



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

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO A LOS OPERADORES
DE UN CALL CENTER, QUITO - ECUADOR”**

Realizado por:

ANDRES ALEJANDRO MIÑO MONTAÑO

Director del proyecto:

Dr. Oswaldo Jara

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 11 de febrero del 2019

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, ANDRÉS ALEJANDRO MIÑO MONTAÑO, con cédula de identidad # 080289288-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Andrés Miño

Andrés Miño M.

C.C.: 080289288-5

DECLARATORIA DEL DIRECTOR

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO A LOS OPERADORES DE UN
CALL CENTER, QUITO - ECUADOR”**

Realizado por:

ANDRÉS ALEJANDRO MIÑO MONTAÑO

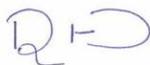
como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha sido dirigido por el profesor

OSWALDO JARA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



OSWALDO JARA

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

PABLO DÁVILA

ESTEBAN CARRERA

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



Pablo Dávila



Esteban Carrera

Quito, 11 de febrero del 2019

DEDICATORIA

‘Te he visto muchas veces levantarte de tus caídas y tu tristeza disiparse muy rápido porque no tienes tiempo para lamentaciones ni llantos ya que tu lucha por tu familia es lo primero’. Este trabajo es un logro más que llevo a cabo, y sin tu apoyo, compañía y amor, no hubiese sido posible.

Te doy mis más sinceras gracias, querida madre.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por todas las bendiciones brindadas durante todo este tiempo.

A toda mi familia por su apoyo y consejos incondicionales.

Índice de contenido

DECLARACION JURAMENTADA	¡Error! Marcador no definido.
DECLARATORIA DEL DIRECTOR	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xi
CAPITULO I	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Problema de investigación	13
1.1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.1.2 Objetivo general	16
1.1.3 Objetivos específicos	16
1.1.4 Justificación	16
1.2 Marco teórico.....	17
1.2.1 Ruido y sonido	17
1.2.2 Estado actual del conocimiento sobre el tema	18
1.2.3 Hipótesis	20
CAPITULO II.....	20
MÉTODO.....	20
2.1 Tipo de estudio.....	20
2.2 Modalidad de investigación	21
2.3 Método.....	21
2.4 Población y muestra	21
2.5 Selección de instrumentos de investigación.....	21
2.5.1 Norma ISO 11904.....	21
2.5.2 UIT-T P.58 (Simulador de Cabeza y Torso)	24
2.5.3 Dosímetro Cirrus doseBadge.....	24
2.5.4 Diseño y elaboración del maniquí	26

CAPITULO III.....	33
RESULTADOS.....	33
3.1. Presentación y análisis de resultados.....	33
3.1.1. Verificación del simulador de cabeza	33
CAPITULO IV.....	38
DISCUSIÓN.....	38
4.1 Conclusiones	38
4.2 Recomendaciones	39
Referencias bibliográficas.....	41

Índice de figuras

FIGURA 1: DOSÍMETRO PARA PRUEBAS.....	26
FIGURA 2: LÍMITES DE LA SECCIÓN VERTICAL DE LA CABEZA - DIMENSIONES EN MM..	27
FIGURA 3: LÍMITES DE LA SECCIÓN DE LA CABEZA SEGÚN EL PLANO DE REFERENCIA – DIMENSIONES EN MM.....	28
FIGURA 4: DISEÑO 3D DEL SIMULADOR DE CABEZA	29
FIGURA 5: PERSPECTIVA SUPERIOR DEL DISEÑO 3D	29
FIGURA 6: VISTA FRONTAL DEL SIMULADOR DE CABEZA	31
FIGURA 7: VISTA LATERAL DEL SIMULADOR DE CABEZA.....	32
FIGURA 8: MEDICIÓN DE COMPROBACIÓN DE NIVEL SONORO DENTRO DEL SIMULADOR DE CABEZA	33
FIGURA 9: DOSEBADGE Y DOSEBADGE READER UTILIZADOS PARA LA MEDICIÓN.....	34
FIGURA 10: SIMULADOR DE CABEZA PERFORADO CON SACABOCADO DE 1 ½ PULGADAS	36
FIGURA 11: COLOCACIÓN DE ESPONJAS PARA UN MEJOR ACOPLE CON LOS AUDÍFONOS	37

Índice de tablas

TABLA 1: VISIÓN GENERAL DE LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS TÉCNICAS MIRE Y MANIQUÍ	22
TABLA 2: PRUEBA 1.....	35
TABLA 3: PRUEBA 2.....	35
TABLA 4: RESULTADOS CON ORIFICIO NUEVO	38

