5	28,2	31,6	
Nivel Efectivo "L' A"	20,8	35,6	42,6	46,5	47,3	46,5	37,5	
Nivel efectivo al usar el protector auditivo "LA98"								52,3
Reducción del Nivel Sonoro Pronosticado "PNR 98" redondeado								27,0

Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Gráfico 27 Atenuación de los tapones auditivos para la tarea de soldadura



Fuente: Investigación

Elaboración: Autor

Resultado: En la tarea de **soldadura**, el nivel de presión sonora no ponderado es de $L_f = 79,3$ dB, el nivel de presión ponderada A es de $L_A = 79,5$ dB(A). Utilizando los tapones auditivos con los que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $L'A = 52,3$ dB(A), con una probabilidad del 98%, la reducción prevista del nivel de ruido es $PNR_{98} = L_A - L'A = 27$ dB. Se concluye que los tapones auditivos son adecuados.

4.4 Propuesta médica para prevenir la aparición de hipoacusia

A continuación se dan los lineamientos básicos de un programa que permita prevenir la enfermedad profesional conocida como hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de la empresa metalmecánica.

Programa de prevención de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de una empresa metalmecánica

Introducción

“Cuando la evaluación de riesgo, ponga de manifiesto que exista de riesgo a la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores y éstos someterse a ésta vigilancia”. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.37).

El presente programa será estructurado tomando en consideración las necesidades de la empresa metalmecánica, objeto de ésta investigación y de los trabajadores del área de soldadura, tomando en cuenta los resultados del estudio previamente realizado.

El programa estará alineado a la Política de Seguridad y Salud Ocupacional y a los procedimientos de vigilancia ocupacional existentes en la empresa. Tal como se indica en la Política antes mencionada, la empresa deberá asignar los recursos económicos y humanos para cumplir lo indicado en el presente programa.

El programa debe incluir cronogramas y planes de capacitación a los trabajadores acerca del factor de riesgo físico, ruido, y el uso adecuado de los equipos de protección personal.

Objetivos

El programa de prevención de hipoacusia deberá cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar el estado de salud del sistema auditivo de todos y cada uno de los trabajadores, referente a su capacidad auditiva.
- Determinar las causas de aparición de hipoacusia en cada trabajador basado en la historia clínica y al trabajo que desarrolla la persona en el puesto de trabajo.
- Establecer las acciones correctivas para controlar y prevenir el ruido laboral, en el área de soldadura, en base a las recomendaciones generadas en el presente estudio.
- Establecer verificaciones del cumplimiento del presente programa, mediante el levantamiento de registros y auditorias de verificación.

Alcance

El presente programa será de aplicación obligatoria para los 30 trabajadores del área de soldadura de la empresa metalmecánica.

Responsables

Gerente General.- Es el responsable de revisar el presente programa y asignar los recursos necesarios para el cumplimiento del programa.

Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional.- Es el responsable de dar a conocer el programa de prevención de hipoacusia a la Gerencia, supervisores y trabajadores del área de soldadura. Supervisar y evaluar el cumplimiento del programa.

Médico Ocupacional.- Es el responsable de la implementación del presente programa. El médico generará los registros respectivos de acuerdo a protocolos nacionales o internaciones vigentes.

Trabajador.- Es el responsable de cumplir con las indicaciones dadas por Médico Ocupacional, así como también de participar activamente en la implantación del programa.

Desarrollo

Para la implantación del presente programa se deberán considerar los siguientes aspectos:

1. Establecer un cronograma de chequeos médicos y realización de audiometrías a los 30 trabajadores del área de soldadura, utilizando los resultados del presente estudio, con el objetivo de controlar la función auditiva de los trabajadores.
2. El control audiométrico preventivo se deberá realizar por lo menos cada 3 años a los trabajadores de ésta área y con mayor periodicidad a los trabajadores que presenten una mayor vulnerabilidad coclear en sus oídos, como por ejemplo infecciones óticas, mayores de 50 años, hipertensión arterial, entre otros. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 37-38).
3. Los controles audiométricos serán realizados en base a lo establecido en protocolos específicos. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p.38).
4. Elaborar y actualizar la historia clínica de cada trabajador, asegurando el acceso, confidencialidad y contenido de las mismas.
5. En el caso de que los chequeos auditivos pongan de manifiesto que el trabajador haya sufrido una lesión auditiva diagnosticable, el médico ocupacional deberá evaluar la lesión y si la causa es por la exposición al ruido comunicará al trabajador el resultado y al Jefe de Seguridad para que se investigue el riesgo que puede afectar a otras personas. (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008, p. 39).

6. Reportar el aviso de enfermedad a las entidades gubernamentales, como es, Riesgos del IESS, en caso de que exista presunción de hipoacusia.
7. El Médico Ocupacional en coordinación con el Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional deberán analizar las acciones para establecer acciones encaminadas a reducir el ruido en el área de soldadura, actuando primeramente sobre la fuente y luego sobre el medio de transmisión.
8. Establecer planes de capacitación a los trabajadores para difundir las consecuencias del factor de riesgo ruido, así como también del uso adecuado y mantenimiento de los equipos de protección personal.
9. Establecer campañas para concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de la prevención de enfermedades profesionales, y concretamente sobre el ruido en el área de trabajo.
10. Realizar el seguimiento y control de la aplicación del tratamiento médico y medidas preventivas de hipoacusia.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El presente estudio ha permitido responder los objetivos propuestos y se ha logrado determinar la relación entre el factor de riesgo, ruido y la aparición de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura de la empresa metalmecánica, llegando a establecer las siguientes conclusiones:

1. En el medio ambiente laboral en que trabajan los soldadores de la empresa metalmecánica existen factores de riesgo físico, como el ruido, el cual ha sido analizado en la presente investigación.

