



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD  
EN EL TRABAJO**

**PREVALENCIA DE HIPOACUSIA EN  
MÚSICOS DE LA ORQUESTA SINFÓNICA  
DE CUENCA DEBIDO A LA EXPOSICIÓN A  
RUIDO, PERIODO SEPTIEMBRE 2018-  
FEBRERO 2019.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Magister en salud ocupacional y seguridad en el trabajo**

**Autor: Wilson Bolívar Cajamarca Cárdenas.**

**Director: Magister Dr. Pablo Gilberto Cabrera Maldonado.**

**Cuenca-Ecuador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Éste trabajo va dedicado a mi esposa Rosita que siempre ha estado pendiente de todo mi desarrollo como persona y profesional, si no fuese por Ella no habría cumplido este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el eje fundamental que mueve mi vida, la fortaleza para levantarme en las mañanas a enfrentar el día, el suave abrigo durante el descanso y la satisfacción al servir a los demás en su nombre.

Al Dr. Pablo Cabrera: Amigo, gracias por todo tu apoyo, Wilmer.

A los músicos de la orquesta sinfónica a su comité de seguridad y salud, talento humano, a todos: gracias.

## RESUMEN:

La investigación se llevó a cabo en la orquesta sinfónica de Cuenca, en principio se realizó la socialización y firma del consentimiento informado a 52 músicos. Posteriormente se aplicó la encuesta y las mediciones de ruido con un sonómetro tipo 2 según la normativa NTP 270, por puestos de trabajo en músicos que ejecutan instrumentos de: cuerdas, viento metal, viento madera y percusión. Obteniendo 85,79dB, 94,67dB, 85,80dB y 99,24 dB respectivamente, se observó que en todos los puestos de trabajo se excedía la normativa legal vigente para la exposición a ruido.

Se realizaron 42 audiometrías debido a que 10 músicos se excusaron de hacerse el examen, se obtuvieron los siguientes resultados: 8 músicos presentaron trastornos auditivos correspondiendo a un 15,4%. uno de ellos padece hipoacusia conductiva, un músico presentó un diagnóstico audiométrico de trauma acústico y 6 con hipoacusia neurosensorial y mixta. De acuerdo al grado de hipoacusia, se obtuvieron los siguientes resultados: hipoacusia leve 4 músicos correspondiendo al 7,7%, hipoacusia moderada 3 correspondiente al 5,8% y 1 trauma acústico que corresponde al 1,9%.

Ninguna mujer presentó hipoacusia y en los varones, el porcentaje fue del 19,5%. Dato que constituye un riesgo para la producción de hipoacusia. Todos los músicos que presentaron hipoacusia tienen más de 30 años de edad y constituyó otro factor de riesgo que posee valor estadístico ( $p < 0,05$ ).

Laborar más de 10 años como músico en la orquesta sinfónica tiene significación estadística con la hipoacusia ( $p < 0,005$ ) y a su vez representa un factor de riesgo para su aparición.

**Palabras clave:** hipoacusia inducida por ruido, sonómetro, audiometría, cuerdas, viento metal, viento madera, percusión.

## ABSTRACT

The research was carried out in the Cuenca Symphony Orchestra. First, the socialization and signing of informed consent of 52 musicians was carried out. Subsequently, the survey and noise measurements were applied with a type 2 sound level meter according to the NTP 270 standard for work stations with musicians that play strings, brass, woodwind and percussion instruments. It was obtained 85.79dB, 94.67dB, 85.80dB and 99.24 dB respectively and it was observed that the current legal regulations for noise exposure were exceeded in all the work places. 42 audiometries were performed because 10 musicians excused themselves from taking the exam. The following results were obtained: 8 musicians presented hearing disorders corresponding to 15.4%, one of them suffered from conductive hearing loss, one musician presented an audiometric diagnosis of acoustic trauma and 6 had sensorineural and mixed hearing loss. The following results were obtained according to the degree of hearing loss: mild hearing loss in 4 musicians corresponding to 7.7%, moderate hearing loss in 3 corresponding to 5.8% and 1 acoustic trauma corresponding to 1.9%. No woman had hearing loss and the percentage in men was 19.5%. This data constitutes a risk for the production of hearing loss. All the musicians who had hearing loss were over 30 years of age and it constituted another risk factor that has statistical value ( $p < 0.05$ ). Working more than 10 years as a musician in the symphony orchestra has statistical significance with hearing loss ( $p < 0.005$ ) and also represents a risk factor for its appearance.

**Keywords:** noise induced hearing loss, sound level meter, audiometry, strings, brass, woodwind, percussion.



  
Translated by  
Ing. Paúl Arpi

# ÍNDICE.

## Contenido

AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN:.....	IV
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE. ....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. RUIDO.....	3
1.2. HIPOACUSIA.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. SONIDO .....	7
2.2. RUIDO.....	7
2.3. TIPOS DE RUIDO .....	7
2.3.1. RUIDO CONTINUO.....	7
2.3.2. RUIDO FLUCTUANTE .....	7
2.3.3. RUIDO DE FONDO.....	7
2.3.4. RUIDO DE IMPACTO/IMPULSO .....	8
2.4. FUENTES DE RUIDO .....	8
2.5. ESPECTRO DE FRECUENCIAS AUDIBLES.....	8
2.6. HIPOACUSIA LABORAL INDUCIDA POR RUIDO.....	8
2.6.1. FACTORES DE RIESGO Y OCUPACIONES.....	9
2.6.2. FACTORES DE RIESGO DEL INDIVIDUO.....	9
2.7. ANATOMIA DEL OIDO.....	10
2.7.1. OIDO EXTERNO.....	10
2.7.2. SITUACIÓN .....	10
2.7.3. FORMA.....	11
2.7.4. DIMENSIONES.....	11
2.8. OIDO MEDIO.....	11
2.8.1. LA CAJA TIMPÁNICA .....	11
2.8.2. HUESECILLOS DEL OÍDO.....	12

2.8.3.	LAS CAVIDADES O CELDAS MASTOIDEAS.....	12
2.8.4.	TROMPA DE EUSTAQUIO.....	13
2.9.	OIDO INTERNO.....	13
2.10.	FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN.....	15
2.10.1.	OIDO EXTERNO.....	15
2.10.2.	OIDO MEDIO.....	15
2.10.3.	OIDO INTERNO.....	16
2.11.	FISIOPATOLOGÍA.....	16
2.12.	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS.....	17
2.12.1.	EFFECTOS SOBRE LA SALUD.....	17
2.12.2.	EFFECTOS NO AUDITIVOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD.....	18
2.12.3.	FASTIDIO.....	18
2.12.4.	ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR.....	18
2.12.5.	ALTERACIONES DEL SUEÑO.....	19
2.13.	DIAGNÓSTICO.....	19
2.13.1.	AUDIOMETRÍA.....	19
2.13.2.	EVOLUCIÓN AUDIOMÉTRICA.....	20
2.13.3.	EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LAS ALTERACIONES PRODUCIDAS POR RUIDO 20	
2.13.4.	DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL HIPOACUSIA POR RUIDO.....	21
2.14.	PREVALENCIA.....	21
2.15.	LEGISLACIÓN ECUATORIANA CON RESPECTO A RUIDO.....	22
2.16.	PREVENCIÓN.....	22
CAPITULO III OBJETIVOS.....		24
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	24
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
3.3.	METODOLOGÍA.....	25
3.4.	UNIVERSO Y MUESTRA.....	25
3.5.	ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.5.1.	HISTORIA.....	25
3.5.2.	MISIÓN.....	26
3.5.3.	VISIÓN.....	27
3.5.4.	OBJETIVOS.....	27
3.5.5.	VALORES.....	27
3.6.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	27
3.7.	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	27
3.8.	VARIABLES.....	28

3.9.	INSTRUMENTOS.....	29
3.9.1.	PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO .....	29
3.9.2.	PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL SONÓMETRO.....	29
3.9.3.	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE RUIDO. ....	30
3.10.	PARA EL DIAGNÓSTICO DE HIPOACUSIA .....	30
3.11.	PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	30
3.12.	ASPECTOS ÉTICOS .....	31
CAPITULO IV .....		32
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.	MEDICIÓN DE RUIDO. ....	32
4.1.1.	MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE CUERDA. ....	32
	CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR .....	33
	CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D). ....	34
	CÁLCULO DE LA DOSIS .....	34
4.1.2.	MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN.....	35
	CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR .....	35
	CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D) .....	36
	CÁLCULO DE LA DOSIS .....	36
4.1.3.	MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL.....	37
	CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR .....	37
	CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D) .....	38
	CÁLCULO DE LA DOSIS .....	38
4.1.4.	MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA.....	39
	CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR .....	39
	CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D) .....	40
	CÁLCULO DE LA DOSIS .....	40
4.2.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	41
4.2.1.	TABLA N <sup>o</sup> 9. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS.....	41
4.2.2.	TABLA N <sup>o</sup> 10. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN VARIABLES ASOCIADAS A EXPOSICIÓN AL SONIDO. ....	41
4.2.3.	GRÁFICO N <sup>o</sup> 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS SEGÚN FAMILIA MUSICAL. 42	
4.2.4.	GRÁFICO N <sup>o</sup> 6. PREVALENCIA DE HIPOACUSIA EN LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA SINFÓNICA.....	42

4.2.5.	GRÁFICO N <sup>0</sup> 7. NIVEL SONORO PROMEDIO DIARIO EN DECIBELES AL QUE ESTÁN SOMETIDO LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA SEGÚN INSTRUMENTO. ....	43
4.2.6.	GRÁFICO N <sup>0</sup> 8: DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS TOCADOS POR LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA. ....	43
4.2.7.	TABLA N <sup>0</sup> 11. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS A LA HIPOACUSIA..	44
4.2.8.	TABLA NO 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS. ....	45
4.2.9.	TABLA N <sup>0</sup> 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN AL SONIDO.....	45
4.2.10.	TABLA N <sup>0</sup> 14. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A TIPO DE INSTRUMENTO.....	46
4.2.11.	TABLA N <sup>0</sup> 15. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO. 46	
4.2.12.	TABLA N <sup>0</sup> 16. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA HIPOACUSIA ASOCIADA A TIPO DE INSTRUMENTO MUSICAL. ....	47
4.2.13.	TABLA N <sup>0</sup> 17. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN TIPO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO.....	47
4.2.14.	TABLA N <sup>0</sup> 18. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN TIPO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A FAMILIA DEL INSTRUMENTO MUSICAL.....	48
4.2.15.	TABLA N <sup>0</sup> 19. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN GRADO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO.....	48
4.2.16.	TABLA N <sup>0</sup> 20. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN GRADO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A FAMILIA MUSICAL DEL INSTRUMENTO.....	49
4.3.	DISCUSIÓN.....	50
4.4.	CONCLUSIONES. ....	54
4.5.	RECOMENDACIONES. ....	56
4.6.	ANEXOS.....	58
4.6.1	ANEXO NRO. 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	58
4.6.2.	ANEXO NRO. 2 ENCUESTA .....	58
4.6.3.	ANEXO NRO. 3 UBICACIÓN DE LA ORQUESTA .....	59
4.6.4.	ANEXO NRO. 4 SONÓMETRO .....	59
4.6.7.	ANEXO NRO. 5 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	60
4.6.8.	ANEXO NRO. 6 AUDIÓMETRO. ....	61
4.6.9.	ANEXO NRO. 7. MEDICIÓN INSTRUMENTOS VIENTO METAL.....	62
4.6.10.	ANEXO NRO. 8 MEDICIÓN INSTRUMENTOS PERCUSIÓN.....	62
4.6.11.	ANEXO NRO. 9 MEDICIÓN INSTRUMENTOS VIENTO MADERA.....	63
4.6.12.	ANEXO NRO. 10 MEDICIÓN INSTRUMENTOS CUERDAS .....	63
4.6.14.	BIBLIOGRAFÍA .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1. Oído externo .....	11
figura 2. Oído medio.....	13
figura 3. Oído interno.....	14
figura 4.Evolución en el tiempo alteraciones por ruido .....	20
figura 5. Dosis de ruido y nivel de acción .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1.1.1. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE CUERDA .....	32
TABLA 2.CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) CUERDAS.....	33
TABLA 3.4.1.2. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN .....	35
TABLA 4.CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) PERCUSIÓN .....	35
TABLA 5.4.1.3. .....	M
EDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL .....	3
7	
TABLA 6.CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) VIENTO METAL.....	37
tabla 7.4.1.4. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA .....	39
TABLA 8.CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) VIENTO MADERA .....	39

## **INTRODUCCIÓN.**

La hipoacusia ocupacional inducida por ruido, es una de las enfermedades que con frecuencia padecen los trabajadores que están expuestos a este riesgo en todos los ámbitos laborales, sin embargo, diversos estudios sobre la relación entre ruido e hipoacusia existen, pero estos se encuentran orientados hacia el ruido industrial, debido a esta situación el estudio de la hipoacusia originada por ruido en músicos de la orquesta sinfónica se vuelve una necesidad puesto que estos trabajadores se encuentran en situación de vulnerabilidad frente a este riesgo.

Se conoce que las formas de protección a los trabajadores se realizan a nivel de la fuente que lo genera, en el ambiente y en última instancia a nivel del trabajador; siendo imprescindible la toma de acciones para minimizar el impacto. En este caso en particular es difícil aislar la fuente, el motivo: es su instrumento y sobre todo porque no se lo considera una fuente de ruido como tal, teniendo la concepción de que un instrumento musical produce un sonido armónico, agradable e inocuo, se adiciona que los músicos no tienen conciencia del riesgo y el daño que la presión sonora incrementada provoca a nivel auditivo, concomitantemente existe un inadecuado diseño organizativo y estructuralmente las instalaciones para las prácticas y presentaciones son inadecuadas siendo estos factores que coadyuvan al desarrollo de esta enfermedad.

Éste padecimiento es silente en sus primeras etapas, casi no se notan cambios a nivel audiológico por lo que la intervención en esta etapa se vuelve crucial debido a que la exposición a ruido es acumulativa y una vez identificado el efecto dañino del ruido a nivel auditivo se puede detener. En etapas avanzadas de la enfermedad no existe la posibilidad de cura, provocándose incapacidad en el trabajador que la padece con las consecuencias devastadoras a nivel de todas las esferas en las que se relaciona.

En consecuencia: con los resultados que se obtuvieron en esta investigación se podrán recomendar las medidas para el trabajo seguro en los músicos de la orquesta sinfónica de Cuenca.

# CAPITULO I

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los músicos que laboran expuestos a ruido en las orquestas sinfónicas presentan un riesgo incrementado de sufrir hipoacusia de origen ocupacional debido a la constante presión sonora que soportan durante su jornada de trabajo, conocemos que, dónde se origina el riesgo es su instrumento, motivo por el que se vuelve dificultosa la manera de aislar la fuente del peligro, ante esta problemática; se deben realizar las intervenciones a nivel del medio e individual, de allí surge la necesidad de esta investigación que permitirá evaluar si la exposición constante al factor de riesgo ruido está provocando daños silenciosos en la salud de los músicos de la orquesta sinfónica de Cuenca.

Según Larregui s.f. “Los largos períodos de exposición a la música durante ensayos y actuaciones, ubica a los músicos profesionales en situación de riesgo de sufrir hipoacusia inducida por ruido, siendo factores decisivos el nivel de presión sonora, el tiempo de exposición y la susceptibilidad individual, debiendo contemplarse también el espectro frecuencial del ruido y las propiedades transmisoras del sonido en el oído”(Larregui)

El ruido suele ser definido como sonido no deseado y aunque la música no se caracteriza por ser un sonido no deseado, en ciertas circunstancias la exposición prolongada puede al igual que el ruido resultar en pérdida de audición.

A pesar de lo expresado, los músicos profesionales no cuentan con ninguna legislación específica que fije límites máximos de exposición diaria. Tampoco cuentan con programas de conservación de la audición, como sucede con los trabajadores de la industria.

En ausencia de reglamentaciones específicas que contemplen a los trabajadores de la música, la mayoría de los mismos principios y normativas podrían ser aplicados en el campo musical(Larregui)

### 1.1. RUIDO.

Los términos ruido y sonido se han utilizado indistintamente y la diferencia entre ellos no es de naturaleza física, sino más bien cultural y subjetiva, llamando ruido al sonido que no nos agrada.