Resumen

Se construyó un simulador de cabeza para poder realizar mediciones de exposición a ruido a los operadores de un call center. En el Ecuador las mediciones de ruido que se realizan son ambientales, por lo que esos datos no son válidos al momento de interpretar la exposición a ruido de los trabajadores del call center. La metodología utilizada fue hipotética – deductivo ya que partimos de una hipótesis inicial, la cual fue verificada mediante la evaluación de lo propuesto. Se realizaron dosimetrías para verificar la funcionabilidad del simulador de cabeza. Los resultados más relevantes de este proyecto fueron que el nivel de ruido producido por la fuente sonora (77dB) no se comparaban con las del simulador de cabeza (65,8dB). Como conclusión, se llegó a determinar que el material con el que se realizó el simulador de cabeza no es el adecuado. A pesar de las pruebas realizadas nunca se pudo llegar a tener una congruencia entre la fuente sonora y el simulador de cabeza. La norma con la cual se realizó el simulador de cabeza no especifica el tipo de material con el que se debe construir. Se encontró que el simulador de cabeza construido no es un cuerpo sólido y en su interior tiene un acabado poroso el cual absorbía el ruido.

Palabras clave: ruido, exposición a ruido, call center, exposición, dosimetría, simulador de cabeza

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

Los hechos que ponen en riesgo la vida o la salud del hombre han existido desde siempre. En consecuencia, también desde siempre, el hombre ha tenido la necesidad de protegerse. Pero cuando estos hechos o condiciones de riesgo se circunscriben al trabajo, históricamente, el tema de la producción ha recibido mayor importancia que el de la seguridad, ya que es sólo recientemente que el hombre, como persona natural y como persona jurídica, ha tomado conciencia de la importancia que reviste la salud ocupacional y la seguridad en el trabajo. (Gallegos, 2012)

El desarrollo de una actividad laboral cualquiera provoca modificaciones en el ambiente de trabajo que originan estímulos agresivos para la salud de las personas implicadas. Dichos estímulos, que reciben el nombre de contaminantes, pueden presentarse como porciones de materia (inerte o viva), así como manifestaciones energéticas de naturaleza diversa y su presencia en el entorno laboral da lugar a lo que conoce como RIESGO HIGIÉNICO. Este concepto puede definirse como “la probabilidad de sufrir alteraciones en la salud por la acción de los contaminantes, también llamados FACTORES DE RIESGO, durante la realización de un trabajo”. (Asturias, 2000)

En materia de salud ocupacional, la edad moderna inicia con diversos estudios referentes a la salud ocupacional en las profesiones de la época. Durante el siglo XVII aparecen estudios como los de Glauber que analiza las enfermedades de los marinos, Porcio y Secreta hacen lo

propio con las enfermedades de los soldados, Plemp estudia las enfermedades de los abogados, Kircher escribe *Mundus subterraneus* donde describe algunos síntomas y signos de las enfermedades de los mineros como tos, la disnea y la caquexia. En 1665, Walter Pope publica *Philosophical transactions* donde refiere las enfermedades de los mineros producidas por las intoxicaciones con mercurio. (Gallegos, 2012)

En 1713, Bernardino Ramazzini, pionero de la medicina del trabajo, avisaba del riesgo que tenían algunos trabajadores como herreros de sufrir sordera en su libro muy interesante llamado *De Morbis Artificum*. (Ramazzini, 2011)

La exposición continua a los diferentes factores de riesgo puede ocasionar lesiones parciales o permanentes en los trabajadores a largo plazo, por lo que debemos intervenir lo más pronto posible con el fin de detectar dichos factores, controlarlos y si es posible eliminarlos.

Desde el considerable desarrollo de los países y los rápidos avances tecnológicos, los trabajadores han tenido que lidiar con diversos factores que influyen negativamente a su salud. Uno de esos factores es el ruido y al que se le resta importancia por el motivo que sus efectos son a largo plazo.

El ruido está compuesto de dos partes: la física y la subjetiva. La parte física es el sonido, magnitud física definida y la subjetiva que se basa en la molestia percibida de diferente manera por los trabajadores.

Es muy importante informarse acerca de cómo la exposición continua a ruidos en los lugares de trabajo puede afectar la salud de los trabajadores en general y por ende la productividad de las organizaciones. Por lo que es muy importante una intervención rápida, eficaz de este riesgo con las herramientas adecuadas para medir el ruido.