En el área de soldadura el 80% de los trabajadores tiene de 0 a 10 años de antigüedad en su trabajo y el 20 % restante tiene de 11 a 20 años, de los cuales el 3,3% tiene entre 15 y 20 años de antigüedad. Lo que significa que el 20 % de los trabajadores del área han estado expuestos por más de 10 años a procesos ruidosos. Considerando además que el 23,3% están en edades comprendidas entre 40 y 50 años, se tiene que en éste grupo de personas existe mayor probabilidad de presentarse hipoacusia.

2. El nivel de ruido que se produce en el área de soldadura es considerado alto para el 63,3% de trabajadores del área, y el 100% opina que el proceso que realiza en su trabajo es ruidoso. Esto se comprueba con las mediciones de ruido para la tarea de corte y amolado, obteniéndose un nivel de presión sonora equivalente de 93,3 dB, que supera los 85 dB establecidos en la normativa ecuatoriana, para 8 horas de trabajo.

3. Los indicios de hipoacusia en los trabajadores del área de soldadura se manifiestan a través de zumbidos en los oídos, síntoma que presentan el 26,7% de trabajadores. Molestias y fatiga a causa del ruido es notorio para el 70%. Además el ruido interfiere la comunicación entre los trabajadores, lo cual confirman el 83,3% del personal. La aparición de hipoacusia por el ruido de los procesos en el área ha afectado al 33,3% de soldadores.
4. Para que exista una afección de los oídos a causa del ruido generado en el proceso, se combinan dos variables, los niveles altos de ruido y el tiempo de exposición al mismo. El tiempo que los trabajadores del área están expuestos al ruido está entre 7 y 8 horas a criterio del 76,7% de trabajadores. Siendo las tareas más ruidosas, el corte y amolado según el 83,3% de encuestados y el proceso de soldadura para el 13%. Valores que concuerdan plenamente con las mediciones de ruido realizadas por el Laboratorio acreditado.
5. Los equipos de protección que la empresa dota a los trabajadores del área de soldadura, como son, tapones auditivos y protectores tipo copa son utilizados por el 100% del personal y a criterio del 93,3%, estos equipos son adecuados. Del análisis realizado con mediciones de bandas de octava utilizando el sonómetro se comprueba que la atenuación al ruido de los elementos de protección es adecuada. Por ejemplo, para la tarea de planificación, el trabajador utiliza los tapones auditivos, logrando una reducción del nivel sonoro pronosticado "PNR 98" redondeado de 26,7 dB y el nivel efectivo de ruido que el trabajador recibe al usar los tapones auditivos es de 48,7 dB. Este valor es inferior a 85dB determinado por la normativa ecuatoriana cuando la exposición al ruido es de 8 horas.
6. La vigilancia ambiental y de salud de los trabajadores permitirá prevenir una posible sordera laboral como resultado de la exposición al ruido durante el trabajo, considerando que el 70% de trabajadores tienen antecedentes de haber trabajado en procesos ruidosos antes de ingresar a la empresa metalmecánica. No será suficiente con realizar audiometrías a los trabajadores, las cuales se han

hecho al 100% en el año anterior. Además las audiometrías lograron identificar que el 23,3% de trabajadores tienen indicios de hipoacusia.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se deberá considerar en la contratación nuevos trabajadores del área de soldadura, la edad del trabajador ya que la capacidad auditiva disminuirá cuando la persona tiene una edad avanzada. Además se debe considerar que si un trabajador tiene experiencia en procesos de soldadura, es muy importante éste aspecto para que se desenvuelva de mejor manera en su trabajo, pero de otro lado, el trabajador que tiene antecedentes de haber laborado en procesos ruidosos, incrementará la probabilidad de que presente disminución de su capacidad auditiva.
2. El presente estudio servirá de base para realizar posteriores investigaciones que permitan analizar posibles soluciones para actuar sobre el medio de transmisión del ruido y de ésta manera disminuir los niveles de presión de ruido en el área. Por ejemplo, incrementar la cantidad de pantallas en los lugares de trabajo.
3. Los trabajadores que presentan síntomas de afección de los oídos a causa del ruido, tales como zumbidos en los oídos (27%), taponamiento de los oídos (7%), molestia o fatiga (100%), por lo general no acuden al servicio médico para ser tratada su dolencia. Por lo que es necesario que se realicen chequeos médicos periódicos al personal del área de soldadura.
4. Se debe actuar en el proceso productivo de tal manera que las tareas de planificación y soldadura no sean afectados por los procesos de corte y amolado que generan ruidos más altos. De ésta manera el tiempo al que está expuesto el trabajador al ruido reducirá considerablemente.

5. A criterio del 17 % de los trabajadores, la capacitación en cuanto al ruido en el puesto de trabajo, uso y mantenimiento de equipos no ha sido satisfactoria, por lo que será necesario incrementar las capacitaciones en relación a los equipos de protección auditiva.

6. Se debe redefinir los programas de vigilancia ambiental y de la salud para evitar posibles trabajadores afectados con sordera laboral y las consecuentes demandas e indemnizaciones que pueden ocasionar. Además, se debe considerar que la mano de obra capacitada y con buen estado de salud permitirá mejorar la productividad y la calidad de los productos.

6. – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American National Standard, ANSI Z 49.1. (2005). *Safety in Welding, Cutting and Allied Process*.
- Comisión Europea. (2009). *Guía de buenas prácticas no vinculante para la aplicación de la directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos físicos (ruido)*. Luxemburgo: Comunidades Europeas.
- Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. (2000). *Protocolo de vigilancia sanitaria específica: Exposición al ruido*. Madrid, España.
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Quito, Ecuador: Ministerio de Trabajo y Empleo.
- Denisov, E. S. (1998). En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. En E. S. Denisov, *Medición del ruido y evaluación de la exposición Vol. VI* (págs. Capítulo 47, p 47.6). Madrid: OIT-Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Driscoll, D. (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo*. . Madrid: OIT Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Falagán, & otros. (2000). *Manual Básico de Prevención y Riesgos Laborales. Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.: Oviedo.
- Gómez, M., & Cano, A. (2007). *Ruido: Evaluación y Acondicionamiento Ergonómico*. Madrid: INSHT.
- Guía Técnica Real Decreto 286. (2006). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido*. España: INSHT.

- Harris, C. (1977). *Manual para el control de ruido, Tomo I*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- IESS, I. E. (2010). *Reglamento para el Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo*. Quito: Resolución C.D. 333.
- Instituto Navarro de Salud Laboral. (2008). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido*. Navarra, Gobierno de Navarra, España.
- Maruri, W. (2014). *Análisis y evaluación de ruido en las cabinas de control geológico de Petroleum Logging services*. Quito: UTE.
- Ministerio de Protección Social. (2006). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo*. Bogotá: Ministerio de la Protección Social.
- Miraya, F. (2000). IRAM - Instituto Argentino de Normalización. *Estimación del riesgo auditivo por exposición al ruido según Norma ISO 1999:1990*. Argentina.
- Miyara, F. (2000). IRAM - Instituto Argentino de Normalización. *Estimación del riesgo auditivo por exposición al ruido según Norma ISO 1999:1990*. Argentina.
- NIOSH. (1998). *Occupational Noise Exposure - Revised Criteria 1998*. Cincinnati: NIOSH.
- NTE INEN-ISO 9612. (2014). Acústica, determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009). Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTP 950. (2012). Estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido (I): Incertidumbre de la medición. Madrid: INSHT.
- NTP 951. (2012). Estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido (II): Tipos de estrategias. Madrid: INSHT.

- NTP270. (1991). Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
- REAL DECRETO 286. (2006). Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido. *Legislación derivada de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales*. Navarra, España: Instituto Navarro de Salud Laboral.
- Sáez, C. (2002). *Control de ruido aplicado a un sistema de ventilación*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Sánchez, M. (2014). *Metodología para obtener la dosis de ruido diaria*. Santiago, Chile.
- Seguez. (2007). *Conceptos básicos de ruido ambiental*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- SST Seguridad y Salud en el Trabajo. (2013). Trauma acústico DAIR e Hipoacusia Profesional. *SST Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Suter, A. (1998). *Ruido*. En la *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Capítulo 47. Madrid: OIT Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Terán, D. (2013). Identificación de factores de riesgo y propuesta preliminar de un Sistema de Seguridad Industrial en una empresa textil de fabricación de medias de la ciudad de Atuntaqui. *Trabajo de grado de maestría no publicado*. Universidad Técnica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Tolosa, F. C. (2003). Efectos del ruido sobre la salud. *Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina*, (pág. 1). Islas Baleares.
- UTE, Dirección General de Postgrados. (2013). *Manual de presentación y Desarrollo de Trabajos de Grado*. Obtenido el 1 de Octubre del 2014 de www.ute.edu.ec. Quito.

World Health Organization WHO. (1999). *Guidelines for Community Noise*. London: WHO.

Página Web (Linkografía)

El Comercio. (2014, Junio 7). *Actualidad*. Recuperado el 20 del 11 de 2014, de Cinco enfermedades más comunes en el trabajo:
<http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/enfermedades-laborales-iess-ecuador-lumbalgia.html>

NIOSH. (2010). *Pérdida auditiva inducida por el trabajo*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de DHHS (NIOSH) publicación No. 2010-136:
<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/oido.html>

NIOSH. (2012). *Temas de seguridad y salud*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de La pérdida de la audición relacionada con el trabajo:
<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/oido.html>

7. ANEXOS

ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CATEGORÍAS	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE REAL DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	Antigüedad	Tiempo cronológico de una persona desde el ingreso a la empresa hasta la fecha actual	Años en el puesto de trabajo	0-5 6-10 11-15 16-20 21-25 26 y más
	Edad	Tiempo cronológico de una persona desde su nacimiento hasta el momento actual	Años	18-28 29-39 40-50 51 y más
NIVEL DE RUIDO EN EL PUESTO DE TRABAJO	Nivel de exposición	Cualificación del nivel de ruido	Nivel de ruido	bajo medio alto
	Máquinas ruidosas	Equipos de producción que generan ruido	Dicotómica	si no
	Proceso ruidoso	Proceso productivo que genera ruido	Dicotómica	si no
	Tareas que generan ruido	Actividades productivas que ocasionan ruido	Dicotómica	si no
INCIDENCIA DEL RUIDO EN LA APARICIÓN DE HIPOACUSIA	Acufenos	Sensación de zumbido en los oídos	Dicotómica	si no
	Taponamientos de los oídos	Protección interna del oído	Dicotómica	si no
	Interferencia en la comunicación	Comunicación entre trabajadores	Posibilidad de comunicarse	nunca a veces siempre
	Molestia	Fatiga, irritabilidad, insomnio a causa del ruido	Dicotómica	nada poco mucho
	Dolor	Dolor de oído a causa del ruido	Dicotómica	si no
	Hipoacusia	Pérdida de la audición	Hipoacusia	si no