La evaluación de la exposición al ruido se realizará en base a la medición del mismo. Las mediciones del ruido deberán ser representativas de las condiciones de exposición y deben permitir determinar el nivel diario equivalente y el nivel pico. Quedan exentos de la medición aquellos supuestos en los que se aprecie directamente que en un puesto de trabajo el nivel diario equivalente o el nivel pico respectivamente son manifiestamente inferiores a 80 dBA y 140 dB(Vicente, pág. 69)

## **1.2. HIPOACUSIA**

El instituto mexicano de seguridad social (2010) define el concepto como: Es la incapacidad total o parcial para escuchar sonidos en uno o ambos oídos, la audición es la función más importante y refinada del ser humano, fundamental para la adquisición del lenguaje, que permite la comunicación a distancia y a través del tiempo(IMSS, 2010)

Todo trabajador que se expone a ruido de forma continuada, podrá presentar una hipoacusia de curso progresivo en el transcurso de los años. La pérdida auditiva se desarrolla en un inicio en la zona extra conversacional por lo que, no es notada por el trabajador. Con frecuencia, el síntoma inicial es el acúfeno que aparece cuando el trabajador termina su trabajo. En etapas ulteriores, se da comienzo a la dificultad en la comprensión del lenguaje oral, cuando se está en presencia de ambientes con ruido excesivo, esta situación da origen a que el paciente asuma que su oído se encuentra afectado por lo tanto se inicia la búsqueda de soluciones imposibles ya en esta fase de la enfermedad. Si el ruido excesivo se mantiene, se añade al cuadro la percepción distorsionada de los sonidos a más de sensaciones de falta de estabilidad percibidas como vértigo con manifestaciones neurovegetativas como náusea y vómitos de intensidad importante pero casi siempre de manera fugaz. Esta patología no tiene una terapia eficaz, por lo tanto, la medida de prevención adecuada es evitar la aparición o la evolución (INSHT, 2003)

En un estudio audiométrico en músicos de rock realizado por Rozas y Sanhuesa 2012 encontraron que: el 30% de los músicos en este estudio presentaron hipoacusia inducida por música, evidenciaron una elevación en los umbrales audiométricos para la frecuencia de 6.000 Hz. También se demostró la importancia de la prueba de labilidad coclear que diseñaron para

la realización de este estudio, esta prueba, valoró la frecuencia de 6.000 Hz, evidenciando resultados a favor con un 42,5% de la muestra estudiada.

Sus resultados indican que un porcentaje elevado de los músicos evaluados en el estudio tienen daño auditivo producido por la exposición a música que excede los límites permitidos. En contraparte hubo un porcentaje alto de músicos que no presentaron alteraciones auditivas, el total de la muestra corresponde a un grupo que tiene mayor probabilidad de riesgo para la generación de hipoacusia inducida por música debido a que se superan los límites de tiempo de exposición, así como la intensidad que es permitida para ruido en el trabajo según la legislatura vigente para evitar el daño auditivo (Rozas, 2012)

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

Según la organización mundial de la salud (OMS), “La pérdida de audición por la exposición al ruido en el trabajo es actualmente el riesgo profesional objeto de más indemnizaciones. En cuanto a las actividades recreativas, el riesgo que comporta el ruido procedente de aparatos de música y de otras fuentes de entretenimiento es cada vez mayor entre los jóvenes” (OMS, 10 datos sobre la sordera, 2018)

El interés por esta enfermedad radica en que, debido a la elevada exposición a sonidos de gran intensidad en lugares recreativos se ha visto incrementada. Además, la globalización de la tecnología, ha permitido que un mayor número de personas se expongan a dispositivos de audio que generan niveles dañinos de ruido por periodos prolongados de tiempo, siendo estos los que producirán un daño auditivo irreversible (OMS, Escuchar sin riesgos, 2018)

Existen aproximadamente 1100 millones de jóvenes alrededor del mundo que se encuentran en riesgo de presentar hipoacusia por la exposición a niveles de ruido perjudiciales. Más de 43 millones de personas de edades comprendidas entre 12 y 35 años padecen hipoacusia de tipo incapacitante que se origina por múltiples causas.

De los adolescentes y jóvenes de entre 12 y 35 años de países de ingresos medianos y altos:

- Alrededor del 50% tienen exposición a niveles de presión sonora elevada que generará hipoacusia como consecuencia directa de la utilización de equipos de sonido individuales como reproductores de MP3 y dispositivos inteligentes de comunicación.

- Alrededor del 40% tienen exposición a niveles de ruido perjudiciales en centros de diversión nocturna, conciertos, bares, etc (OMS, Escuchar sin riesgos, 2018)

Cifras y estudios acerca del ruido y su efecto perjudicial en la audición existen, pero estos son realizados con orientación hacia el ruido industrial y recreacional; sin embargo, los músicos de orquestas sinfónicas y en general, han quedado relegados de este tipo de investigaciones por lo que se hace imprescindible el estudio para poder establecer un diagnóstico adecuado y tomar las medidas de corrección para disminuir el riesgo.

Para la elaboración de esta investigación, se tuvieron previstos el tiempo, los recursos tanto financieros, humanos y materiales que fueron solventados por el Investigador.

Se contó con el permiso del director de la orquesta sinfónica de Cuenca para la realización de este trabajo en un lapso de tiempo de 6 meses.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. SONIDO**

“Se define como un movimiento ondulatorio con una intensidad y frecuencia determinada que se transmite por un medio elástico (aire, agua, sólido) generando una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva detectada por el oído humano.

La velocidad del sonido varía dependiendo del medio a través del cual viajen las ondas sonoras, varía también ante los cambios de temperatura del medio:

- La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20°C) es de 343 m/s.
- En el agua (a 25 °C) es de 1493 m/s.
- En la madera es de 3700 m/s.
- En el hormigón es de 4000 m/s.
- En el acero es de 6100 m/s.
- En el aluminio es de 7400 m/s”(Freire, 2013, pág. 9)

#### **2.2. RUIDO**

“Se define como un sonido no deseado desagradable y molesto, originado por una superposición de sonidos, de frecuencias e intensidades diferentes, que pueden ser nocivos a la salud o bienestar de los trabajadores”(Freire, 2013, pág. 9)

#### **2.3. TIPOS DE RUIDO**

##### **2.3.1. RUIDO CONTINUO**

Es el que se caracteriza por presentar variaciones del nivel de presión acústica, en un intervalo inferior o igual a cinco decibeles A lento, medido en un lapso de tiempo de un minuto.

##### **2.3.2. RUIDO FLUCTUANTE**

Es el que se caracteriza por presentar variaciones del de nivel de presión acústica, en un intervalo superior a cinco decibeles A Lento, medido en un lapso de tiempo de un minuto.

##### **2.3.3. RUIDO DE FONDO**

Se caracteriza por ser el que se mantiene, en ausencia del ruido originado por el objeto del cual se está realizando la medición.

### **2.3.4. RUIDO DE IMPACTO/IMPULSO**

Se genera cuando hay una elevación fuerte del ruido, el lapso de tiempo transcurrido entre picos debe ser igual o superior a un segundo.

### **2.4. FUENTES DE RUIDO**

A las fuentes de ruido se las puede clasificar: máquinas, herramientas e implementos para la industria, se deben considerar los vehículos para transporte de tipo aéreo, terrestres o marítimos, adicionando el ruido que se genera por el funcionamiento de sus instrumentos.

Las fuentes de ruido domésticas se deben considerar los implementos que se utilizan diariamente dentro del ambiente del hogar (Freire, 2013, págs. 13,14)

### **2.5. ESPECTRO DE FRECUENCIAS AUDIBLES**

“El espectro audible, también denominado campo tonal, se halla conformado por las audiofrecuencias, es decir, toda la gama de frecuencias que pueden ser percibidas por el oído humano.

Un oído sano y joven es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 20 Hz y los 20kHz. No obstante, este margen varía según cada persona y se reduce con la edad (llamamos presbiacusia a la pérdida de audición con la edad). El espectro audible podemos subdividirlo en función de los tonos:

1. Tonos graves (frecuencias bajas, correspondientes a las 4 primeras octavas, esto es, desde los 20 Hz a los 400 Hz).
2. Tonos medios (frecuencias medias, correspondientes a las octavas quinta, sexta y séptima, esto es, de 400 Hz a 1.6 kHz).
3. Tonos agudos (frecuencias altas, correspondientes a las tres últimas octavas, esto es, de 1.6 kHz hasta poco más de 20 kHz)”. (Freire, 2013, págs. 13,14)

Fuera del espectro audible:

- Inferiores, los infrasonidos (Ondas acústicas inferiores a los 20 Hz).
- Por arriba del espectro audible se encuentran los ultrasonidos (generan sonidos con frecuencias por encima de los 20 kHz) (Freire, 2013, págs. 13,14)

### **2.6. HIPOACUSIA LABORAL INDUCIDA POR RUIDO**

La hipoacusia laboral es una enfermedad ocupacional que al año genera un alto porcentaje de incapacidad en varios tipos de trabajo a nivel mundial. De acuerdo con la legislatura existente en los países que se presenta, por lo menos se llegan a ofrecer compensaciones económicas para tratar de reparar el daño por intermedio de los seguros de riesgos laborales (Vargas, 2012)

Es un padecimiento que afecta al oído interno y se produce debido al impacto del elevado nivel de ruido ocupacional, el daño se provoca de manera progresiva, no produce dolor y es irreversible, se genera y es el resultado de un puesto de trabajo con exposición a ruido sin las medidas que deben usarse para prevenirla.

El principal resultado de la exposición a ruido elevado a nivel auditivo tiene correlación con las alteraciones estructurales y fisiológicas de la cóclea. por lo tanto, la hipoacusia inducida por ruido (HIR) es de tipo neurosensorial. Inicialmente la pérdida es elevada para las frecuencias de 4,000 – 8,000 Hz, pudiendo verse alteradas en etapas posteriores las frecuencias conversacionales que son el resultado directo de la evolución de la enfermedad.

La hipoacusia inducida por ruido tiene como característica ser de inicio tórpido, de evolución progresiva, es simétrica y afecta en la mayoría de los casos a los dos oídos. Es una enfermedad incurable, sin embargo, existe la posibilidad de prevenirla (Ministerio de Salud del Perú, págs. 35,36)

### **2.6.1. FACTORES DE RIESGO Y OCUPACIONES**

Todos los trabajadores expuestos a ruido mayor de 85 dBs, Límite Máximo Permisible (LMP), en cualquier actividad laboral y que presenten algunos de los factores predisponentes.

### **2.6.2. FACTORES DE RIESGO DEL INDIVIDUO**

Son muchos los factores que afectan la magnitud y extensión de deterioro auditivo observado en los casos de hipoacusia laboral.

Figuran entre ellos:

1. La intensidad o sonoridad del ruido (nivel de presión sonora): A mayor intensidad sonora, mayor lesión auditiva.
2. El tipo de frecuencia de ruido: Los ruidos de mayor frecuencia (agudos) son los más perjudiciales.
3. El período de exposición diaria (horario laboral): Entre más tiempo dure el sonido, mayor será la desviación del umbral auditivo.

4. La duración total de trabajo (años de empleo): La posibilidad de sufrir un daño auditivo se incrementa con los años de exposición.
5. El carácter del entorno en que se produce el ruido: Los ruidos de mayor permanencia y producidos en un ambiente cerrado ocasionan mayor deterioro auditivo.
6. La distancia de la fuente del ruido: A menor distancia de la fuente sonora habrá exposición a mayor intensidad y por lo tanto una mayor lesión auditiva (Ministerio de Salud del Perú, págs. 35,36).

## **2.7. ANATOMIA DEL OIDO**

Valsalva dividió anatómicamente al oído en 3 segmentos: oído externo, oído medio y oído interno.

### **2.7.1. OIDO EXTERNO**

Externamente el oído está estructurado por: el pabellón auricular, el conducto auditivo externo y la capa externa de la membrana timpánica. Esta estructura del oído es la encargada de captar el sonido y dirigirlo hasta el sistema tímpano-osicular.

El pabellón auricular constituye la parte más externa del oído tiene forma de trompeta se encuentra insertada a ambos lados del cráneo y está formado por una lámina que se repliega sobre sí misma, tiene forma irregular y su estructura es de cartílago fibroso con recubrimiento cutáneo, el cartílago se encarga de mantener su forma característica. rigidez(Otorrinoweb)

### **2.7.2. SITUACIÓN**

Está fuertemente adherida a cada lado de la cabeza, hacen en conjunto con la pared del cráneo un ángulo: el cefaloauricular, y tiene aproximadamente entre veinte a treinta grados, pudiendo llegar hasta los 45.

Se sitúa por debajo de la región temporal, hacia adelante la región mastoidea, y posterior a la articulación temporomandibular, parótidomasetérica y hacia arriba de la fosa retromaxilar.

Se encuentra a igual distancia entre el ángulo lateral del ojo y del occipucio. El segmento superior, podría alcanzar el nivel de una horizontal que pasa por arco superciliar. En el segmento inferior, el lóbulo de la oreja se proyecta hacia abajo hasta la altura del piso de las fosas nasales (Otorrinoweb)

### 2.7.3. FORMA

Tiene la apariencia de un ovalo, es más gruesa en su polo superior. el eje mayor suele ser vertical o con una leve inclinación que se dirige desde abajo hacia adelante. Dependiendo del individuo, la forma y el tamaño son muy variables, éste aspecto tiene relevancia antropológica (Otorrinoweb)

### 2.7.4. DIMENSIONES

Las dimensiones varían con cada individuo y son en promedio entre 60 y 65 mm. En el plano vertical y de 30 a 35 mm en el plano horizontal.

Al nacer, el alto es de 30 mm. y al alcanzar el primer año de vida de 50 mm. Y a los siete años alcanza el tamaño definitivo (Otorrinoweb)

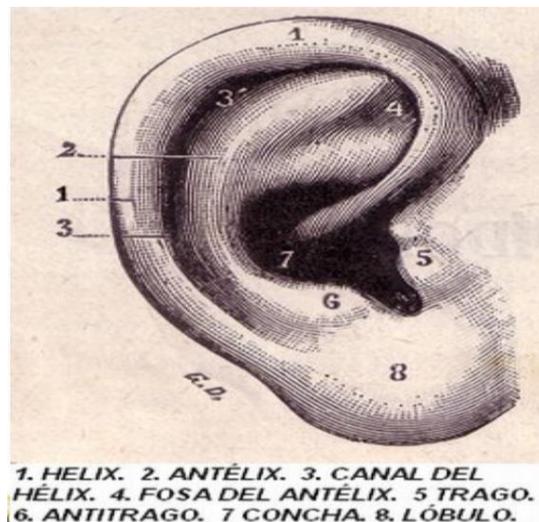


figura 1. Oído externo  
Fuente (Otorrinoweb)

## 2.8. OIDO MEDIO

El Oído medio comprende:

### 2.8.1. LA CAJA TIMPÁNICA

Es un espacio aproximadamente oblongo (como una lente bicóncava) tapizado completamente por mucosa; consta de 6 caras o paredes, y son las siguientes:

1. La cara externa, ocupada casi en su totalidad por la membrana timpánica.
2. La interna o laberíntica y en su parte central hay una prominencia de la caja timpánica: el promontorio, que corresponde al saliente de la espira basal del caracol; asimismo se

encuentran las ventanas laberínticas: Oval y Redonda; y el nervio facial (VII par) que atraviesa toda la caja muy cerca de la ventana oval.

3. La superior o Tegmen Tympani, en relación con la fosa cerebral media.
4. La inferior o Pars Yugalariis, en relación con la vena yugular.
5. La cara anterior, carotídea o tubárica, en relación con la carótida y con el orificio interno de la Trompa de Eustaquio
6. La posterior o mastoidea, en comunicación con el antro y celdas mastoideas mediante el aditus ad antrum (Chong, págs. 13,14,15)

### **2.8.2. HUESECILLOS DEL OÍDO**

En el oído medio existen 3 osículos o huesecillos: martillo, yunque y estribo; tienen por objeto conectar la membrana timpánica con la ventana oval y son el medio normal de transmisión del sonido a través del oído medio. El martillo posee cabeza, cuello y mango o manubrio, así como una apófisis corta. El martillo está íntimamente insertado entre las capas de la membrana timpánica en su porción del mango y de él parten los ligamentos tímpano maleolares anterior y posterior que dividen a la membrana timpánica en pars flácida y pars tensa. La pars flácida tiene 2 capas: epitelial y endotelial; mientras que la pars tensa tiene 3 capas: epitelial, fibrosa y endotelial (Chong, págs. 13,14,15)

La cabeza del martillo se articula con el cuerpo del yunque (sinartrosis), y éste a través de su apófisis larga se articula con la cabeza del estribo; a su vez, la platina del estribo se inserta en la ventana oval y estimula a los líquidos peri laberínticos en el proceso de la audición.