CATEGORÍAS	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE REAL DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	Tiempo diario de exposición al ruido	Tiempo total de exposición al ruido en actividades laborales.	Horas	1 a 2 3 a 4 5 a 6 7 a 8 Más de 8
	Tareas ruidosas	Actividades productivas que ocasionan ruido.	Tareas	Planificación Corte y amolado Soldadura
	Distribución diaria	Duración de las tareas con ruido.	Horas	1 a 2 3 a 4 5 a 6 7 a 8 Más de 8
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	Uso de EPP	Equipo que utiliza el trabajador para disminuir el ruido.	Utilización	Si no
	Capacitación	Dar las competencias necesarias del EPP.	Dicotómica	si no
	Protección	Equipo que utiliza el trabajador para disminuir el ruido.	Protección adecuada	Si no
	Reemplazo EPP	Cambio de EPP que han cumplido la vida útil.	Reemplazo de EPP	Si no
	Cuidado de EPP	Informar el cuidado de EPP.	Dicotómica	si no
PREVENCIÓN MÉDICA DE LA HIPOACUSIA	Antecedentes laborales	Características de trabajos anteriores ruidosos.	Trabajos anteriores ruidosos	Si No A veces
	Audiometrías	Exámenes pre ocupacionales	Dicotómica	si no
	Diagnóstico de hipoacusia	Resultado de diagnóstico	Dicotómica	si no
	Enfermedad	Pérdida de la salud	Dicotómica	si no

Fuente: Investigación
Elaborado por: Autor

ANEXO 2: Encuesta

RELACIÓN ENTRE EL RUIDO DE LAS MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN Y LA APARICIÓN DE HIPOACUSIA EN LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE SOLDADURA DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA				
Fecha de realización: _____		Encuesta N°: _____		
<p>Estamos haciendo una investigación para conocer la situación de los trabajadores del área de soldadura en relación a la disminución de la capacidad auditiva.</p> <p>La encuesta ayudará a determinar las necesidades en éstos aspectos y plantear soluciones.</p> <p>Para llenar la encuesta se requiere de unos 15 minutos de su tiempo y es anónima, es decir, que no necesita anotar su nombre.</p> <p>Se garantiza la confiabilidad de los datos. De existir la necesidad de utilizar los datos en otra investigación futura, se lo hará con el consentimiento de los encuestados.</p>				
a) Características socioeconómicas				
1. ¿Cuántos años lleva en el trabajo?				
<input type="checkbox"/>	0-5	<input type="checkbox"/>	6-10	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	11-15	<input type="checkbox"/>	16-20	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	21-25	<input type="checkbox"/>	26 y más	
2. ¿Cuál es su edad? (en años)				
<input type="checkbox"/>	18-28	<input type="checkbox"/>	29-39	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	40-50	<input type="checkbox"/>	51 y más	
b) Niveles de ruido				
3. ¿Cómo considera el ruido en el puesto de trabajo?				
<input type="checkbox"/>	bajo	<input type="checkbox"/>	medio	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Alto			
4.	¿En su puesto de trabajo hay máquinas ruidosas?	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
5.	¿Su puesto de trabajo está junto a un proceso ruidoso?	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
6.	¿Las actividades que realiza en su puesto de trabajo generan ruido?	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
c) Incidencia del ruido				
7.	¿Sufre de zumbidos en el oído terminado el trabajo, cuando existe silencio?	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
8.	¿Sufre de taponamientos en el oído, frecuentes (tapón de cerumen)	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
9. ¿Tiene que alzar excesivamente la voz para que sus compañeros le escuchen?				
<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	a veces	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	siempre			

10. ¿El ruido le molesta, o le causa fatiga?				
<input type="checkbox"/> nada <input type="checkbox"/> poco <input type="checkbox"/> mucho				
11.	¿Le duelen los oídos regularmente?	Si		No
12.	¿Percibe usted que la capacidad auditiva ha disminuido?	Si		No
d) Tiempo de exposición				
13. ¿Cuál es el tiempo diario que Ud. está expuesto al ruido? (horas)				
<input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 3 a 4 <input type="checkbox"/> 5 a 6 <input type="checkbox"/> 7 a 8 <input type="checkbox"/> Más de 8				
14. ¿Cuáles son las tareas ruidosas al realizar su trabajo?				
<input type="checkbox"/> Planificación <input type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Corte y amolado				
15. ¿Cuál es el tiempo de duración de la(s) tarea(s) ruidosa(s)? (horas)				
<input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 3 a 4 <input type="checkbox"/> 5 a 6 <input type="checkbox"/> 7 a 8 <input type="checkbox"/> Más de 8				
e) Equipos de protección				
16.	¿Utiliza en su jornada de trabajo tapones o protectores auditivos?	Si		No
17.	¿Ha sido informado sobre la existencia de ruido en su puesto de trabajo?	Si		No
18.	¿A su modo de ver, el equipo de protección auditiva que usa le protege contra el ruido?	Si		No
19.	¿Se reemplazan los equipos de protección que han cumplido su vida útil?	Si		No
20.	¿Ha sido informado sobre el cuidado del equipo de protección personal?	Si		No
f) Prevención médica				
21.	¿Ha tenido puestos de trabajo anteriores con ruido?	Si		No
22.	¿La empresa ha realizado algún chequeo médico a sus oídos?	Si		No
23.	¿Ha sido diagnosticado con pérdida de la audición?	Si		No
24.	¿Considera Ud. que ha perdido su salud a causa del ruido?	Si		No

Fuente: Investigación
Elaborado por: Autor

ANEXO 3: Certificado de acreditación del Laboratorio DEMAPA

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
ECUATORIANO - OAE



ALCANCE DE ACREDITACIÓN

Laboratorio DEMAPA Desarrollo y Manejo de Proyectos Ambientales Cía. Ltda.

Panamericana Norte, Km. 9 1/2. Quito – Ecuador
E-mail: jrivera@demapa.com

**Sector
Ensayos**

Certificado de Acreditación N°: OAE LE C 13-001

Actualización N°: 02

Vigencia a partir de: 2014-01-02

Responsable(s) Técnico(s): Quím. Diego Tafur

Fecha de Acreditación Inicial: 2013-03-07

Está acreditado por el **Organismo de Acreditación Ecuatoriano** en conformidad con los criterios establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 y los Criterios Generales de Acreditación del OAE, OAE CR GA01 en su edición vigente, para las siguientes actividades:

CATEGORÍA: 0. Ensayos en el laboratorio permanente

CAMPO DE ENSAYO: Ensayos Físico – químicos en aguas

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Aguas residuales Aguas naturales Aguas de consumo	pH, Electrometría, 2 – 10 unidades de pH	MM-ACU-01 Método de Referencia: Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 H ⁺

CATEGORÍA: 1. Ensayos In Situ

CAMPO DE ENSAYO: Ensayos Físico – químicos en aguas

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Aguas residuales Aguas naturales Aguas de consumo	pH, Electrometría, 2 – 10 unidades de pH	MM-ACU-01 Método de Referencia: Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 H ⁺
	Conductividad eléctrica, Electrometría, 11 – 1 413 uS/cm	MM-ACU-02 Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22. 2012 2510 B

La versión aprobada y más reciente de este documento puede ser revisada en el web site del OAE (www.oae.gob.ec)

F PA 01 01 R01

Página 1 de 2

Alcance de Acreditación
Laboratorio DEMAPA Desarrollo y Manejo de Proyectos Ambientales Cía. Ltda.

CAMPO DE ENSAYO: Ensayos Físico – químicos en emisiones gaseosas de fuentes fijas a la atmósfera

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Emisiones de fuentes fijas de combustión	Material particulado, Gravimetría, 5 – 1 000 mg/m ³	MM-GAS-02 Método de referencia: EPA CFR 40, Parte 60, apéndice A, Método 5. 2009
	Gases contaminantes, Celdas electroquímicas, Monóxido de carbono (CO), 10 – 1 500 ppm	MM-GAS-01 Método de referencia: EPA CTM 30. 1997 EPA CTM 034. 1999
	Monóxido de nitrógeno (NO) 10 – 1 500 ppm	
	Dióxido de nitrógeno (NO ₂), 12 – 500 ppm	
	Óxidos de nitrógeno (NO _x), 10 – 1 500 ppm	
	Dióxido de azufre (SO ₂), 10 – 1 500 ppm	

CAMPO DE ENSAYO: Acústica ambiental

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Ruido ambiental	Ruido, Nivel de presión sonora, 30 – 140 dB	MM-RUI-01 Método de referencia: ISO 1996-2:2007

CAMPO DE ENSAYO: Acústica laboral

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Ruido ocupacional	Ruido, Nivel de presión sonora, 30 – 140 dBA	MM-RUI-02 Método de referencia: ISO 9612. 2009

La versión aprobada y más reciente de este documento puede ser revisada en el web site del OAE (www.oae.gob.ec)

ANEXO 4: Informe de medición del ruido



DESARROLLO Y MANEJO DE PROYECTOS AMBIENTALES

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO OCUPACIONAL

DATOS GENERALES

EMPRESA:		TELÉFONOS:	
DIRECCIÓN:		HORARIO DE TRABAJO DE LA EMPRESA:	07:00 - 16:00
CONTACTO:	Ing Rodrigo Zufliaga	FECHA DE MONITOREO:	24/02/2015
MONITOREADO POR:	Quim Diego Tafur	FECHA DEL INFORME:	06/03/2015
CÓDIGO DEL INFORME:	BGN-20150224-47-MRO		

DATOS DEL ANÁLISIS DE TRABAJO

No. PUNTO	ÁREA DE TRABAJO	TAREA O TRABAJO DEFINIDO	GEH	No. TRABAJADORES / NOMBRE DE TRABAJADOR ANALIZADO	FUENTES AFECTADORAS	ESTRATEGIA DE MEDIDA
1	Soldadura	Planificación y Descanso	BGN-01	30 /	Martillos, Amoladoras, Soldadora	Por Tareas
		Corte y Amoladura		30 /		
		Soldar		30 /		

MÉTODO DE REFERENCIA: Acústico ISO 9612, 2009

Sonómetro Tipo: I					
Marca	Quest	Modelo	SOUNDPRO SE/DL	Serie	BFK080001
Pantalla contra viento	Si	Extensiones	Tripode		

VERIFICACIÓN DEL SONÓMETRO

No. PUNTO	MARCA DEL CALIBRADOR ACÚSTICO	MODELO	VALOR NOMINAL	MEDICIÓN	DIFERENCIA	CRITERIO (dBA)		A/R
1	Quest Technologies	QC-20	94	94,2	0,2	93,7 - 94,7	113,7 - 114,7	A
2	Quest Technologies	QC-20	114	114,3	0,3			A

DOSÍMETRO EDGE					
Marca	3M	Modelo	EG-5	Serie	ESM100254
Pantalla contra viento	Si	Extensiones	No		