Hay que recordar que existen 2 músculos: el músculo del estribo, inervado por el facial y el músculo tensor del tímpano, inervado por el trigémino; ambos músculos protegen el oído interno de los ruidos intensos y súbitos que pueden lesionarle (Chong, págs. 13,14,15)

### **2.8.3. LAS CAVIDADES O CELDAS MASTOIDEAS**

Se desarrollan de un sistema primario de neumatización formado por el eje trompa-caja-antro.

El hueso temporal en el que se formarán las celdas mastoideas al principio está formado por peñasco, escama y porción timpánica. Estos huesos se sueldan unos a otros alrededor de la 1° hendidura branquial, que formará la mucosa del oído medio. Desde el punto de vista anatómopatológico, el hueso temporal se divide en 3 porciones:

1. Mastoides o apófisis mastoidea, situado por detrás del conducto auditivo externo y la caja.
2. La Paramastoides escamocigomática, formado por las raíces de la cigoma y la escama.
3. La paramastoides petrosa o peñasco, que contiene el laberinto. Según el tipo de desarrollo celular podemos describir los siguientes tipos de mastoides: a) Neumática; b) Neumatodiploica y c) Ebúrnea (Chong, págs. 13,14,15)

#### 2.8.4. TROMPA DE EUSTAQUIO

La Trompa de Eustaquio o conducto faringotimpánico conecta la nasofaringe con la caja timpánica. Tiene 2 porciones:

- a) Interna o cartilaginosa que mide 24 mm de longitud.
- b) Externa u ósea que mide 12 mm.

La Trompa de Eustaquio, que normalmente está cerrada presenta su menor resistencia a la abertura cuando la cabeza está erecta; la inclinación de la cabeza hacia atrás o adelante aumenta la resistencia pasiva de la trompa. La trompa se abre activamente por la acción de los músculos elevadores y tensores del paladar durante la deglución, la masticación y el bostezo.

La función de la Trompa de Eustaquio es proporcionar una vía aérea desde la nasofaringe al oído para igualar las presiones en ambos lados de la membrana timpánica (Chong, págs. 13,14,15)



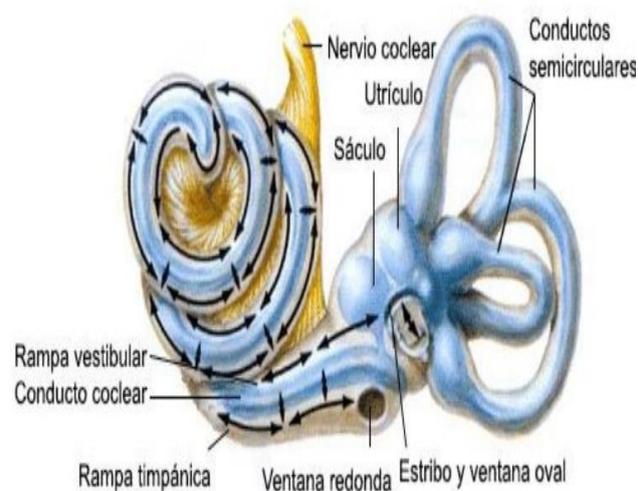
figura 2. Oído medio  
Fuente (Gonzalez, 2017)

#### 2.9. OIDO INTERNO

Se encuentra localizado en el interior del peñasco del temporal, está compuesto por el laberinto óseo que cubre y brinda protección al laberinto membranoso.

El laberinto membranoso es un tubo alargado de constituido de tejido epitelial diferenciado localmente en los componentes sensoriales: el canal de la cóclea que sirve para la audición y el órgano vestibular que está formado por el sáculo, el utrículo y los canalículos semicirculares que sirven para el equilibrio. Esta circundado por la perilinfa, el laberinto membranoso contiene en su interior la endolinfa. La microcirculación del laberinto de origen a los líquidos del oído interno. Las redes de capilares son abundantes y de manera particular en la estría vascular. Estas redes se originan en la rama laberíntica de la arteria cerebelosa anteroinferior. La arteria coclear irriga las redes para la integridad de la cóclea.

La microcirculación vestibular es más sencilla, sigue el trayecto de los nervios destinados a cada estructura vestibular de tipo terminal, los vasos sanguíneos del laberinto, cuyo funcionamiento aún no es poco conocido, no llegan directamente hasta las células sensoriales. Y estas son importantes para la homeostasis de los líquidos y electrolitos a nivel de los fluidos laberínticos (Sauvage, Puyraud, Roche, & Rahman, 2012)



**figura 3. Oído interno**  
**Fuente (Psicoactiva, s.f.)**

## **2.10. FISIOLÓGÍA DE LA AUDICIÓN**

### **2.10.1. OIDO EXTERNO**

El pabellón auricular actúa como una antena que capta y recepta las ondas acústicas y las envía a través del conducto auditivo externo directamente a la membrana del tímpano. La oreja del humano es casi inmóvil y localiza el sonido con los movimientos que realiza la cabeza.

El pabellón auricular ayuda a localizar de donde vienen las ondas acústicas: al tener dos orejas que están separadas entre sí por la cabeza se logra que el sonido se perciba en ambos oídos con una diferencia de tiempo, este hecho ayuda a ubicar el sonido que viene en forma horizontal.

Del mismo modo los pliegues cartilagosos a nivel del pabellón auricular, y en la conca, ubican el sonido que viene en el plano vertical. En una persona con una oreja con corrección quirúrgica, se da un error en la identificación del sonido en 20 grados, cuando en una oreja no intervenida es de 3 a 4 grados(Sánchez, Pérez, & Gil-Carcedo, s.f.)

Con respecto a las personas que tienen un solo oído, estas tienen una disminución de la percepción de 8 dB.

El conducto auditivo externo (CAE) dirige las ondas acústicas hacia la membrana del tímpano y brinda protección al oído medio con sus pliegues sinusoidales, sus cilios y la cera que producen de sus glándulas. Además, ayuda a que el aire que ingresa tenga igual temperatura a ambos lados de la membrana timpánica.

El conducto auditivo externo también:

- Transforma las ondas acústicas de forma esféricas a planas
- Refuerza la resonancia de las frecuencias comprendidas entre 2.000 Hz. y 4.000 Hz.
- En su interior se producen interrupciones cuando se originan ondas de tipo estacionario(Sánchez, Pérez, & Gil-Carcedo, s.f.)

### **2.10.2. OIDO MEDIO**

Los sonidos, compuestos por las ondulaciones de las moléculas del aire, son dirigidos por el conducto auditivo hasta llegar a la membrana timpánica. Las variantes en la presión atmosférica a nivel de la pared externa de la membrana timpánica y el sonido, producen una vibración en la membrana.

Seguidamente las vibraciones del tímpano se conducen por la cadena de los huesecillos del oído los cuales funcionan como palancas en donde el estribo produce una vibración en la ventana oval.

Este huesecillo mantiene relación directa con los líquidos que contiene el oído interno; por lo que, la membrana timpánica y los huesecillos del oído son un mecanismo que sirve para transformar las vibraciones del aire en vibraciones a nivel del fluido (Escuela Universitaria de Música de Uruguay, s.f., págs. 2,3)

“Ahora bien, para lograr que la transferencia de potencia del aire al fluido sea máxima, debe efectuarse un acoplamiento entre la impedancia mecánica característica del aire y la del fluido puesto que esta última es mucho mayor que la primera.

Un equivalente mecánico de un transformador (el acoplador de impedancias eléctricas) es, precisamente, una palanca; por ende, la cadena de huesecillos actúa como acoplador de impedancias. Además, la relación entre las superficies del tímpano y de la base del estribo (en la ventana oval) introduce un efecto de acoplamiento adicional, lográndose una transformación de impedancias del orden de 1:20, con lo cual se minimizan las pérdidas por reflexión.

El máximo acoplamiento se obtiene en el rango de frecuencias medias, en torno a 1 kHz” (Escuela Universitaria de Música de Uruguay, s.f., págs. 2,3)

### **2.10.3. OIDO INTERNO**

Una vez que las ondas sonoras llegan el oído interno, específicamente a la cóclea, es allí donde se convierte la energía mecánica en impulsos eléctricos que viajan por el nervio vestibulo-coclear para ser traducido por el sistema nervioso central donde finalmente es interpretado como sonido (Zuñiga, 2017, pág. 33)

## **2.11. FISIOPATOLOGÍA**

La disminución de la capacidad auditiva se produce clínicamente: debido a la dificultad para transmitir el sonido en el oído externo y medio, las llamadas sorderas de conducción o producidas por la lesión en las células ciliadas o a nivel de las vías de conducción nerviosa sordera neurosensorial. El origen de las sorderas de conducción se produce con el obstáculo de los conductos auditivos externos con tapones de cerumen o con cuerpos extraños, cuando existe destrucción de los huesecillos del oído, la viscosidad del fluido del tímpano producido por infecciones a repetición del oído medio. Los antibióticos aminoglucósidos: estreptomina y gentamicina, producen la obstrucción de los canales mecanosensibles en los estereocilios de las células ciliadas y las degeneran con lo cual se provoca la sordera neurosensorial y concomitantemente una función vestibular alterada (Vargas, 2012).

Las causas de sordera neurosensorial son: daño a nivel de las células ciliadas externas que están expuestas prolongadamente a niveles de presión acústica elevada, que producen pérdida de la audición, también se produce por la presencia de tumores del nervio vestíbulo coclear o en el ángulo ponto cerebeloso, así como las lesiones vasculares en el tallo cerebral.

La presbiacusia, es la disminución progresiva de la función auditiva debida al envejecimiento, afecta aproximadamente a una tercera parte de los individuos de más de 75 años de edad, se debería a la pérdida continua de las células ciliadas y de las neuronas (Vargas, 2012).

## **2.12. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS**

### **2.12.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD**

El daño ocasionado por el ruido sobre el oído se produce de forma lenta y progresiva, evolucionando en tres fases:

- Enmascaramiento.

Decimos que es un enmascaramiento cuando un sonido imposibilita la percepción de otro, entonces, lo enmascara. Se produce una modificación del umbral de audición del paciente.

Se produce: cuando dos sujetos están platicando y el sonido ambiental imposibilita que uno de ellos pueda escuchar total o parcialmente lo que está expresando la otra. Podría también suceder en un grupo musical, cuando la ejecución de un instrumento musical o varios impiden diferenciar los sonidos que está produciendo otro instrumento musical (Maggiolo)

“Si se aumenta de manera constante el nivel de un ruido (enmascarador) se podrá percibir también una transición continua entre un sonido de prueba audible y uno enmascarado. Esto quiere decir que existe también un enmascaramiento parcial, en el cual el nivel de percepción del sonido de prueba disminuye, pero no desaparece” (Maggiolo)

“Existen dos tipos básicos de enmascaramiento: el enmascaramiento simultáneo y el no simultáneo. En el simultáneo el sonido de prueba y el enmascarador coinciden temporalmente. En el caso del enmascaramiento no simultáneo, el sonido de prueba puede ser anterior (pre-enmascaramiento) o posterior (post-enmascaramiento) al enmascarador. También puede

sucedir que el sonido de prueba continúe después de haberse apagado el enmascarador. También en ese caso recibe el nombre de post-enmascaramiento” (Maggiolo)

- Fatiga auditiva.

es una disminución progresiva y constante de la capacidad auditiva provocada por un estímulo intenso, este persiste aun al desaparecer dicho estímulo (Silva, 2013)

- Hipoacusia por ruido

Es la disminución del umbral auditivo diagnosticado por audiometría, en un inicio las alteraciones se presentan en las frecuencias de 4000 Hz, pero se pueden presentar con mayor intensidad en las frecuencias entre 3000 y 6000 Hz.

Durante los 10 primeros años de exposición, la caída del umbral se vuelve más profunda y posteriormente sufre una meseta en cuanto la alteración se propaga a las frecuencias cercanas. Si la exposición al ruido intenso no se detiene, la caída en el umbral se vuelve más notoria para las frecuencias bajas y la curva se torna en forma de cubeta la misma que va desapareciendo a medida que el umbral se dirige hacia las frecuencias agudas (INSHT, 2003)

## **2.12.2. EFECTOS NO AUDITIVOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD.**

### **2.12.3. FASTIDIO**

“El fastidio es la respuesta más frecuente en una población expuesta al ruido ambiental. El fastidio debido al ruido se puede producir cuando éste interfiere con las actividades, los sentimientos, los pensamientos, el sueño o el descanso cotidianos y se puede acompañar con respuestas negativas como ira, disgusto, agotamiento y síntomas relacionados con el estrés”(Basner, 2013)

### **2.12.4. ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR**

“Estudios de laboratorio a corto plazo en seres humanos, así como estudios a largo plazo en animales proporcionaron mecanismos biológicos y verosimilitud a la teoría de que la exposición prolongada al ruido ambiental afecta el sistema cardiovascular y causa

enfermedades (entre ellas hipertensión, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular”(Basner, 2013)

### **2.12.5. ALTERACIONES DEL SUEÑO**

Los trastornos del sueño son el síntoma no auditivo que más perjuicio provoca en el paciente originado por exposición al ruido excesivo debido a que se requieren de un número adecuado de horas de sueño para que el paciente pueda estar activo durante el día, de no ser así, repercutirá en su desempeño, su falta conlleva a un desmedro en su salud.

Los seres humanos logran percibir, evaluar y pueden incluso reaccionar a los ruidos ambientales, aun estando dormidos. Niveles de presión acústica de solo 33 decibeles pueden producir aumento de la frecuencia cardiaca, movimientos del cuerpo y frecuentes despertares (Basner, 2013)

### **2.13. DIAGNÓSTICO**

El principal signo para diagnosticar la hipoacusia por exposición a ruido es la disminución en el umbral auditivo. Esta situación se puede diagnosticar de forma exacta mediante la realización de la audiometría. Sin embargo, todo oído que ha sido expuesto a un sonido de intensidad elevada se agota y se presenta un aumento de dicho umbral que se puede recuperar en un lapso de tiempo estimado entre 12 y 16 horas de no exposición. Los cambios que se mantienen posterior a este periodo de tiempo sin estímulo se consideran irreversibles(Urbina, 2011, pág. 449)

Cuando analizamos a Trabajadores expuestos a ruido, se deben tomar en cuenta a los que son más sensibles, de acuerdo a si: Ingiere medicamentos ototóxicos, antecedentes de meningitis, predisposición familiar a sordera, diabetes e hipertensión arterial(Urbina, 2011, pág. 449)

#### **2.13.1. AUDIOMETRÍA**

Para valorar las audiometrías el instituto nacional de salud e higiene en el trabajo (INSHT) recomienda utilizar los cambios significativos en el umbral de audición, que comparan la audiometría basal con la actual, en vez de valorar la pérdida total y restar la presbiacusia, como en el índice ELI (índice de pérdida precoz).

### 2.13.2. EVOLUCIÓN AUDIOMÉTRICA

1. PRIMERA FASE: pérdida de hasta 40 dB en la zona de 4.000 Hz. Recuperable al cesar la exposición (siempre se valoran las pérdidas con relación a la audiometría base).
2. SEGUNDA FASE: pérdida de 20-30 dB en la zona de 4.000 Hz principalmente (pero puede afectar a las frecuencias vecinas 3.000 y 6.000 Hz); recupera la caída en la frecuencia de 6.000 Hz, es lo que llamamos escotoma traumático tipo 1, y la capacidad conversacional queda intacta.
3. TERCERA FASE: disminuye 40 dB en las frecuencias de 4.000 o 6.000 Hz. El escotoma se profundiza y se transforma en cubeta traumática. Presenta dificultades para escuchar relojes y timbres.
4. CUARTA FASE: pérdida que afecta a frecuencias conversacionales: sordera social. Se evidencia una falta de recuperación en la frecuencia superior y afectación de frecuencias graves, el gráfico audiométrico se parece más a una recta descendente (Vicente, págs. 74,75)
- 5.