CONDICIONES AMBIENTALES

No. PUNTO	POSICIÓN Y ORIENTACIÓN DEL MICRÓFONO	TEMPERATURA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESENCIA DE LLUVIA
1.	A 30 cm del oído izquierdo	23,8	N/A	N/A	No

CONDICIONES DE MONITOREO

No. PUNTO	HORA DE INICIO/FINAL (hh:mm)	TAREA O PUESTO DE TRABAJO MEDIDO	Tm (H)	Te (H)	To (H)
1.	14:30 - 15:20	Planificación y Descanso	2	8	8
		Corte y Amoladura	2		
		Soldar	4		

NOTA 1: Este informe ha sido realizado en forma exclusiva y confidencial para la empresa contratante, los resultados emitidos aplican para el monitoreo realizado en la fecha y hora establecidas en este informe, se prohíbe su reproducción total o parcial sin previa autorización del laboratorio.

NOTA 2: Definiciones: 2.1.-Tm(h): Duración de la tarea, en horas, en el día nominal de trabajo; 2.2.-Te(h): Duración efectiva, en horas, de la jornada laboral; 2.3.-To(h): Duración de referencia To=8h; 2.4.-GEH: Grupo de exposición al ruido homogénea. (Código del laboratorio).



Quim Diego Tafur
Quim. Diego Tafur
GERENTE TECNICO





DESARROLLO Y MANEJO DE PROYECTOS AMBIENTALES

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO OCUPACIONAL

DATOS GENERALES

EMPRESA:		TELÉFONOS:	
DIRECCIÓN:		HORARIO DE TRABAJO DE LA EMPRESA:	07:00 - 16:00
CONTACTO:	Ing Rodrigo Zuñiga	FECHA DE MONITOREO:	24/02/2015
MONITOREADO POR:	Quim Diego Tafur	FECHA DEL INFORME:	06/03/2015
CÓDIGO DEL INFORME:	BGN-20150224-47-MRO		

No. PUNTO	# MEDICIONES POR TAREA	T MEDICIONES (min)	TAREA O TRABAJO DEFINIDO	L _{Aeq, T} (dB)		
				1	2	3
1	3	5	Planificación y Descanso	81,9	81,7	81,4
			Corte y Amoladura	93,4	93,2	93,2
			Soldar	85,3	85,2	85,4

RESULTADOS DE ANÁLISIS

NO. PUNTO	ÁREA DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TAREA O PUESTO DE TRABAJO MEDIDO	L _{P, Aeq, T, m} (dBA)	L _{EX, 8H, m} (dBA)	DOSIS	L _{EX, 8H} (dBA)	INCERTIDUMBRE U (K=1,65 ; 90%)
1.	Soldadura	Planificación y Descanso	81,7	75,7	0,1	88,7	2,6
		Corte y Amoladura	93,3	87,2	1,7		
		Soldar	85,3	82,3	0,3		

OBSERVACIONES:

- No se tomo en cuenta la hora del almuerzo en las mediciones, ni en los cálculos debido a que los trabajadores se desplazan a otro sector alejado de sus puestos de trabajo.
- No se evidencia la existencia de ruidos cíclicos, uso de aire comprimido o acontecimientos muy ruidosos que pudieran afectar la medición.
- Todas las mediciones fueron realizadas a condiciones normales de trabajo.
- El tiempo de descanso esta comprendido entre el tiempo que tiene el trabajador para almorzar y pausas esporádicas que toma el trabajador para despejarse.

NOTA 1: Este informe ha sido realizado en forma exclusiva y confidencial para la empresa contratante, los resultados emitidos aplican para el monitoreo realizado en la fecha y hora establecidas en este informe, se prohíbe su reproducción total o parcial sin previa autorización del laboratorio.

NOTA 2: Deficiones: 2.1.- L_{P, Aeq, T, m}: Nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A, de cada tarea; 2.2.- L_{EX, 8H, m}: Contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario; 2.3.- L_{EX, 8H}: Exposición del nivel de presión sonora continua equivalente normalizado en ponderación A, a un trabajo diario de 8 horas; 2.4.- DOSIS: Dosis de ruido percibido por el trabajador comparados con los valores de tiempos máximo permisible según el decreto ejecutivo 2393, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB.



Quim Tafur
Quim. Diego Tafur
GERENTE TECNICO





DESARROLLO Y MANEJO DE PROYECTOS AMBIENTALES

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO OCUPACIONAL

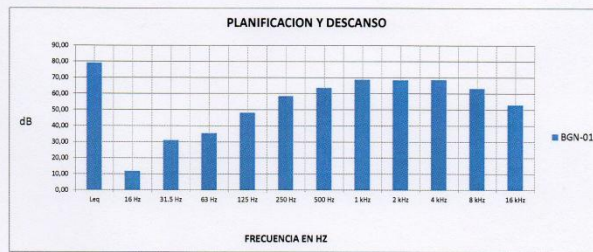
DATOS GENERALES

EMPRESA:		TELÉFONOS:	2420-740
DIRECCIÓN:		HORARIO DE TRABAJO DE LA EMPRESA:	07:00 - 16:00
CONTACTO:	Ing Rodrigo Zurfliga	FECHA DE MONITOREO:	24/02/2015
MONITOREADO POR:	Quim Diego Tafur	FECHA DEL INFORME:	06/03/2015
CÓDIGO DEL INFORME:	BGN-20150224-47-MRO		

ANEXOS:

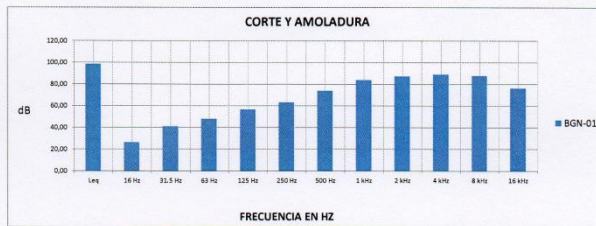
1.- ESPECTRO EN BANDAS DE OCTAVA PLANIFICACIÓN Y DESCANSO .