### 2.13.3. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LAS ALTERACIONES PRODUCIDAS POR RUIDO

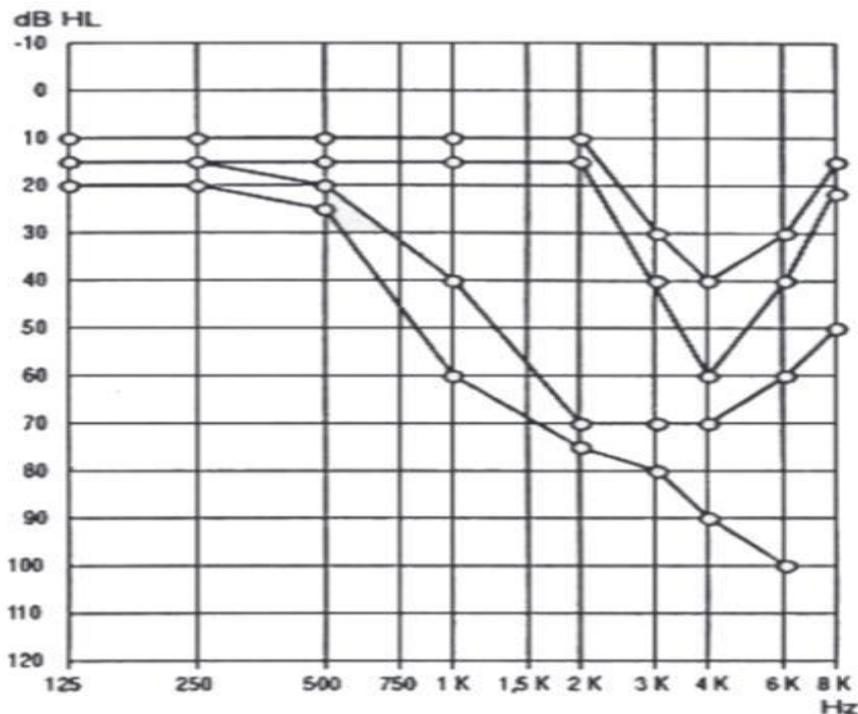


figura 4.Evolución en el tiempo alteraciones por ruido  
Fuente (Urbina, 2011)

#### **2.13.4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL HIPOACUSIA POR RUIDO**

Hay una gran cantidad de factores que no se relacionan con la actividad laboral que están implicados en la generación de hipoacusia, por ejemplo:

- Tapón de cera.
- Otitis por infección del oído medio o interno.
- Traumas a nivel del oído.
- Barotraumatismos. Se producen por cambios de la presión atmosférica, así como, cuando existe gripe con obstrucción de las vías respiratorias o en casos de rinitis alérgica.
- Fracturas óseas a nivel del temporal.
- Otoesclerosis: trastorno hereditario causado por la falta de movilidad de los huesecillos del oído.
- Presbiacusia: pérdida progresiva de la audición en personas de edad superior a 75 años, debido al deterioro del órgano de Corti.
- Síndrome de Ménière.
- Tumores.
- Daños neurológicos del nervio auditivo que se producen por la exposición a sustancias ototóxicas pudiendo ser productos químicos de exposición laboral o medicamentos(UGT)

#### **2.14. PREVALENCIA**

La prevalencia de hipoacusia laboral inducida por ruido se centra en la mayoría de los casos a los estudios en exposición a ruido industrial.

Según Sánchez Emilio en el 2016, realiza una revisión de estudios en los que su fin era encontrar una relación entre la práctica de la música profesionalmente y los problemas auditivos, en unos se ha estudiado la intensidad sonora a la que los músicos están expuestos y en otros casos se analiza la capacidad auditiva de los profesionales tras años de práctica profesional. Hacen también un estudio sobre la capacidad auditiva de estos sin tener en cuenta en la mayoría de los casos las condiciones de vida (exposición al ruido fuera del ambiente laboral del músico) y que también podría influir significativamente en la salud auditiva(Sánchez E. P., 2016)

En cuanto a los resultados generales de la revisión de estudios en los cuales afirman que la práctica de la profesión musical lleva consigo, si no se toman medidas preventivas, una serie

de problemas relacionados con la audición que forman parte inseparablemente de la práctica musical, es decir, el nivel de presión sonora de los instrumentos, independientemente de estilo musical interpretado, supera los límites descritos que suponen un peligro para la salud del oído ya sea por una presión muy elevada en un momento concreto o por la exposición elevada durante un determinado tiempo, afirmándose en estos estudios que este daño auditivo que sufren estos profesionales es debido a la práctica de su profesión (Sánchez E. P., 2016)

## 2.15. LEGISLACIÓN ECUATORIANA CON RESPECTO A RUIDO

Según el artículo 55 numeral 7 del Reglamento de Salud y Seguridad de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo 2393 indica: Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro A en posición lenta, que se permitirán, estarán normados con el debido tiempo de exposición según el siguiente enunciado:

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

De ninguna manera se deberá superar el nivel de 115 decibeles A cualquier ámbito laboral (2393, s.f.)

## 2.16. PREVENCIÓN

- En general, hay que disminuir la exposición a niveles de ruido inadecuados y se deben desarrollar medidas que permitan la protección del trabajador, incluso si no se han realizado mediciones de los niveles de ruido que se generan en los puestos de trabajo. En la medida de lo posible una se debería realizar una estimación del riesgo en base a los datos previos disponibles tales como: conocimiento, mediciones, información trabajadores y la observación, se debe cuestionar si es que: existe exposición continuada a ruido generada por la música y evaluar las condiciones de protección acústica que posee la sala de practica y de conciertos, por último, preguntar a los trabajadores si deben levantar mucho la voz para ser escuchados (TRABAJO, 2012)

- “Tener en cuenta la valoración del riesgo del ruido fuera del horario laboral. Se trata de la preparación particular de las obras que los músicos suelen hacer en el propio domicilio. Normalmente, estos ensayos se llevan a cabo en habitaciones que no cuentan con unas características adecuadas. Recordar que los efectos del ruido son acumulativos”(TRABAJO, 2012)
- Disminuir la exposición a ruido innecesario durante las prácticas y en los calentamientos. El objetivo es lograr que los músicos escuchen adecuadamente a sus compañeros sin que el nivel de ruido sea muy elevado. Cuando haya necesidad de repetir los repertorios para corregir errores, los músicos tocarán su instrumento de una manera más tenue, con las excepciones para los que deban ser escuchados a un nivel más alto(TRABAJO, 2012)
- Se debe practicar en salas que sean adecuadas que cuenten con un diseño que permita minimizar el impacto del ruido, de no ser posible, se deberá tener en cuenta que al realizar las prácticas en un lugar amplio se podrá atenuar aún más la exposición a niveles de ruido perjudiciales(TRABAJO, 2012)
- Se debe incrementar la distancia entre cada músico, tanto en los lugares para los conciertos y las practicas, procurando que cada interprete posea al menos 17 metros cúbicos de espacio. El impacto nocivo generado por el ruido disminuye cuando se aumenta la distancia(TRABAJO, 2012)
- Combinar las piezas musicales. En las practicas se debe planificar un libreto de canciones que mezcle la música con mayor nivel de ruido con otras más suaves, el objetivo es disminuir la exposición al ruido. Los instrumentos que generan un mayor nivel de ruido deben distribuirse en distintos ensayos(TRABAJO, 2012)
- Si no existe posibilidad de disminuir los niveles de ruido a los límites permitidos, se debe reducirse el tiempo de exposición ya sea con la disminución de la jornada de trabajo en base a las mediciones de ruido, pausas, descansos en lugares en los que no se produzca ruido y mediante rotación del puesto de trabajo(TRABAJO, 2012)
- Fomentar la utilización de equipos de protección auditiva. Sin embargo, esta medida debe ser la que en última instancia debe realizarse debido a que debe primar la protección colectiva.  
Estos equipos deben ser entregados por el empresario y se debe capacitar a los músicos para el uso adecuado de los mismos (TRABAJO, 2012)

## **CAPITULO III**

### **OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

1. Determinar la prevalencia de hipoacusia inducida por ruido en los Músicos de la orquesta sinfónica de Cuenca en el periodo septiembre 2018 – febrero 2019.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar el nivel sonoro que producen los músicos de la orquesta sinfónica.
2. Determinar el grado de hipoacusia inducida por ruido en los músicos de la orquesta sinfónica.
3. Establecer la relación entre nivel sonoro y nivel de hipoacusia.
4. Establecer la relación entre tipo de instrumento y nivel de hipoacusia.
5. Establecer la relación entre tiempo de práctica del instrumento y nivel de hipoacusia.
6. Sugerir las medidas para la atenuación del ruido.

### **3.3. METODOLOGÍA**

En la presente investigación se realizó un estudio de tipo prevalencia, observacional, descriptivo, transversal; para determinar el número de los músicos de la orquesta sinfónica que padecen hipoacusia.

La técnica será la entrevista a los músicos para la obtención de sus datos de filiación y ocupacionales.

Se realizarán las mediciones de ruido de manera general a toda la orquesta y por puestos de trabajo según la normativa INSHT NTP 270.

Para determinar la hipoacusia se realizarán estudios audiométricos a los músicos que entran dentro de los parámetros del estudio.

### **3.4. UNIVERSO Y MUESTRA**

El universo está conformado por 52 Músicos que se encuentran en las edades comprendidas entre los 20 y 60 años.

### **3.5. ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio es la Orquesta sinfónica de la ciudad de Cuenca, ubicada en la calle larga sin número.

#### **3.5.1. HISTORIA**

“La orquesta sinfónica de Cuenca, creada mediante Decreto Supremo N° 1260 publicado en el Registro Oficial del 10 de noviembre de 1972, desde sus inicios ha desplegado una amplia labor de promoción, creación, conservación y rescate del patrimonio sinfónico nacional y universal, buscando llegar al mayor número de ciudadanos que disfrutan del arte musical. Un desafío constituyó para sus gestores, el hecho de impulsar un organismo que marque el ritmo de la cultura musical de nuestros tiempos, promueva el desarrollo cultural progresivo y se sitúe al nivel de las más grandes orquestas del mundo.

Su labor está orientada a los más diversos públicos, a través de sus innumerables presentaciones en la ciudad y fuera de ella, la institución ha llegado a convertirse en una de las Orquestas Sinfónicas más versátiles y activas del país”(Cuenca, s.f.)

“La diversidad en la selección de sus repertorios ha sido un pilar importante en el fortalecimiento, innovación y proyección de la Orquesta a través de un sostenido trabajo de sus integrantes. El éxito de su labor se ve reflejado en más de mil conciertos realizados, tanto los de Temporada como los de Homenaje, Extensión Musical, de Gala y Didácticos. Se ha engalanado presentando a excepcionales solistas nacionales y extranjeros; directores de orquesta de gran trayectoria, vocalistas de renombre, así como también tríos, conjuntos, coros, ejecutando junto a otras Orquestas Sinfónicas del Ecuador, grupos musicales y corales de renombre.

Estos eventos han servido para llevar a un extenso público lo mejor del repertorio académico y nacional. Hemos apreciado diferentes maneras de dirigir la orquesta con cada uno de los directores que han pasado por ella, impregnándola de los matices de su formación académica y de su ímpetu personal, y dejando traslucir la esencia de la Orquesta Sinfónica de Cuenca.

Formación, entrega, responsabilidad, capacidad, trabajo organizado, compartido y solidario, espíritu crítico y compromiso son los valores que constituyen las bases para avanzar al ritmo de la historia, renovar repertorios, desafiar las limitaciones del medio y poder brindar obras magistrales que han complacido al público, transportándolos al mágico mundo de la música, que venciendo idiomas y fronteras tiene la capacidad de transmitirse, de vivenciarse en la mente y en el alma de cada persona, generando una cultura musical y congregando un público propio que es cada vez más numeroso y crítico. Por lo tanto, nuestro compromiso permanente es trabajar cada día para lograr un nivel óptimo, variedad de conciertos, innovación de repertorios que cubran las expectativas de los públicos más exigentes.

En la actualidad, atendiendo a una necesidad sentida por su público, ha grabado tres CDs de música selecta del pentagrama nacional, con obras de reconocidos compositores y arreglistas ecuatorianos”(Cuenca, s.f.)

### **3.5.2. MISIÓN**

“Somos una Institución Cultural Pública que fomenta el repertorio sinfónico nacional y universal de calidad, a través de la difusión, promoción, creación, conservación y rescate del

patrimonio artístico, con el fin de contribuir a la apreciación y deleite musical de los ciudadanos”.

### **3.5.3. VISIÓN**

“Consolidarnos como una entidad cultural regional, que contribuya al desarrollo humano a través de las artes musicales” (Cuenca, s.f.)

### **3.5.4. OBJETIVOS**

- Fomentar el acceso de la comunidad al arte musical sinfónico.
- Motivar la participación de autores e intérpretes de la música sinfónica ecuatoriana y de repertorio universal, mediante la difusión de sus ejecuciones.
- Desarrollar actividades didácticas dirigidas a los diferentes públicos para la comprensión y agrado de la música sinfónica nacional y universal.
- Coordinar acciones con organismos públicos y privados para ejecutar programas que permitan la autogestión(Cuenca, s.f.)

### **3.5.5. VALORES**

- Ética: Compromiso y actitud positiva.
- Calidad técnica musical.
- Competitividad.
- Trabajo en equipo.
- Responsabilidad social (Cuenca, s.f.)

### **3.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Músicos que laboran en jornada completa en la orquesta.
- Músicos que laboran en el puesto de trabajo evaluado.
- Músicos en edades comprendidas entre los 20 y 60 años de edad.
- Músicos sin diagnóstico de patología auditiva previa.
- Músicos sin antecedentes de uso de medicamentos ototóxicos.

### **3.7. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Músicos que no deseen participar en el estudio.
- Músicos que no firman el consentimiento informado.

### 3.8. VARIABLES

Las variables utilizadas serán las siguientes:

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
SEXO	Característica sexual que define a hombre y mujer.	Biológica	Características sexuales secundarias	Hombre-Mujer
EDAD	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de la encuesta.	Temporal	Años cumplidos	De 20-29 de 30-39 de 40-49 de 50-59 de 60 o más años
TIEMPO LABORANDO EN LA ORQUESTA	Tiempo transcurrido desde el inicio de labores en la orquesta hasta la fecha de la encuesta.	Temporal	Años cumplidos	Menos de 5 años De 5 a 10 años De más de 10 años
NIVEL SONORO PELIGROSO EN LA ORQUESTA	Nivel acústico evidenciado por la medición mediante sonómetro.	Medición en Decibeles	Valor en decibeles	Menor a 85 dB 85 -90 dB 90 -95 dB 95-100 dB 100-105 dB 105-110 dB 110-115 dB Mayor a 115dB
HIPOACUSIA	Disminución de la agudeza auditiva.	Biológica	Diagnostico audiométrico	Normal Leve Moderada Severa.

TIPO DE INSTRUMENTO MUSICAL	Clase de instrumento que el músico toca en base a su material y sonido que produce	Características del instrumento	Características del instrumento	Viento madera Viento metal Percusión Cuerdas.
TIEMPO DE PRÁCTICA CON EL INSTRUMENTO AL DÍA	Cantidad de horas que la persona practica	Número de horas de práctica	Número de horas al día	Menos de 2 horas/día De 2 a 4 horas/d De 4 a 6 horas/d De 6 a 8 horas/d Más de 8 horas/d

### 3.9. INSTRUMENTOS

Los instrumentos a utilizarse son:

#### 3.9.1. PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO

Sonómetro EXTECH 407750 tipo 2, de 30-130 dB precisión -1.5 dB con certificado de calibración NIST vigente hasta el 11 de abril del 2019.

#### 3.9.2. PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL SONÓMETRO.

1. Encendido del sonómetro presionando el botón on/off.
2. La pantalla LCD realizará una cuenta regresiva a cero y comenzará a medir niveles de sonido.
3. Se selecciona la ponderación de frecuencia para la medición, en este caso es A.
4. Se selecciona el tipo de respuesta lento que es el indicado en las pruebas para la conservación del oído.
5. Se selecciona el modo BA (absorción del ruido de fondo) que elimina el ruido de fondo o ambiental y permite medir con precisión el nivel de ruido generado por el instrumento musical.

6. Se apunta el sonómetro colocado en un trípode a una altura de 150 centímetros y se observa la lectura del medidor.

### **3.9.3. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE RUIDO.**

1. Mediremos la intensidad del ruido en decibelios a nivel general
2. Se identificarán las áreas de trabajo y el tipo de instrumento musical que se además el tiempo de trabajo en el mismo.
3. Se realizará la medición de ruido por puestos de trabajo
4. Con los datos obtenidos se calculará el nivel sonoro continuo equivalente para 8 horas de exposición y comparamos con el límite de exposición permitido en la legislación ecuatoriana.

### **3.10. PARA EL DIAGNÓSTICO DE HIPOACUSIA**

Se realizarán las audiometrías en el centro audiológico Audiolife en un audiómetro tonal liminal.

### **3.11. PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

“Para el plan de tabulación y análisis de datos se utilizará el programa EPI INFO V 7.2.2.6. Este programa es un conjunto de herramientas de software, interoperables y de dominio público, diseñadas para la comunidad global de profesionales e investigadores dedicados a la salud pública. Permite la elaboración de formularios para el ingreso de datos y la construcción de bases de datos de un modo fácil, una experiencia personalizada para el ingreso de datos, y el análisis de datos con estadísticas, mapas y gráficos epidemiológicos para profesionales de salud pública que quizás no cuenten con conocimientos de tecnología informática. Se usa para investigar brotes; para desarrollar sistemas pequeños o medianos de vigilancia de enfermedades; como componentes de análisis, visualización e informe (AVR, por sus siglas en inglés) de sistemas más grandes; y en la educación continua de la ciencia de la epidemiología y de los métodos analíticos en salud pública, llevada a cabo en escuelas de salud pública alrededor del mundo” (EPIINFO, s.f.)

Se utilizará también el programa estadístico IBM SPSS statistics 24, con el que se calculará la prevalencia de hipoacusia inducida por ruido, determinándose si existe significancia estadística con el valor de p de menos de 0.05.

Se calculará la razón de prevalencia entre la variable dependiente (hipoacusia) con las

variables: sociodemográficas como sexo y edad y las asociadas al instrumento musical como: tipo de instrumento, horas que practica al día, tiempo de permanencia en la orquesta, horas diarias de práctica para establecer a través de los límites de confianza, si son factores de riesgo en la producción de hipoacusia.

### **3.12. ASPECTOS ÉTICOS**

Durante la presente investigación, no se pusieron en riesgo a las personas implicadas en la misma. Para realizar la investigación se solicitó la autorización de la máxima autoridad de la orquesta sinfónica de Cuenca, se informó de manera verbal al encuestado, se socializó la investigación y se procedió a la firma del consentimiento informado para la realización de la Audiometría y se respetó la privacidad de los encuestados ya que los resultados fueron usados únicamente por el autor de este estudio.

Declaro que no poseo ningún conflicto de intereses tanto personal como económico con la empresa Audiolife.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. MEDICIÓN DE RUIDO.

El tipo de ruido producido en la orquesta identificado según la normativa NTP 270 fue periódico, se procedieron a realizar medidas aleatorias a los diferentes puestos de trabajo según el instrumento que ejecutan: cuerdas, viento madera, viento metal y percusión. Se utilizó un sonómetro tipo 2,

La medición se efectuó con la característica "SLOW" y la ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del músico.

Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel sonoro equivalente (LAeq) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El nivel sonoro continuo equivalente (LAeq, T) se calcula entonces a partir del valor medio de los LAeq obtenidos.

##### 4.1.1. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE CUERDA.

TABLA 1.1.1.1. MEDICIÓN DE RUIDO EN INSTRUMENTOS DE CUERDA.

CUERDAS					
<b>VALOR MÍNIMO</b>	72,3	75	77,5	83.3	78,6
<b>VALOR MÁXIMO</b>	102,1	103,2	98.7	98,6	98,7
<b>VALOR MEDIO LAeq</b>	87,2	89.1	88.1	90,95	88,65

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El LAeq medido, corresponde al promedio del valor mínimo y máximo de 5 mediciones aleatorias en el grupo de trabajo correspondiente a los instrumentos de cuerda.

TABLA 2. CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) CUERDAS

87,2
89,1
88,1
90,95
88,85
<b>L<sub>Aeq,T</sub> 88,80 dB</b>

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El cálculo del nivel sonoro equivalente corresponde al promedio del Laeq medido del grupo de instrumentos de cuerda.

### CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Se utiliza para el cálculo del intervalo de confianza. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n-1}}$$

$$S_L = \sqrt{((88,80-87,2)_1 + (88,80-89,1)_1 + (88,80-88,1)_1 + (88,80-90,95)_1 + (88,80-88,65)_1) / 5-1}$$

$$S_L = \sqrt{((1,6)_1 + (-0,3)_1 + (0,7)_1 + (2,15)_1 + (0,15)_1) / 4}$$

$$S_L = \sqrt{(2,56 + 0,09 + 0,49 + 4,62 + 0,023) / 4}$$

$$S_L = \sqrt{7,78 / 4}$$

$$S_L = \sqrt{1,95}$$

S<sub>L</sub>=1,40 por lo tanto: el número de muestras es adecuado.

## CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D).

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n_i}$$

$$L_{Aeq, d} = L_{Aeq, T} + 10 \log (T/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 88,80 + 10 \log (4/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 85,79 \text{ dB.}$$

Se calcula el nivel de presión sonora continua diaria, al cual se adiciona el valor obtenido de en la tabla de intervalo de confianza (ver anexo Nro.10) que corresponde a 2, y se obtiene del número de mediciones y el SL que fue de 1,40.

intervalo de confianza (SL y n) = 2, por lo tanto,  $L_{Aeq, d} = 85,79 + - 2\text{dB}$ , se considera el valor máximo 87,79 dB

## CÁLCULO DE LA DOSIS

C: Tiempo de exposición a un determinado $L_{Aeq,T}$ (valor medido).	
T: Tiempo máximo de exposición permitido para este $L_{Aeq,T}$ .	
D < 0.5	Riesgo Bajo
D < 0.5 < 1	Riesgo medio, nivel de acción
D > 1 < 2	Riesgo alto, nivel de control
D > 2	Riesgo crítico, nivel de control

figura 5. Dosis de ruido y nivel de acción

Fuente: (Saa, 2018)

D= C tiempo de exposición para 87,79dB 4 horas /T tiempo de exposición permitido para 87,79 dB 4 horas.

$$D= 4/4$$

D= 1 riesgo alto, nivel de control.

#### 4.1.2. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN.

TABLA 3.4.1.2. MEDICIÓN DE RUIDO EN INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN.

PERCUSIÓN					
VALOR MÍNIMO	100,1	96,5	102	101,6	99,2
VALOR MÁXIMO	102,2	109,2	104,3	104,9	102,5
VALOR MEDIO LAeq	101,15	102,85	103,15	103,25	100,85

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca. Elaboración: Wilson Cajamarca.

El Laeq medido, corresponde al promedio del valor mínimo y máximo de 5 mediciones aleatorias en el grupo de trabajo correspondiente a los instrumentos de percusión.

TABLA 4. CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) PERCUSIÓN

101,15
102,85
103,15
103,25
100,85
<b>L<sub>Aeq,T</sub> 102,25 dB</b>

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca. Elaboración: Wilson Cajamarca.

El cálculo del nivel sonoro equivalente corresponde al promedio del Laeq medido del grupo de instrumentos de percusión.

#### CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Se utiliza para el cálculo del intervalo de confianza. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum(L_i - L)^2}{n-1}}$$

$$SL = \sqrt{((102,25-101,15)_1 + (102,25-102,85)_1 + (102,25-103,15)_1 + (102,25-103,25)_1 + (102,25-100,85)_1) / 5 - 1}$$

$$SL = \sqrt{((1,1)_1 + (-0,6)_1 + (-0,9)_1 + (-1)_1 + (1,4)_1) / 4}$$

$$SL = \sqrt{(1,21 + 0,36 + 0,81 + 1 + 1,96) / 4}$$

$$SL = \sqrt{5,34 / 4}$$

$$SL = \sqrt{1,33}$$

SL=1,15 por lo tanto: el número de muestras es adecuado.

### **CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D)**

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n_i}$$

$$L_{Aeq, d} = L_{Aeq, T} + 10 \log (T/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 102,25 + 10 \log (4/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 99,24 \text{ dB}$$

Se calcula el nivel de presión sonora continua diaria, al cual se adiciona el valor obtenido de en la tabla de intervalo de confianza (ver anexo Nro.10) que corresponde a 1, y se obtiene del número de mediciones y el SL que fue de 1,15.

intervalo de confianza (SL y n) = 1, por lo tanto, LAeq, d = 99,24 + - 1dB, se considera el valor máximo 100,24 dB

### **CÁLCULO DE LA DOSIS**

D= C tiempo de exposición para 100,24dB 4 horas /T tiempo de exposición permitido para 100,24 dB 0,125 horas.

$$D = 4 / 0,125$$

D= 32 riesgo crítico, nivel de control.

#### 4.1.3. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL.

TABLA 5.4.1.3. MEDICIÓN DE RUIDO EN INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL.

VIENTO METAL					
<b>VALOR MÍNIMO</b>	91,8	92	95,2	96,1	93,1
<b>VALOR MÁXIMO</b>	105	100,1	104,3	97,4	101,9
<b>VALOR MEDIO LAeq</b>	98,4	96,05	99,75	96,75	97,5

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El Laeq medido, corresponde al promedio del valor mínimo y máximo de 5 mediciones aleatorias en el grupo de trabajo correspondiente a los instrumentos de viento metal.

TABLA 6. CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) VIENTO METAL

98,4
96,05
99,75
96,75
97,5
<b>LAEq,T 97,69 dB</b>

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El cálculo del nivel sonoro equivalente corresponde al promedio del Laeq medido del grupo de instrumentos de viento metal.

#### CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Se utiliza para el cálculo del intervalo de confianza. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n-1}}$$

$$S_L = \sqrt{((97,69-98,4)_2 + (96,69-96,05)_2 + (96,69-99,75)_2 + (96,69-96,75)_2 + (96,69-97,5)_2) / 5-1}$$

$$SL = \sqrt{((-0,71)_2 + (1,64)_1 + (-2,06)_1 + (0,94)_1 + (0,19)_1) / 4}$$

$$SL = \sqrt{(0,5 + 2,68 + 4,24 + 0,88 + 0,036) / 4}$$

$$SL = \sqrt{8,33 / 4}$$

$$SL = \sqrt{2,08}$$

SL=1,44 por lo tanto: el número de muestras es adecuado.

### **CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D)**

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n_i}$$

$$L_{Aeq, d} = L_{Aeq, T} + 10 \log (T/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 97,69 + 10 \log (4/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 94,67 \text{ dB}$$

Se calcula el nivel de presión sonora continua diaria, al cual se adiciona el valor obtenido de en la tabla de intervalo de confianza (ver anexo Nro.10) que corresponde a 2, y se obtiene del número de mediciones y el SL que fue de 1,44.

intervalo de confianza (SL y n) = 2, por lo tanto,  $L_{Aeq, d} = 94,67 \pm 2 \text{ dB}$ , se considera el valor máximo 96,67 dB

### **CÁLCULO DE LA DOSIS**

D= C tiempo de exposición para 96,67dB 4 horas /T tiempo de exposición permitido para 100,24 dB 0,5 horas.

$$D = 4/0,5$$

D= 8 riesgo crítico, nivel de control.

#### 4.1.4. MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA.

tabla 7.4.1.4. MEDICIÓN DE RUIDO EN INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA.

VIENTO MADERA					
VALOR MÍNIMO	76,7	76,7	76,3	80,7	87,1
VALOR MÁXIMO	96,8	101,5	100,9	99,5	92
VALOR MEDIO LAeq	86,75	89,1	88,6	90,1	89,55

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El Laeq medido, corresponde al promedio del valor mínimo y máximo de 5 mediciones aleatorias en el grupo de trabajo correspondiente a los instrumentos de viento madera.

TABLA 8. CÁLCULO DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (LAEQ, T) VIENTO MADERA.

86,75
89,1
88,6
90,1
89,55
<b>L<sub>Aeq,T</sub> 88,82 dB</b>

Fuente: mediciones orquesta sinfónica de Cuenca.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

El cálculo del nivel sonoro equivalente corresponde al promedio del Laeq medido del grupo de instrumentos de viento madera.

#### CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Se utiliza para el cálculo del intervalo de confianza. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n-1}}$$

$$S_L = \sqrt{((88,82-86,75)_2 + (88,82-89,1)_2 + (88,82-88,6)_2 + (88,82-90,1)_2 + (88,82-89,55)_2) / 5-1}$$

$$SL = \sqrt{((2,07)_{i^2} + (-0,28)_{i^2} + (0,22)_{i^2} + (-1,28)_{i^2} + (-0,73)_{i^2}) / 4}$$

$$SL = \sqrt{(4,28 + 0,078 + 0,05 + 1,64 + 0,53) / 4}$$

$$SL = \sqrt{6,58 / 4}$$

$$SL = \sqrt{1,65}$$

SL=1,28 por lo tanto: el número de muestras es adecuado.

### **CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, D)**

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n_i}$$

$$L_{Aeq, d} = L_{Aeq, T} + 10 \log (T/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 88,82 + 10 \log (4/8)$$

$$L_{Aeq, d} = 85,80 \text{ dB}$$

Se calcula el nivel de presión sonora continua diaria, al cual se adiciona el valor obtenido de en la tabla de intervalo de confianza (ver anexo Nro.10) que corresponde a 2, y se obtiene del número de mediciones y el SL que fue de 1,28.

intervalo de confianza (SL y n) = 2, por lo tanto, LAeq, d = 85,80 + - 2dB, se considera el valor máximo 87,80 dB

### **CÁLCULO DE LA DOSIS**

D= C tiempo de exposición para 87,80dB 4 horas /T tiempo de exposición permitido para 87,80 dB 4 horas.

$$D = 4/4$$

D= 1 riesgo alto, nivel de control.

## 4.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

### 4.2.1. TABLA N° 9. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
<b>Sexo</b>		
Femenino	11	21,2%
Masculino	41	78,8%
<b>Edad</b>		
20-29 años	16	30,8%
30-39 años	12	23,1%
40-49 años	11	21,2%
50-59 años	12	23,1%
60 o más	1	1,9%
Total	52	100,0%

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 78,8% de los músicos son varones y 21,2% mujeres. El 30,8% tenía entre 20 y 29 años; un 23,1% estaba entre los 30 y 39 años; otro 23,1%, entre los 50 y 59 años.

### 4.2.2. TABLA N° 10. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN VARIABLES ASOCIADAS A EXPOSICIÓN AL SONIDO.

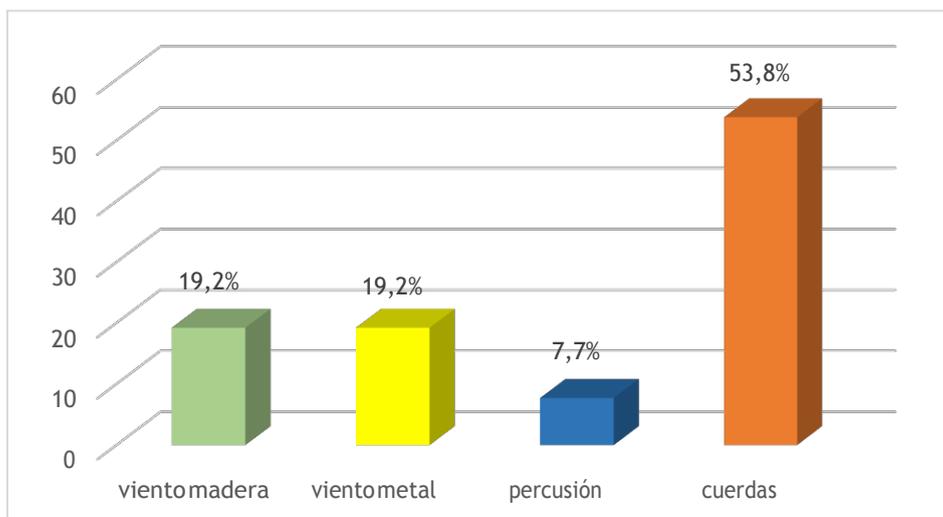
Variable	Frecuencia	Porcentaje
<b>Tiempo que trabaja como músico en la orquesta</b>		
Menos de 5 años	16	30,8%
Entre 5 – 10 años	11	21,2%
Más de 10 años	25	48,1%
<b>Tiempo de exposición diaria al sonido con el instrumento</b>		
4 - 6 horas	1	1,9%
6 - 8 horas	20	38,5%
8 - 10 horas	31	59,6%
Total	52	100%

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 48,1% de los músicos labora más de 10 años en la orquesta sinfónica; el 30,8% menos de 5 años y el 21,2% entre 5 a 10 años. La práctica diaria con el instrumento se lleva a cabo en un 59,6% entre 8 y 10 horas; en un 38,5% entre 6 a 8 horas al día.

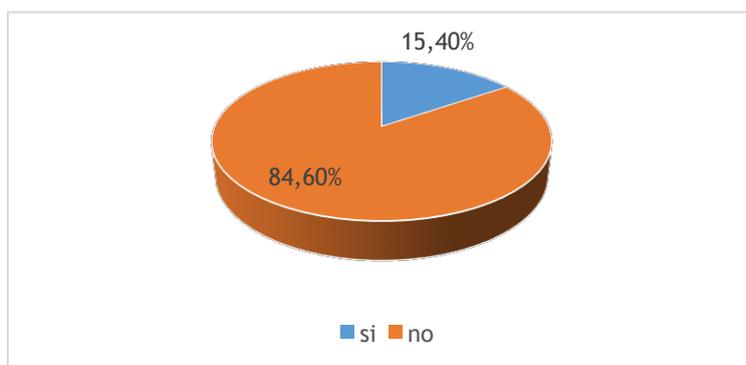
#### 4.2.3. GRÁFICO N° 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS SEGÚN FAMILIA MUSICAL.



Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 53,8% de los músicos, toca un instrumento de cuerdas. Un 19,2% ejerce con un viento metal, otro 19,2% con un viento madera. El 7,7% ejecuta percusión.

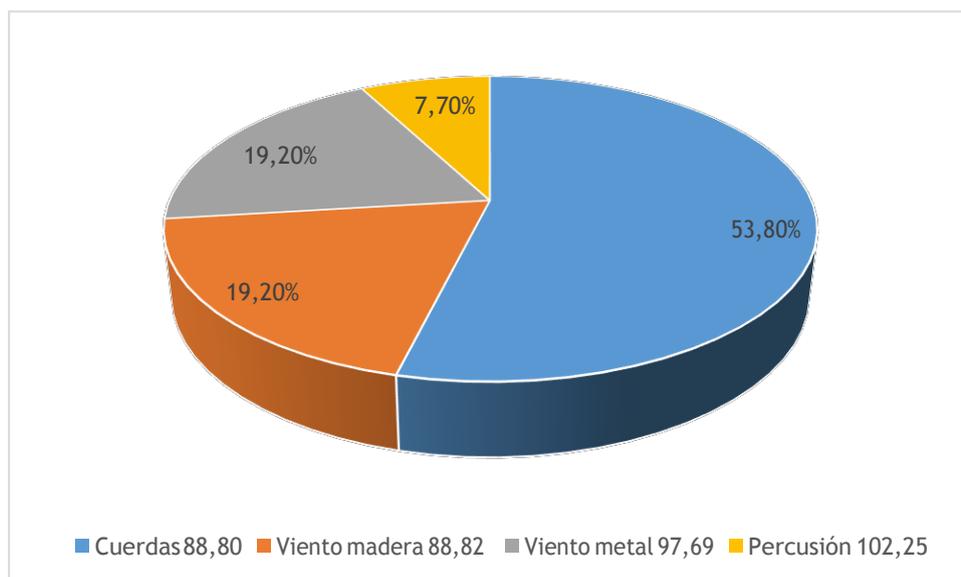
#### 4.2.4. GRÁFICO N° 6. PREVALENCIA DE HIPOACUSIA EN LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA SINFÓNICA.



Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 15,4% de los músicos padece hipoacusia.

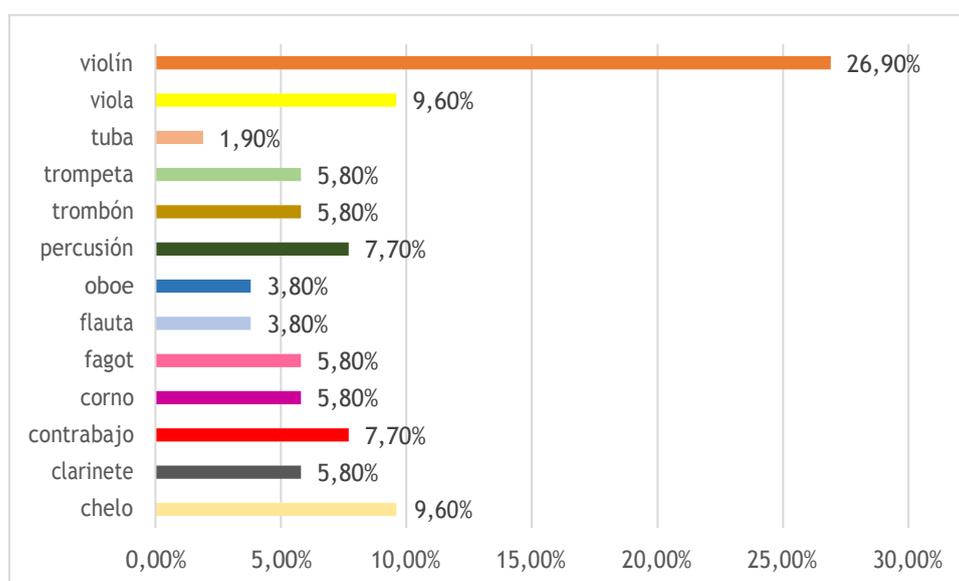
**4.2.5. GRÁFICO N° 7. NIVEL SONORO PROMEDIO DIARIO EN DECIBELES AL QUE ESTÁN SOMETIDO LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA SEGÚN INSTRUMENTO.**



Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 53,80% de los músicos están sometidos a un nivel sonoro diario aproximado de 88,80 dB porque ejercen con cuerdas. Un 19,20% está expuesto a 88,82 dB diarios porque trabaja con viento-madera. Otro 19,20 está sometido a 97,69 dB porque toca viento-metal y un 7,7% está expuesto a 102,25 dB porque toca percusión.

**4.2.6. GRÁFICO N° 8: DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS TOCADOS POR LOS MÚSICOS DE LA ORQUESTA.**



Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 26,9% toca el violín. Un 9,6% ejerce con la viola, otro 9,6% con el chelo. Un 7,70% toca el contrabajo. Otro 7,70% toca percusión.

**4.2.7. TABLA N<sup>o</sup> 11. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS A LA HIPOACUSIA.**

Variable	Frecuencia	Porcentaje
<b>Según localización</b>		
Ninguna	44	84,6%
Unilateral	2	3,8%
Bilateral	6	11,5%
<b>Según tipo</b>		
Ninguna	44	84,6%
Conductiva	1	1,9%
Mixta	5	9,6%
Neurosensorial	1	1,9%
Trauma acústico	1	1,9%
<b>Según grado</b>		
Ninguno	44	84,6%
Leve	4	7,7%
Moderado	3	5,8%
Trauma acústico	1	1,9%
Total	52	100%

Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el 11,5% presenta hipoacusia bilateral y el 3,8% unilateral. El tipo de hipoacusia que predomina es la mixta con un 9,6% y luego en porcentajes iguales (1,9%) la conductiva, la neurosensorial y el trauma acústico. Según el grado de hipoacusia, el que se encuentra con más frecuencia es el leve con un 7,7%, siguiendo el moderado con un 5,8%.

**4.2.8. TABLA NO 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS.**

Variable	Hipoacusia		Total	p	OR: LC
	Si F %	No F %			
<b>Sexo</b>					
Femenino	0 (0,0%)	11 (100,0%)	11	0,11	1,24: 1,06 – 1,44
Masculino	8 (19,5%)	33 (80,5%)	41		
<b>Edad en años</b>					
Hasta 30	0 (0,0%)	16 (100,0%)	16	0,04	1,28: 1,08 – 1,53
Más de 30	8 (22,2%)	28 (77,8%)	36		
<b>Total</b>	8	44	52		

Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** ninguna mujer presentó hipoacusia y en los varones, la frecuencia fue del 19,5%. Dato que se constituye en un riesgo para la producción de hipoacusia. Todos los músicos que presentaron hipoacusia tienen más de 30 años, presentando, la edad, significación estadística ( $p < 0,05$ ) y constituyendo otro factor de riesgo (límites de confianza mayores a la unidad).

**4.2.9. TABLA N<sup>o</sup> 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN AL SONIDO.**

Variable	Hipoacusia		Total	p	OR: LC
	Si F %	No F %			
<b>Años laborando como músico en la orquesta sinfónica</b>					
Hasta 10	1 (3,7%)	26 (96,3%)	27	0,015	1,33: 1,03 – 1,72
Más de 10	7 (28,0%)	18 (72,0%)	25		
<b>Horas de práctica diaria con el instrumento</b>					
Hasta 8	2 (9,5%)	19 (90,5%)	21	0,33	0,43: 0,07 – 2,4
Más de 8	6 (19,4%)	25 (80,6%)	31		
<b>Total</b>	8	44	52		

Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** laborar más de 10 años como músico en la orquesta sinfónica tiene significación estadística con la hipoacusia ( $p < 0,005$ ) y a su vez representa un factor de riesgo para su aparición (límites de confianza menores a la unidad). El tiempo de horas de práctica con el instrumento no tiene asociación estadística con la hipoacusia.

**4.2.10. TABLA N° 14. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN HIPOACUSIA ASOCIADA A TIPO DE INSTRUMENTO.**

Variable	Hipoacusia		p
	Si F %	No F %	
<b>Tipo de instrumento</b>			
Viento madera	1 (10,0%)	9 (90,0%)	0,08
Viento metal	4 (40,0%)	6 (60,0%)	
Percusión	0 (0,0%)	4 (100,0%)	
Cuerdas	3 (10,7%)	25 (89,3%)	
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	

Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el tipo de instrumento no tiene significancia estadística con la hipoacusia.

**4.2.11. TABLA N° 15. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO.**

Variable	Localización de la hipoacusia			Total	p
	Bilateral F %	Unilateral F %	Ninguna F %		
<b>Años laborando como músico en la orquesta sinfónica</b>					
Hasta 10	1 (3,7%)	0 (0,0%)	26 (96,3%)	27	0,048
Más de 10	5 (20,0%)	2 (8,0%)	18 (72,0%)	25	
<b>Horas de práctica diaria</b>					
Hasta 8	1 (4,8%)	1 (4,8%)	19 (90,5%)	21	0,444
Más de 8	5 (16,1%)	1 (3,2%)	25 (80,6%)	31	
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>44</b>		

Fuente: Formularios de recolección de datos.  
Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** existe asociación estadística ( $p < 0,05$ ) entre los años laborando como músico en la orquesta y la localización de la hipoacusia, que es bilateral en la mayoría y tiene mayor prevalencia en los que trabajan por más de 10 años. Las horas de práctica al día con el instrumento no tiene asociación estadística con la localización de la hipoacusia, pero es más frecuente en los que practican más de 8 horas al día.

**4.2.12. TABLA N° 16. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN LOCALIZACIÓN DE LA HIPOACUSIA ASOCIADA A TIPO DE INSTRUMENTO MUSICAL.**

Variable	Localización de la hipoacusia			Total	p
	Bilateral F %	Unilateral F %	Ninguna F %		
<b>Tipo de instrumento</b>					
Viento Madera	0 (0,0%)	1 (10,0%)	9 (90,0%)	10	0,190
Viento metal	3 (30,0%)	1 (10,0%)	6 (60,0%)	10	
Percusión	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (100,0%)	4	
Cuerdas	3 (10,7%)	0 (0,0%)	25 (89,3%)	28	
Total	6	2	44		

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** No existe asociación estadística entre la localización de la hipoacusia y el tipo de instrumento musical, sin embargo, la familia de viento metal produce más hipoacusia (30% de hipoacusia bilateral y 10% de unilateral) que las demás familias musicales, seguida de las cuerdas (10,7% de bilateral).

**4.2.13. TABLA N° 17. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN TIPO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO.**

Variable	Tipo de hipoacusia					Total	p
	Mixta F %	Neurosensorial F %	Conductiva F %	Trauma acústico F %	Ninguna F %		
<b>Años laborando como músico en la orquesta sinfónica</b>							
Hasta 10	1 (3,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	26 (96,3%)	27	0,18
Más de 10	4 (16,0%)	1 (4,0%)	1 (4,0%)	1 (4,0%)	18 (72,0%)	25	
<b>Horas de práctica diaria</b>							
Hasta 8	1 (4,8%)	0 (0,0%)	1 (4,8%)	0 (0,0%)	19 (90,5%)	21	0,429
Más de 8	4 (12,9%)	1 (3,2%)	0 (0,0%)	1 (3,2%)	25 (80,6%)	31	
Total	5	1	1	1	44		

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** no existe asociación estadística entre el tipo de hipoacusia y los años laborando en la orquesta y las horas de práctica al día ( $p > 0,05$ ).

**4.2.14. TABLA N° 18. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN TIPO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A FAMILIA DEL INSTRUMENTO MUSICAL.**

Variable	Tipo de hipoacusia					Total	p
	Mixta F %	Neurosensorial F %	Conductiva F %	Trauma acústico F %	Ninguna F %		
<b>Familia musical</b>							
Viento Madera	1 (10,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	9 (90,0%)	10	0,45
Viento metal	2 (20,0%)	0 (0,0%)	1 (10,0%)	1 (10,0%)	6 (60,0%)	10	
Percusión	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (100,0%)	4	
Cuerdas	2 (7,1%)	1 (3,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	25 (89,3%)	28	
Total	5	1	1	1	44		

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** no existe asociación estadística ( $p > 0,05$ ) entre tipo de hipoacusia y familia musical a la que pertenece el instrumento, sin embargo, se evidencia que dentro del grupo viento metal, se incluyen 20% de hipoacusia mixtas, 10% de conductivas y 10% de trauma acústico. Las cuerdas incluyen un 7,1% de hipoacusia mixta y un 3,6% de neurosensorial

**4.2.15. TABLA N° 19. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN GRADO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A VARIABLES DE EXPOSICIÓN DEL SONIDO.**

Variable	Grado de hipoacusia				Total	p
	Leve F %	Moderada F %	Trauma acústico F %	Ninguno F %		
<b>Años laborando como músico en la orquesta</b>						
Hasta 10	1 (3,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	26 (96,3%)	27	0,09
Más de 10	3 (12,0%)	3 (12,0%)	1 (4,0%)	18 (72,0%)	25	
<b>Horas de práctica diarias con el instrumento</b>						
Hasta 8	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0 (0,0%)	19 (90,5%)	21	0,73
Más de 8	3 (9,7%)	2 (6,5%)	1 (3,2%)	25 (80,6%)	31	
Total	4	3	1	44		

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** el grado de hipoacusia y las horas de práctica al día con el instrumento no presentan asociación estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) sin embargo, los años trabajando tiene una tendencia con la producción de hipoacusia. Se nota que los músicos que laboran más de 10 años presentan niveles considerables de disminución de la agudeza auditiva: leve en un 12%, moderada en un 12%, trauma acústico en un 4%.

**4.2.16. TABLA N° 20. DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSICOS DEL ESTUDIO SEGÚN GRADO DE HIPOACUSIA ASOCIADA A FAMILIA MUSICAL DEL INSTRUMENTO.**

Variable	Grado de hipoacusia				Total	p
	Leve F %	Moderada F %	Trauma acústico F %	Ninguno F %		
<b>Familia musical del instrumento</b>						
Viento madera	1 (10,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	9 (90,0%)	10	0,33
Viento metal	1 (10,0%)	2 (20,0%)	1 (10,0%)	6 (60,0%)	10	
Percusión	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (100,0%)	4	
Cuerdas	2 (7,1%)	1 (3,6%)	0 (0,0%)	25 (89,3%)	28	
Total	4	3	1	44		

Fuente: Formularios de recolección de datos.

Elaboración: Wilson Cajamarca.

**Análisis:** no existe asociación estadísticamente significativa entre el grado de hipoacusia y la familia musical del instrumento tocado. Sin embargo, se evidencia que existe más daño con el grupo viento-metal: 10% de hipoacusia leve, 20% de moderada, 10% de trauma acústico.

### 4.3. DISCUSIÓN

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2014) de España, los músicos que ejercen su profesión en orquestas están sometidos a altos niveles sonoros. Para efectos de estudios médicos con este grupo ocupacional, la música, puede considerarse como un agente contaminante que puede lesionar el oído y llamarla “ruido” puede ser pertinente para establecer políticas de prevención de riesgos laborales. El intérprete de orquesta sinfónica constantemente ha sido mantenido por mucho tiempo en sitios en donde la intensidad del ruido es elevada. El daño a nivel auditivo está directamente relacionado con la intensidad de la presión sonora y el tiempo de exposición y no de la fuente o actividad que lo emita en tal razón la definición de ruido no debe centrarse como un sonido que no nos agrada sino como un riesgo ocupacional y que genera alteraciones en la capacidad auditiva los músicos.

El sexo masculino presenta una prevalencia del 19% de hipoacusia frente a 0% de las mujeres, constituyéndose por sí solo en un factor de riesgo. Según un estudio español, llevado a cabo por García (2018) se evidencia que dentro de las enfermedades profesionales de los músicos de orquesta consta la hipoacusia en una proporción de 5 a 1 en relación hombres: mujeres. Confirmando esta tendencia de la hipoacusia inducida por ruido a afectar en mayor proporción al sexo masculino.

La edad (mayores de 30 años) constituye un factor de riesgo para la producción de hipoacusia y está en concordancia con lo que manifiesta la revista ocupacional ERGA (2012) en cuanto que es directamente proporcional con el daño: a mayor edad, mayor lesión auditiva. Igualmente, Larregui (2014) corrobora en sus estudios en músicos que la edad es un factor de riesgo importante en la disminución de la capacidad auditiva.