FRECUENCIA	DECIBELES
Leq	79.20
16 Hz	11.90
31.5 Hz	31.20
63 Hz	35.50
125 Hz	48.20
250 Hz	58.70
500 Hz	63.70
1 kHz	68.90
2 kHz	68.60
4 kHz	68.70
8 kHz	63.40
16 kHz	53.10



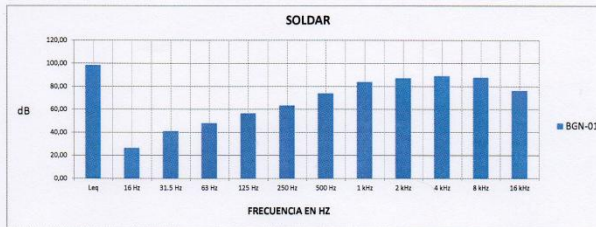
2.- ESPECTRO EN BANDAS DE OCTAVA CORTE Y AMOLADURA.

FRECUENCIA	DECIBELES
Leq	98.70
16 Hz	28.60
31.5 Hz	41.40
63 Hz	48.30
125 Hz	56.90
250 Hz	63.60
500 Hz	74.20
1 kHz	84.10
2 kHz	87.40
4 kHz	89.20
8 kHz	97.90
16 kHz	75.50



3.- ESPECTRO EN BANDAS DE OCTAVA SOLDAR.

FRECUENCIA	DECIBELES
Leq	84.10
16 Hz	27.00
31.5 Hz	40.60
63 Hz	51.40
125 Hz	55.60
250 Hz	64.30
500 Hz	69.40
1 kHz	72.10
2 kHz	73.60
4 kHz	73.70
8 kHz	70.20
16 kHz	60.30



x Diego Tafur
Quim. Diego Tafur
GERENTE TÉCNICO





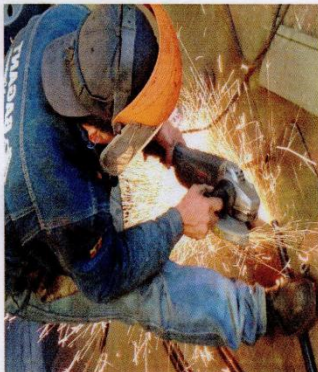
DESARROLLO Y MANEJO DE PROYECTOS AMBIENTALES

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO OCUPACIONAL

DATOS GENERALES

EMPRESA:		TELÉFONOS:	2420-740
DIRECCIÓN:		HORARIO DE TRABAJO DE LA EMPRESA:	07:00 - 16:00
CONTACTO:	Ing Rodrigo Zuñiga	FECHA DE MONITOREO:	24/02/2015
MONITOREADO POR:	Quim Diego Tafur	FECHA DEL INFORME:	06/03/2015
CÓDIGO DEL INFORME:	BGN-20150224-47-MRO		

4.- ARCHIVO FOTOGRAFICO




x Diego Tafur
Quim. Diego Tafur
GERENTE TÉCNICO



ANEXO 5: Certificado de calibración del sonómetro

<p>3M Oconomowoc Personal Safety Division</p>	<p>3M Detection Solutions 1060 Corporate Center Drive Oconomowoc, WI 53066-4828 www.3M.com/detection 262 567 9157 800 245 0779 262 567 4047 Fax</p>	<p>Page 1 of 3</p>
---	---	--------------------



Certificate of Calibration
Certificate No: 5114321BPK080001

Submitted By: DEMAPA
303 SERENITY HILLS DR.
MONROE, NC 28110

Serial Number: BFK080001	Date Received: 7/7/2014	
Customer ID:	Date Issued: 7/7/2014	
Model: SOUNDPRO SF-1-1/3 SLM	Valid Until: 7/7/2015	
Test Conditions:	Model Conditions:	
Temperature: 18°C to 29°C	As Found: IN TOLERANCE	
Humidity: 20% to 80%	As Left: IN TOLERANCE	
Barometric Pressure: 890 mbar to 1050 mbar		

SubAssemblies:

Description:	Serial Number:
TYPE 1 PREAMP	0711 5983
MICROPHONE QE 7052 1/2 IN. ELECTRET	2767319

Calibration Procedure: 53V899

Reference Standard(s):

I.D. Number	Device	Last Calibration Date	Calibration Due
RF000099	QUEST-CAL	12/12/2013	12/12/2014
ET0000556	B&K ENSEMBLE	8/9/2013	8/9/2014

Measurement Uncertainty:


+/- 2.2% ACOUSTIC (0.19dB)
Estimated at 95% Confidence Level (k=2)

Calibrated By: <u>Robert Workentine</u>	7/7/2014
ROBERT WORKENTINE Service Technician	
Reviewed/Approved By: <u>[Signature]</u>	7/7/2014
Technical Manager/Deputy	

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.

098-393 Rev. B

An ISO 9001 Registered Company
ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory



3M Oconomowoc
Personal Safety Division.