La prevalencia de hipoacusia en los músicos de la orquesta fue de 15,4%, dato que difiere al encontrado por Rozas y Sanhuesa (2012) que revelaron que un 30% de los músicos de una orquesta chilena presentó hipoacusia inducida por música (HIM), evidenciando una elevación en los umbrales audiométricos para la frecuencia 6.000 Hz. Concluyeron que “un número importante de los músicos evaluados presenta daño auditivo producto de la exposición a música a altas intensidades”. Esta menor prevalencia puede deberse a que en nuestro estudio existe un 30% de jóvenes menores de 30 años y en el estudio chileno, existen músicos de mayor edad. La organización mundial de la salud indica que existe una prevalencia de hipoacusia del 17% en América Latina, en trabajadores que cumplen jornadas laborales de 8 horas diarias durante 5

días a la semana y que tienen un tiempo de exposición entre 10 a 15 años, dato que concuerda con el encontrado en esta investigación.

Se evidenció que el trabajo como músico de orquesta durante más de 10 años tiene asociación estadística con la hipoacusia más no con las horas de práctica al día. Estos resultados son similares a los obtenidos por Fontencilla y colaboradores (2015) quienes concluyeron en un estudio que la lesión auditiva incluso irreversible depende de la magnitud de la exposición al ruido y aparece a mediano o largo plazo (años) a niveles por sobre 85 dB. La exposición resulta del trabajo individual como en grupo.

El nivel sonoro promedio al que están expuestos los músicos de este estudio son: 88.80 dB para cuerdas, 88.82 dB para viento-madera, 97.69 para viento-metal y 102.25 para percusión sin embargo pese a que la percusión produce niveles sonoros más elevados, no se encontró hipoacusia en ninguno de los que la ejecutan porque, los cuatro percusionistas, tienen menos de 30 años y ninguno labora más de 10 años en la orquesta sinfónica. Los datos de estudio arrojan asociación estadísticamente significativa entre hipoacusia con las variables edad (más de 30 años) y tiempo de ejercicio musical en la orquesta (más de 10 años).

En la teoría de igual energía, que es utilizada en la normativa legal chilena, D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud: un nivel equivalente de 82 dB (A) se permite hasta por 16 horas continuas de exposición, en cambio, uno de 85 dB (A) hasta 8 horas, y así, por cada aumento de 3 dB en el Nivel Equivalente al cual se esté expuesto, el tiempo permitido se reduce a la mitad. De acuerdo a esto, todos los músicos que tienen exposiciones a niveles de ruido superiores a 94 dB (A), pueden estar expuestos como máximo a tiempos iguales o inferiores a 1 hora. En consecuencia, aquellos que permanezcan expuestos durante tiempos mayores a 1 hora, sin medidas de control que reduzcan la exposición, tendrán una alta probabilidad de que se les genere una hipoacusia sensorineural inducida por ruido, al cabo de años de exposición.

Todos los músicos reciben una dosis de ruido diaria superior al criterio de acción establecido lo que implica que, en todos los puestos de trabajo, se deben implementar medidas de control de ruido y vigilancia médica por el riesgo de adquirir una pérdida auditiva (Medline plus, 2018) Hernández y colaboradores (2015) concluyeron que en los músicos el riesgo de hipoacusia no se presenta solo en los casos de exposición durante un largo periodo de tiempo frente a música amplificadas, sino que también durante la exposición por periodos cortos de tiempo con elevados niveles de presión acústica. Han descrito síntomas relacionados con la

exposición a música a altos niveles de intensidad como: tinnitus, reclutamiento, hiperacusia, entre otros.

Según la localización de la hipoacusia, se encontró: que la unilateral está en 3,8% y la bilateral 11,5%. Cvizonas y colaboradores (2012) en un estudio uruguayo, destacaron, como riesgo de hipoacusia a la exposición al ruido de más de 85 dB estos niveles provocan una hipoacusia neurosensorial, silenciosa, de curso continuo e incurable y que afecta a ambos oídos. Además, en nuestro estudio la localización de la hipoacusia tiene asociación con los años trabajando como músico. La revista ocupacional ERGA (2012) explica cómo casi, todos los instrumentos musicales llegan a alcanzar en condiciones normales de uso un nivel acústico de 80 decibeles A. Este valor es considerado el límite de riesgo para la audición con exposiciones de 8 horas al día y 5 días por semana. Tanto el nivel y tiempo de exposición al ruido constituyen la dosis y esta tiene una relación directamente proporcional a la presencia de hipoacusia. Así, no es difícil que un músico profesional alcance una dosis peligrosa para la audición tocando poco más de una hora al día y que al cabo de unos años, mermen claramente sus facultades auditivas.

El grado de hipoacusia encontrado fue: leve en un 7,7%; moderado en un 5,8% y trauma acústico en un 1,9%. En estudios antes mencionados (Larregui, 2014) se establece que el grado de afectación depende de la dosis de ruido recibida que empieza a manifestarse como la respuesta del organismo a la exposición a niveles dañinos de ruido en el ambiente de trabajo de manera continuada, por periodos o con picos y con una intensidad alta superior a 85 decibeles A durante un período prolongado. Las frecuencias más dañinas para el oído humano son las que están entre 3000, 4000 y 6000 Hz, siendo las que con mayor frecuencia se encuentran en las industrias. La pérdida auditiva se evidencia en la frecuencia de 4000 Hz. Niveles de presión acústica que se encuentran por debajo de 80 decibeles, no estarían implicadas en la generación de alteraciones auditivas, sin embargo, la susceptibilidad del individuo tiene mucho que ver. La duración del estímulo está en relación directa con la lesión coclear. La disminución de la agudeza auditiva comienza de forma silente y se percibe cuando alcanza las frecuencias conversacionales de 500,1000 y 2000 HZ. Y se confirma que es un hallazgo tardío si no se realiza un seguimiento de los trabajadores que estén expuestos a ruido.

Larregui (2014) considera que los factores decisivos en el origen de la hipoacusia inducida por música son los siguientes: el nivel de presión sonora, el tiempo de exposición y la susceptibilidad del individuo, un factor importante a tenerse en cuenta es el espectro de la

frecuencia del ruido y las propiedades de transmisión del sonido en el oído. De acuerdo con la susceptibilidad todos los músicos tienen diferente sensibilidad auditiva y así mismo difiere la anatomía del oído medio; esto da como resultado que las cantidades de energía acústica que alcanzan la cóclea sean distintas, también llegan con diferentes frecuencias, por lo que, la disminución de la audición puede ser encontrada en los 3.000 o 6.000 Hz, y en contadas ocasiones en los 2.000 u 8.000 Hz. La hipoacusia inducida por ruido no es un cuadro brusco, sino que se produce paulatinamente, produciéndose la disminución del umbral auditivo a través de escotomas que sus características varían de acuerdo al grado de compromiso de la pérdida auditiva. Los pacientes que presentan grados de hipoacusia más graves, son en la mayoría de los casos los que tienen mayor edad. Entre los músicos con menor tiempo de exposición de 20 años o menos, se presenta el mayor porcentaje que no posee la enfermedad. Los porcentajes más prevalentes de hipoacusia están entre los 21 y 25 años de exposición (92,3%) y luego se mantienen.

Existe tendencia estadística entre familia musical e hipoacusia, siendo el grupo viento-metal el más lesivo para el oído. Este dato lo confirma la revista ocupacional ERGA (2012) que explica como los músicos que ejecutan el trombón que pertenece a esta familia musical fueron los que más prevalencia de hipoacusia presentaron en un estudio efectuado en España, existe la posibilidad que al estar ubicados delante de la percusión este factor sea un adicional a la presencia del daño auditivo en los músicos de esta familia de instrumentos. Sin embargo, tiene más peso las variables edad y años trabajando como músico.

#### **4.4. CONCLUSIONES.**

Se evaluaron 52 músicos de la orquesta sinfónica de Cuenca de los cuales solo se realizaron las audiometrías 42.

En todos los puestos de trabajo evaluados se excedió el nivel de ruido permitido por la legislación ecuatoriana que contempla 85dB.

Cuerdas 88,80 dB.

Percusión 102,25 dB.

Viento metal 97,69 dB.

Viento madera 85,80 dB.

La dosis de ruido que reciben los músicos en todos los casos se encuentra en un nivel superior, sin embargo: percusión dosis de 32, y viento metal con dosis de 8, se encuentran en nivel crítico.

El 78% de los músicos de la orquesta sinfónica evaluados son varones y el 21% son mujeres.

El 30,8% tiene entre 20 y 29 años, 23,1% entre los 30 y 39 años y 23,1% está entre los 50 y 59 años.

El tiempo que trabaja como músico en la orquesta es: menor de 5 años el 30,8%, de 5 a 10 años el 21,2% y mayor de 10 años el 48,1%.

El tiempo de exposición diaria al instrumento fué de 8 a 10 horas el 59,6%, de 6 a 8 horas el 38,5% y de 4 a 6 horas el 1,9%.

La distribución de músicos que tocan instrumentos por familia fué: cuerdas 53,8%, viento metal 19,2%, viento madera 19,2% y percusión el 7,7%.

La prevalencia de hipoacusia en músicos que laboran en la orquesta sinfónica de cuenca fue del 15,40%.

Las mujeres que fueron evaluadas en este estudio: ninguna de ellas presento hipoacusia por ruido.

La hipoacusia según la localización de la misma fué unilateral en un 3,8% y bilateral en un 11.5%.

La hipoacusia según el tipo de la misma fué: conductiva con 1,9%, mixta 9,6%, neurosensorial 1,9% y trauma acústico con 1,9%.

La hipoacusia según el grado de la misma fué: leve con un 7,7%, moderada con 5,8% y trauma acústico 1,9%.

De los músicos evaluados, los que presentaron hipoacusia tienen más de 30 años de edad con una significación estadística de  $P 0,04$ .

Laborar más de 10 años como músico en la orquesta sinfónica tiene significación estadística con la presencia de hipoacusia con  $P 0,015$ .

Existe asociación estadística  $P 0,048$  entre los años laborando como músico y la localización de la hipoacusia bilateral.

No existe asociación estadística entre el tipo de hipoacusia y los años laborando en la orquesta y las horas de práctica  $P > 0,05$ .

No existe asociación estadística  $P > 0,05$  entre el tipo de hipoacusia y la familia musical a la que pertenece el instrumento.

#### **4.5. RECOMENDACIONES.**

Debido a los niveles de ruido que exceden la normativa, se sugiere mantener la jornada laboral de 4 horas.

Establecer en el reglamento interno: la obligatoriedad del uso de protectores auditivos durante las prácticas y las presentaciones de los músicos.

Realizar capacitaciones continuas en materia de prevención del riesgo ruido a los músicos para crear conocimiento, un cambio de actitud y la mayor predisposición al uso de protectores auditivos tanto en la orquesta como en sus prácticas extra laborales.

Debido a la prevalencia elevada de hipoacusia en el grupo de músicos que pertenecen a la familia de instrumentos de viento metal, se hace necesaria la colocación de pantallas con material absorbente entre la percusión y este grupo para evitar la dosis excesiva de ruido.

Organizar por parte del director musical los repertorios para que se puedan tocar canciones con menor presión sonora.

Realizar la importación de protectores auditivos para la protección permanente de los músicos.

Realizar audiometrías periódicas, semestrales a los músicos que padecen hipoacusia y anuales a los que se encuentran con su función auditiva preservada con el objetivo de evaluar la evolución de la enfermedad y las acciones preventivas para los que se encuentran sanos.

Realizar las prácticas en lugares adecuados más amplios y que cuenten con zonas apantalladas y refugios acústicos de ser posible.

Sugerir que en las presentaciones los músicos no toquen en el foso del teatro, debido a que se encuentran muy cerca el uno del otro y la exposición al efecto dañino por ruido aumenta.

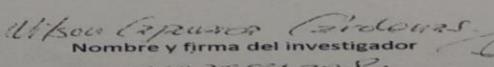
Recomendar al comité de seguridad y salud de la orquesta prestar atención prioritaria a los resultados de este estudio y a las recomendaciones que servirán para que los músicos conserven su salud auditiva que es parte primordial para ejercer su arte profesional.

Ubicar mejor a los intérpretes en un espacio por lo menos de 2 m<sup>2</sup> por interprete o la posibilidad de usar gradas para elevar el nivel de los músicos que generan más decibeles.

Reducir la exposición al personal que no esté participando de una pieza musical exigiendo la colocación de protectores auditivos desechables o abandonar el estudio de práctica.

## 4.6. ANEXOS.

### 4.6.1 ANEXO NRO. 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: PREVALENCIA DE HIPOACUSIA EN MÚSICOS DE LA ORQUESTA SINFÓNICA DE CUENCA DEBIDO A LA EXPOSICIÓN A RUIDO, PERIODO SEPTIEMBRE 2018-FEBRERO 2019.	
DATOS DEL EQUIPO INVESTIGATIVO:	
INVESTIGADOR PRINCIPAL: DR. WILSON BOLÍVAR CAJAMARCA CÁRDENAS.	
¿DE QUE SE TRATA EL DOCUMENTO? Ud. Esta invitado(a) a participar en este estudio que se realizará por parte del Dr. Wilson Cajamarca. En este documento llamado "consentimiento informado" se explican las razones por las que se realizará el estudio, cuál será su participación y si acepta la invitación. También se explica los posibles riesgos, beneficios y sus derechos en caso de que Usted decida participar. Después de revisar la información en este consentimiento y aclarar todas sus dudas, tendrá el conocimiento para tomar una decisión sobre su participación o no en este estudio.	
OBJETIVO DEL ESTUDIO. Este proyecto de investigación tiene como fundamento determinar la prevalencia de hipoacusia en músicos de la orquesta sinfónica de Cuenca debido a la exposición a ruido.	
DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS. Si usted acepta participar en este estudio se realizarán los siguientes procedimientos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de datos mediante aplicación de una encuesta</li> <li>• Realización de una audiometría.</li> </ul> Sin embargo, si Usted no acepta participar en el estudio, la medición de ruido se hará incluyéndolo a Usted, debido a que serán para el bien colectivo de la orquesta.	
RIESGOS Y BENEFICIOS. El presente estudio <b>no representa ningún riesgo para usted</b> puesto que garantizamos el anonimato y la confidencialidad de los datos, los beneficios serán que usted contribuirá a tener un diagnóstico actual de su salud auditiva, así como los niveles de ruido a los que está expuesto, con lo que se sugerirán las medidas para la realización de una práctica laboral segura.	
DERECHO DE LOS PARTICIPANTES Usted tiene derecho a: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recibir la información del estudio de forma clara;</li> <li>2. Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas;</li> <li>3. Ser libre de negarse a participar en el estudio;</li> <li>4. Ser libre para renunciar y retirarse del estudio en cualquier momento;</li> <li>5. Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio, si procede;</li> <li>6. El respeto de su anonimato (confidencialidad);</li> <li>7. Que se respete su intimidad (privacidad);</li> <li>8. Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador;</li> <li>9. Tener libertad para responder las preguntas;</li> <li>10. Usted no recibirá ningún pago, ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.</li> </ol>	
INFORMACIÓN DE CONTACTO. Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono: 0987210288 que pertenece al investigador principal o envíe un correo electrónico a bwilson_cc@live.com.	
CONSENTIMIENTO INFORMADO. Comprendo mi participación en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar en esta investigación.	
Nombre y firma del músico cc.-	 Nombre y firma del investigador cc.- 01025574208.

### 4.6.2. ANEXO NRO. 2 ENCUESTA

UNIVERSIDAD DEL AZUAY ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE HIPOACUSIA EN MÚSICOS DE LA ORQUESTA SINFÓNICA DE CUENCA SEPTIEMBRE 2018 A FEBRERO 2019	
NOMBRE DEL MÚSICO: _____	
SEXO	
<input type="checkbox"/> HOMBRE <input type="checkbox"/> MUJER	
EDAD EN AÑOS	
<input type="checkbox"/> 0-20 <input type="checkbox"/> 21-30 <input type="checkbox"/> 31-40 <input type="checkbox"/> 41-50 <input type="checkbox"/> 51-60	
TIEMPO DE AÑO LABORADO EN LA ORQUESTA	
<input type="checkbox"/> MENOS DE 1 AÑO <input type="checkbox"/> DE 1 A 10 AÑOS <input type="checkbox"/> MAS DE 10 AÑOS	
TIEMPO DE PRÁCTICA CON EL INSTRUMENTO AL DÍA	
<input type="checkbox"/> MENOS DE 2 HORAS <input type="checkbox"/> 2 A 4 HORAS <input type="checkbox"/> 4 A 6 HORAS <input type="checkbox"/> MAS DE 6 HORAS	
TIPO DE INSTRUMENTO MUSICAL QUE EJECUTA	
<input type="checkbox"/> VIENTO MADERA <input type="checkbox"/> VIENTO METAL <input type="checkbox"/> PERCUSSION <input type="checkbox"/> CUERDA	

¿TIENE ALGUNA ENFERMEDAD AUDITIVA DIAGNOSTICADA?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ESPECIFIQUE CUAL _____
¿USA O HA USADO ALGUNA MEDICACIÓN QUE AFECTE LA AUDICIÓN?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ESPECIFIQUE CUAL _____
HORAS DE TRABAJO EN LA ORQUESTA AL DÍA	
HORAS DE PRÁCTICA FUERA DE ORQUESTA AL DÍA	

### 4.6.3. ANEXO NRO. 3 UBICACIÓN DE LA ORQUESTA



### 4.6.4. ANEXO NRO. 4 SONÓMETRO



## 4.6.7. ANEXO NRO. 5 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.

**EXTECH**  
INSTRUMENTS

ISO 9001 Certified FLIR Systems, Inc. • 9 Townsend West • Nashua, NH 03063

### Certificate of Calibration

Certificate Number: 187774  
Document Number: 133684

**Customer Details:**  
Customer Name: INTERWORLD HIGHWAY LLC

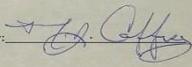
**Instrument Details:**  
 Manufacturer: EXTECH INSTRUMENTS  
 Description: DIGITAL SOUND LEVEL METER  
 Model Number: 407750  
 Serial Number: Z360530  
 Equip. ID Number: N/A  
 Calibration Date: April 11, 2018  
 Calibration Due: April 11, 2019  
 Cal. Interval: 12 MONTHS  
 As Received: NEW

**Environmental Details:**  
 Temperature: 21 Deg. +/- 5 C  
 Relative Humidity: 40 % +/- 15 %

**Procedures Used:**  
 Calibration Procedure: EICM407750-CP

### Certification

Extech Instruments certifies that the instrument listed above meets the specifications of the manufacturer at the completion of its calibration. Standards used are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or have been derived from accepted values, natural physical constants, or through the use of self-calibration techniques. Methods used are in accordance with ISO 10012 and ANSI/NCSL Z540-1-1994. This certificate is not to be reproduced other than in full, except with prior written approval of Extech Instruments Corporation.

**Technicians Notes:**  
 Technician: DANNI HOUGH  
 Approved By: 

Page 1 of 3 Form No. ISO-9001-085 Revision 3/2018

**For calibration service, E-mail: repair@extech.com**

**EXTECH**  
INSTRUMENTS

ISO 9001 Certified FLIR Systems, Inc. • 9 Townsend West • Nashua, NH 03063

### Certificate of Calibration

Certificate Number: 187774  
Document Number: 133684  
Model Number: 407750 S/N: Z360530

**As Received**

#### Calibration Data

Standard	UUT	Accuracy	High Limit	Low Limit	Error	Status
<b>Function: dB (A Weighting Curve Ref IEC 651 Type 2)</b>						
54.6dB (31.5 Hz)	53.8	+/- (3.0 dB)	57.6	51.6	-0.8	PASS
67.8dB (63.0 Hz)	67.2	+/- (2.0 dB)	69.8	65.8	-0.6	PASS
77.9dB (125 Hz)	78.3	+/- (1.5 dB)	79.4	76.4	0.4	PASS
85.4dB (250 Hz)	85.7	+/- (1.5 dB)	86.9	83.9	0.3	PASS
90.8dB (500 Hz)	90.8	+/- (1.5 dB)	92.3	89.3	0.0	PASS
94.0dB (1000 Hz)	94.0	+/- (1.5 dB)	95.5	92.5	0.0	PASS
95.2dB (2000 Hz)	94.2	+/- (2.0 dB)	97.2	93.2	-1.0	PASS
95.0dB (4000 Hz)	93.8	+/- (3.0 dB)	98.0	92.0	-1.2	PASS
92.5dB (8000 Hz)	92.0	+/- (5.0 dB)	97.9	87.9	-0.9	PASS
<b>Function: dB (C Weighting Curve Ref IEC 651 Type 2)</b>						
91.0dB (31.5 Hz)	91.3	+/- (3.0 dB)	94.0	88.0	0.3	PASS
93.2dB (63.0 Hz)	94.1	+/- (2.0 dB)	95.2	91.2	0.9	PASS
93.8dB (125 Hz)	94.9	+/- (1.5 dB)	95.3	92.3	1.1	PASS
94.0dB (250 Hz)	94.7	+/- (1.5 dB)	95.5	92.5	0.7	PASS
94.0dB (500 Hz)	94.6	+/- (1.5 dB)	95.5	92.5	0.6	PASS
94.0dB (1000 Hz)	94.2	+/- (1.5 dB)	95.5	92.5	0.2	PASS
93.8dB (2000 Hz)	92.7	+/- (2.0 dB)	95.8	91.8	-1.1	PASS
93.2dB (4000 Hz)	91.7	+/- (3.0 dB)	96.2	90.2	-1.5	PASS
91.0dB (8000 Hz)	89.6	+/- (5.0 dB)	96.0	86.0	-1.5	PASS

Page 2 of 3 Form No. ISO-9001-085 Revision 3/2018

**For calibration service, E-mail: repair@extech.com**

**TECH INSTRUMENTS**  
 ISO 9001 Certified  
 FLIR Systems, Inc. • 9 Townsend West • Nashua, NH 03063

## Certificate of Calibration

Certificate Number: 187774  
 Document Number: 133684  
 Model Number: 407750    SN: 2360530

As Received

### Calibration Data

Standard	UUT	Accuracy	High Limit	Low Limit	Error	Status
<b>Function: dB (A Weighting Curve Ref IEC 651 Type 2)</b>						
54.6dB (31.5 Hz)	53.8	+/(3.0 dB)	57.8	51.6	-0.8	PASS
67.8dB (63.0 Hz)	67.2	+/(2.0 dB)	69.8	65.8	-0.6	PASS
77.9dB (125 Hz)	78.3	+/(1.5 dB)	79.4	76.4	0.4	PASS
85.4dB (250 Hz)	85.7	+/(1.5 dB)	86.9	83.9	0.3	PASS
90.8dB (500 Hz)	90.8	+/(1.5 dB)	92.3	89.3	0.0	PASS
94.0dB (1000 Hz)	94.0	+/(1.5 dB)	95.5	92.5	0.0	PASS
95.2dB (2000 Hz)	94.2	+/(2.0 dB)	97.2	93.2	-1.0	PASS
95.0dB (4000 Hz)	93.8	+/(3.0 dB)	98.0	92.0	-1.2	PASS
92.9dB (8000 Hz)	92.0	+/(5.0 dB)	97.9	87.0	-0.9	PASS
<b>Function: dB (C Weighting Curve Ref IEC 651 Type 2)</b>						
91.0dB (31.5 Hz)	91.3	+/(3.0 dB)	94.0	88.0	0.3	PASS
93.2dB (63.0 Hz)	94.1	+/(2.0 dB)	95.2	91.2	0.9	PASS
93.8dB (125 Hz)	94.9	+/(1.5 dB)	95.3	92.3	1.1	PASS
94.0dB (250 Hz)	94.7	+/(1.5 dB)	95.5	92.5	0.7	PASS
94.0dB (500 Hz)	94.6	+/(1.5 dB)	95.5	92.5	0.6	PASS
94.0dB (1000 Hz)	94.2	+/(1.5 dB)	95.5	92.5	0.2	PASS
93.8dB (2000 Hz)	92.7	+/(2.0 dB)	95.8	91.8	-1.1	PASS
93.2dB (4000 Hz)	91.7	+/(3.0 dB)	96.2	90.2	-1.6	PASS
91.0dB (8000 Hz)	89.5	+/(5.0 dB)	96.0	86.0	-1.5	PASS

Page 2 of 3      Form No. ISO-9001-085 Revision 3/2018

**For calibration service, E-mail: [repair@extech.com](mailto:repair@extech.com)**

#### 4.6.8. ANEXO NRO. 6 AUDIÓMETRO.



#### 4.6.9. ANEXO NRO. 7. MEDICIÓN INSTRUMENTOS VIENTO METAL



#### 4.6.10. ANEXO NRO. 8 MEDICIÓN INSTRUMENTOS PERCUSIÓN.



#### 4.6.11. ANEXO NRO. 9 MEDICIÓN INSTRUMENTOS VIENTO MADERA.



#### 4.6.12. ANEXO NRO. 10 MEDICIÓN INSTRUMENTOS CUERDAS



### 4.6.13. ANEXO NRO. 10 INTERVALO DE CONFIANZA

$$\text{INTERVALO DE CONFIANZA} = T \cdot \frac{S_L}{\sqrt{n}}$$

N	T	S <sub>L</sub>																															
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2				
3	4,303	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8				
4	3,182	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5				
5	2,776	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4				
6	2,571	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3				
7	2,447	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3				
8	2,365	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3				
9	2,306	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
10	2,262	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
11	2,228	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
12	2,201	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
13	2,179	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2				
14	2,16	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
15	2,145	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2				
16	2,131	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2				
17	2,12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2				
18	2,11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2				
19	2,101	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2				
20	2,093	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
21	2,086	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
22	2,08	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
23	2,074	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
24	2,069	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
25	2,064	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
26	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
27	2,056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

#### 4.6.14. BIBLIOGRAFÍA

- 2393, D. e. (s.f.). *Ministerio del Trabajo Ecuador*. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Basner, M. B. (30 de Octubre de 2013). *Intramed*. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=83850>
- Chong, M. U. (s.f.). *www.unmsm.edu.pe*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo\\_V/archivos%20PDF/2OidoMedio.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo_V/archivos%20PDF/2OidoMedio.pdf)
- Cuenca, O. S. (s.f.). *Orquesta Sinfónica de Cuenca*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2018, de <http://sinfonicacuenca.gob.ec/presentacion/>
- EPIINFO. (s.f.). *EPI INFO TM*. (CDC, Editor) Recuperado el 04 de Septiembre de 2018, de [https://www.cdc.gov/epiinfo/esp/es\\_index.html](https://www.cdc.gov/epiinfo/esp/es_index.html)
- Escuela Universitaria de Música de Uruguay*. (s.f.). Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza/acustica/apuntes/SistemaAuditivo.pdf>
- Freire, J. (2013). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3834/1/34.%20FREIRE%20CAIZA%20UAN%20PABLO.pdf>
- Gonzalez, L. S. (27 de Abril de 2017). *Slideshare*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <https://www.slideshare.net/LeanderxD/seminario-oido-medio>
- IMSS, I. M. (2010). *www.imss.gob.mx*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de [www.imss.gob.mx](http://www.imss.gob.mx).
- INSHT, N. 2. (2003). *www.insht.es*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de [www.insht.es](http://www.insht.es).
- Larregui, G. A. (s.f.). *Hipoacusia inducida por música (HIM), la otra cara de la música*. Recuperado el 09 de Agosto de 2018
- Maggiolo, D. (s.f.). <http://www.eumus.edu.uy/>. Recuperado el 22 de Agosto de 2018, de <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/enm.html>
- Ministerio de Salud del Perú, P. d. (s.f.). *www.misa.gob.pe*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/docconsulta/documentos/CT/nuevaversion/parte3.pdf>
- OMS. (2018). *El ruido es una importante causa evitable de pérdida auditiva*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.who.int/features/factfiles/deafness/facts/es/index2.html>
- OMS. (2018). *www.who.int*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.who.int/topics/deafness/safe-listening/es/>
- Otorrinoweb, A. d. (s.f.). *Otorrinoweb*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <https://www.otorrinoweb.com/3101.html>

- Psicoactiva. (s.f.). *www.psicoactiva.com*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <https://www.psicoactiva.com/blog/psicobiologia-los-sentidos-oido/>
- Rozas, G. S. (2012). *Repositorio Universidad Andres Bello*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de Repositorio Universidad Andres Bello: [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1236/Rozas\\_GA\\_Hallazgos%20audio1%C3%B3gicos%20en%20m%C3%BAgicos%20de%20bandas\\_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1236/Rozas_GA_Hallazgos%20audio1%C3%B3gicos%20en%20m%C3%BAgicos%20de%20bandas_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Sánchez, E. P. (01 de Septiembre de 2016). *Repositorio Universidad Miguel Hernández*. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3392/1/Sanchez%20Gomez%2C%20Emilio%20TFM.pdfH.pdf>
- Sánchez, E., Pérez, J., & Gil-Carcedo, E. F. (s.f.). *www.seorl.net*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://seorl.net/PDF/Otologia/003%20-%20FISIOLOG%C3%8DA%20%20AUDITIVA.pdf?boxtype=pdf&g=false&s=false&s2=false&r=wide>
- Sauvage, J., Puyraud, S., Roche, O., & Rahman, A. A. (11 de Septiembre de 2012). *Elseiver*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1632347500719473>
- Silva, K. C. (2013). *Repositorio Universidad Andrés Bello*. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1237/Silva\\_KA\\_Caracter%C3%A4Dsticas%20audio1%C3%B3gicas%20en%20trabajadores%20de\\_2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1237/Silva_KA_Caracter%C3%A4Dsticas%20audio1%C3%B3gicas%20en%20trabajadores%20de_2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- TRABAJO, I. N. (2012). *INSHTweb*. (INSHT, Editor) Recuperado el 24 de Agosto de 2018, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/ErgaFP/2012/ergafp77.pdf>
- UGT, d. C. (s.f.). *Laboratorio observatorio de enfermedades profesionales de Andalucía*. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/HIPOACUSIA%20UGT%20CATALUNYA%202009%281%29.pdf>
- Urbina, R. H. (2011). *Google*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/599/art11.pdf>
- Vargas, M. V. (03 de 2012). *Scielo*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de Scielo: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152012000100008&lang=pt#Afilacion1](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152012000100008&lang=pt#Afilacion1)
- Vicente, M. T. (s.f.). *Medicina del Trabajo, Protocolos y procedimientos para la Vigilancia de la Salud*. Bilbao: lettera publicaciones.
- Zuñiga, Z. E. (2017). *www.dspace.uazuay.edu.ec*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7480/1/13376.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2014). Protejamos el oído de los músicos de orquesta. Madrid – España. Disponible en:

<http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Riesgos%20especificos/Ruido/M%20BASICOS%20ruido.pdf>

Fontecilla, H., Valenzuela, J., Sánchez M. (2015). Instituto de salud pública de Chile. Exposición a ruido de músicos de Orquestas. Chile. Disponible en: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota%20Tecnica%20N%20B0%2030%20Exposici%C3%B3n%20a%20Ruido%20de%20M%C3%BAgicos%20de%20Orquesta.pdf>

Hernández, C., Romero, N., Zura, C. (2015). Descripción del estado auditivo de un grupo de músicos chilenos. Santiago de Chile. Disponible en: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/138208/Zura\\_Romero\\_Hernandez.pdf](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/138208/Zura_Romero_Hernandez.pdf)

Rozas, G., Sanhueza, R. (2012). Hallazgos audiológicos en músicos de bandas de rock de la región metropolitana. Santiago de Chile. Disponible en: [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1236/Rozas\\_GA\\_Hallazgos%20audiol%C3%B3gicos%20en%20m%C3%BAgicos%20de%20bandas\\_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1236/Rozas_GA_Hallazgos%20audiol%C3%B3gicos%20en%20m%C3%BAgicos%20de%20bandas_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Cvizonas, M., Oliver, L., Oribe, M. (2012). Hipoacusia inducida por el ruido. Uruguay. Disponible en: <http://opcionmedica.parentesisweb.com/articulos/hipoacusia-inducida-por-el-ruido>

ERGA FP. Revista formación profesional. (2012). Riesgos laborales de los músicos. El ruido. España. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/ErgaFP/2012/ergafp77.pdf>

Larregui, G. (2014). Hipoacusia Inducida por Música. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/larregui.pdf>

García, M. (2018). Las enfermedades profesionales de los músicos, el precio de la perfección. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales, 21(1), 11 -17. <https://dx.doi.org/10.12961/aprl.2018.21.01.3>

MEDLINE plus. (2018). Hipoacusia y la música. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000495.htm>

Saa, J. L. (Marzo de 2018). Factores de riesgo físico. Ruido industrial. Cuenca, Azuay, Ecuador. Recuperado el 09 de Enero de 2019