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

Page 2 of 3



Certificate of Calibration

Certificate No: 5114321BFK080001

(A) indicates out of tolerance condition

Test Type	Nominal	Tolerance-	Tolerance+	As Found	As Left	Unit
Linearity/30 to 120/114dB	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
Linearity/20 to 110/104dB	104.0	103.8	104.2	104.1	104.1	dB
Linearity/10 to 100/94dB	94.0	93.7	94.3	94.1	94.1	dB
Linearity/0 to 90/84dB	84.0	83.6	84.4	84.1	84.1	dB
Linearity/-10 to 80/74dB	74.0	73.5	74.5	74.1	74.1	dB
A Weighting/125Hz	97.9	96.9	98.9	98.1	98.1	dB
A Weighting/250Hz	105.4	104.4	106.4	105.6	105.6	dB
A Weighting/500Hz	110.8	109.8	111.8	111.0	111.0	dB
A Weighting/1kHz	114.0	113.5	114.5	114.0	114.0	dB
A Weighting/2kHz	115.2	114.2	116.2	115.5	115.5	dB
C Weighting/31.62Hz	111.0	110.5	111.5	111.0	111.0	dB
C Weighting/7943Hz	111.0	110.5	111.5	111.0	111.0	dB
Z Weighting/10Hz	114.0	113.5	114.5	114.0	114.0	dB
Flat Response/19950Hz	114.0	113.7	114.3	113.8	113.8	dB
(1/1) 16Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 31.5Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 63Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 125Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 250Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 500Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 1000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 2000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 4000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 8000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/1) 16000Hz	114.0	113.8	114.2	113.9	113.9	dB
(1/3) 12.5Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 16Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 20Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 25Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 31.5Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 40Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 50Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 63Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 80Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 100Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 125Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 160Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 200Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 250Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB

098-393 Rev. B

An ISO 9001 Registered Company
ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory



3M Oconomowoc
Personal Safety Division

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

Page 3 of 3

3M

Certificate of Calibration

Certificate No: 5114321BFR080001

(A) indicates out of tolerance condition

Test Type	Nominal	Tolerance-	Tolerance+	As Found	As Left	Unit
(1/3) 315Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 400Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 500Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 630Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 800Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 1000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 1250Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 1600Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 2000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 2500Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 3150Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 4000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 5000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 6300Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 8000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 10000Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
(1/3) 12500Hz	114.0	113.8	114.2	113.9	113.9	dB
(1/3) 16000Hz	114.0	113.8	114.2	113.9	113.9	dB
(1/3) 20000Hz	114.0	113.7	114.3	113.8	113.8	dB

* indicates non accredited

098-393 Rev. B

An ISO 9001 Registered Company
ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory



ANEXO 6: Certificado de calibración del dosímetro

3M Oconomowoc
Personal Safety Division.

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

Page 1 of 2

3M

Certificate of Calibration
Certificate No: ESM100254 319893

Submitted By: DEMAPA
303 SERENITY HILLS DR.
MONROE, NC 28110

Serial Number: ESM100254 Date Received: 6/23/2014
Customer ID: Date Issued: 6/23/2014
Model: EDGE 5 DOSIMETER Valid Until: 6/23/2015

Test Conditions: Model Conditions:
Temperature: 18°C to 29°C As Found: IN TOLERANCE
Humidity: 20% to 80% As Left: IN TOLERANCE
Barometric Pressure: 890 mbar to 1050 mbar

SubAssemblies:
Description: Serial Number:
MICROPHONE BSWA MP418 520321

Calibration Procedure: 53V735

Reference Standard(s):

I.D. Number	Device	Last Calibration Date	Calibration Due
EF000099	QUEST-CAL	12/12/2013	12/12/2014
ET0000556	B&K ENSEMBLE	8/9/2013	8/9/2014

Measurement Uncertainty:
+/- 2.2% ACOUSTIC (0.19DB)
Estimated at 95% Confidence Level (k=2)


Calibrated By: Robert Workentine 6/23/2014
ROBERT WORKENTINE Service Technician

Reviewed/Approved By: [Signature] 6/23/2014
Technical Manager/Deputy

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.

198-393 Rev. B

An ISO 9001 Registered Company
ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory

 ACCREDITED
CALIBRATION LABORATORY
CENTRALIZED

3M Oconomowoc
Personal Safety Division

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

Page 2 of 2



Certificate of Calibration

Certificate No: ESN060116 319893

(A) indicates out of tolerance condition

Test Type	Nominal	Tolerance-	Tolerance+	As Found	As Left	Unit
Range/119dB	119.0	118.0	120.0	119.0	119.0	dB
Range/114dB	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
Range/109dB	109.0	108.0	110.0	109.1	109.1	dB
Range/99dB	99.0	98.0	100.0	99.1	99.1	dB
Range/89dB	89.0	88.0	90.0	89.2	89.2	dB
Range/79dB	79.0	78.0	80.0	79.3	79.2	dB
A Weighting/125Hz	97.9	96.4	99.4	97.7	97.7	dB
A Weighting/250Hz	105.4	103.9	106.9	105.4	105.4	dB
A Weighting/500Hz	110.8	109.3	112.3	110.9	110.9	dB
A Weighting/1kHz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	dB
A Weighting/2kHz	115.2	113.2	117.2	115.7	115.7	dB
C Weighting/125Hz	113.8	112.3	115.3	113.8	113.8	dB
C Weighting/250Hz	114.0	112.5	115.5	114.0	114.0	dB
C Weighting/500Hz	114.0	112.5	115.5	114.1	114.1	dB
C Weighting/1kHz	114.0	113.5	114.5	114.0	114.0	dB
C Weighting/2kHz	113.8	111.8	115.8	114.2	114.2	dB

* indicates non accredited

098-393 Rev. B

An ISO 9001 Registered Company
ISO 17025 Accredited Calibration Laboratory