Se considera que 85 decibelios (dB) durante un máximo de 8 horas es el nivel máximo de exposición sin riesgos. El espacio de tiempo máximo admisible disminuye a medida que aumenta

la intensidad del sonido. Por tanto, un ruido que alcance los 100 dB —el nivel producido por un tren subterráneo— únicamente se puede escuchar sin riesgo durante 15 minutos al día. (OMS, 2015)

Los centros de llamadas telefónicas, también conocidos por el anglicismo Call Center, son servicios de atención al cliente que actúan como intermediarios entre éstos y las empresas y que tienen como finalidad informar o vender productos a través del uso del teléfono, de medios informáticos y de internet. Estos medios tecnológicos han permitido formas de comunicación rápidas que no precisan del encuentro físico de las personas, cuestión ésta que ha favorecido la apuesta de muchas empresas por los servicios telefónicos de atención al cliente, con el fin de optimizar recursos. Las empresas pueden contar con una unidad interna que se dedique a ello o bien, como es más común, subcontratar la labor a empresas especializadas. (INSHT, INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, 2013)

Entre las principales enfermedades causadas por agentes físicos, tenemos el deterioro de la audición causada por el ruido (OIT, 2010).

Durante mucho tiempo se pensó que la labor de operador de call center era una profesión de riesgo bajo pero cada día existen más trabajadores en call centers que presentan reclamos por enfermedades profesionales de tema auditivo.

1.1.2 Objetivo general

Elaborar un simulador de cabeza mediante la norma UIT-T P.58 para la determinación del nivel de ruido que generan los auriculares de un operador de call center.

1.1.3 Objetivos específicos

- Determinar el tipo de material mediante los parámetros de la norma UIT-T P.58 para la elaboración del simulador de cabeza.
- Construir el simulador de cabeza con las especificaciones técnicas brindadas por la norma UIT-T P.58 para su correcto desempeño.
- Verificar la correcta funcionabilidad del simulador de cabeza por medio de pruebas de dosimetría para su posterior uso.
- Brindar recomendaciones a través de ensayos y pruebas que ayuden a la mejora del simulador de cabeza.

1.1.4 Justificación

Los resultados de las mediciones realizadas en call centers en otros países muestran que el ruido durante el uso del auricular del teléfono puede ser dañino (causando el riesgo de pérdida auditiva) y molesto, como la dificultad de realizar las actividades básicas laborales y cambios auditivos desventajosos en la salud.

En el Ecuador, las mediciones de ruido dirigidas hacia los operadores de call center se las realiza erróneamente ya que el nivel de ruido que miden es ambiental, lo cual no favorece nada

en conocer cual es el verdadero nivel de ruido al que está expuesto el trabajador de call center mediante el uso de auriculares.

La justificación para la realización de este trabajo es conocer la real exposición que tiene los operadores de call center para lo cual construimos una herramienta como el simulador de cabeza con que medir dicha exposición.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Ruido y sonido

El sonido es un fenómeno vibratorio que, a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión sobre presión, y que puede ser percibido por el oído. (INSHT, Aspectos Ergonómicos del Ruido: Evaluación, 2010).

Simplificando, se podría decir que el sonido es una vibración que el oído humano percibe. Si esta percepción tiene connotaciones negativas, el sonido se convierte en ruido. (INSHT, Aspectos Ergonómicos del Ruido: Evaluación, 2010).

Dentro de los agentes físicos que se consideran en higiene industrial, uno de los más importantes debido a su existencia en gran número de industrias es el ruido. Se suele definir el ruido como un sonido no deseado. Si tenemos en cuenta el extraordinario funcionamiento del oído humano y la importancia de las relaciones sociales de todo tipo, resalta la importancia de la conservación del mismo. El ruido constituye uno de los problemas a vencer en una sociedad desarrollada, ya que produce una progresiva pérdida de la capacidad auditiva del hombre. (Asturias, 2000).

El volumen del sonido o nivel de presión sonora se mide en decibelios (dB) y está determinado por la “intensidad”, es decir, por su fuerza de vibración y por la alteración que esta vibración produce en el aire. Por otro lado, la “frecuencia”, que se mide en hercios (Hz), es la que determina el tono de los sonidos. Podemos distinguir los sonidos graves o de baja frecuencia (un tambor) de los tonos agudos o de alta frecuencia (una flauta). La medición de la intensidad del ruido se realiza, básicamente, a través de un aparato llamado “sonómetro”. Mediante un sistema de filtros se reproduce una curva media equiparable a la sensibilidad del oído para los diversos niveles de intensidad acústica y para las distintas frecuencias del sonido. (INTERLAB, 2008)

1.2.2 Estado actual del conocimiento sobre el tema

La investigación sueca realizada en un grupo de 156 empleados de call center, representando a 16 compañías, muestran el promedio del nivel de presión de sonido ponderado A en oficinas de espacio abierto a 61 dB, lo que significa que, en el 72 por ciento de estas oficinas, se ha superado el límite de ruido A de 55 dB. (Gavhed D., 2007)

El ruido que se produce en las oficinas se puede dividir en cuatro categorías:

- Actividad humana (por ejemplo: ruido creado por personas que caminan, llamadas telefónicas incluidos los sistemas de altavoces),
- Equipo de oficina (por ejemplo: computadoras, impresoras, fotocopadoras, faxes, teléfonos de llamada, dispositivos de red, auriculares móviles),
- Instalaciones interiores de edificios (por ejemplo: ventilación, sistema de calefacción y sistema de aire acondicionado, sistemas hidráulicos y de elevación).
- Ruido exterior (más a menudo como resultado del tráfico). (Kaczmarska A., 2004)

Entre todos estos factores mencionados, debemos direccionarnos al de equipos de oficina; teléfonos de llamada, ya que es donde el operador pasa la mayor parte de su jornada laboral. Por lo que la medición más precisa en un call center es la que se mide por medio de los auriculares del operador, ya que es a lo que realmente está expuesto.

La actividad humana también es un factor que debemos tener en cuenta, ya que el ruido generado por otras personas que trabajan en el mismo lugar, sus llamadas telefónicas hacen que el operador eleve el volumen de su auricular para un mejor entendimiento con la persona que está hablando.

En Ecuador, los centros de llamadas telefónicas o call center sufren de hacinamiento, en poco espacio hay demasiada gente, por lo que el factor de actividad humana no debemos dejarlo de lado.

Por lo tanto, nuevos métodos de medición de ruido en el entorno de trabajo que toman adelanto tecnológico en lo que respecta a los empleados que utilizan los auriculares.

Para fuentes alejadas del oído la medición se efectúa en la posición del oído del trabajador en ausencia de éste suponiendo, según el caso, un campo libre o difuso. Este método no es aplicable al caso de la inmisión desde auriculares. Existen dos métodos normalizados para estos casos: El primero es la técnica MIRE (microphone in real ear), consistente en introducir un micrófono miniatura o una sonda microfónica (micrófono con un pequeño tubo flexible que actúa como guía de ondas) en el canal auditivo. El segundo es el empleo de un oído artificial o un simulador de torso y cabeza, HATS (head and torso simulator). Estos métodos no son equivalentes, entre otras cosas porque el oído externo difiere en los distintos sujetos, pero pueden

convertirse a un campo libre o difuso equivalente mediante la Norma ISO 11904. (Federico Miyara, 2011).

El ruido constituye hoy en día el agresor de naturaleza física más difundido en el ambiente laboral y social. Se asocia a la pérdida de la capacidad auditiva la enfermedad profesional más frecuente en este medio y a la que se debe prestar especial atención. Desde la época de la revolución industrial el aumento de los ruidos producidos por el hombre ha llegado a niveles peligrosos para la salud física y mental. El ruido, como agente contaminante, no sólo puede generar daños al sistema auditivo, como el trauma acústico o la hipoacusia, sino también puede afectar al sistema nervioso, el sistema digestivo, puede provocar arritmia cardíaca, irritación, pérdida de la concentración, de la productividad laboral y alteración del sueño, entre otros. (Sociedad, 2012).

1.2.3 Hipótesis

Determinar que los niveles de exposición a ruido en operadores de call center obtenidos mediante la aplicación de la norma 11904-2 es superior a los niveles de exposición a ruido obtenidos mediante la evaluación en el ambiente laboral.

CAPITULO II.

MÉTODO

2.1 Tipo de estudio

El presente proyecto de investigación es de tipo exploratorio ya que buscamos esclarecer problemas que no están bien definidos o poco aclarados en base a la norma que tomamos para realizar dicho estudio.

2.2 Modalidad de investigación

El estudio es en campo ya que todos los datos son recopilados del sitio donde se encuentra el objeto de estudio.

2.3 Método

Se utilizará el método Hipotético – Deductivo ya que se parte de una hipótesis inicial la cual será sometida a una verificación mediante la evaluación de lo propuesto.

2.4 Población y muestra

Este punto no aplica en la investigación ya que el objetivo es el de la construcción de un simulador de cabeza.

2.5 Selección de instrumentos de investigación

2.5.1 Norma ISO 11904

La Norma ISO 11904 consta de una serie de normas que especifican los métodos para la determinación de las inmisiones sonoras de fuentes colocadas cerca del oído, en cuyas situaciones el nivel de presión sonora medido en la posición de la persona expuesta (pero estando la persona ausente) no representa de manera adecuada la exposición sonora. (11904-2, 2004)

La Norma ISO 11904 se puede aplicar, por ejemplo, a ensayos de equipos y a la determinación de la exposición al ruido en el lugar de trabajo donde, en el caso de la exposición

debida a fuentes próximas a los oídos, el nivel de presión sonora medido en la posición de la persona expuesta (pero estando la persona ausente) no representa de manera adecuada la exposición al sonido. Ejemplos de aplicaciones son los auriculares u orejeras utilizados para reproducir la música o la palabra, tanto en el lugar de trabajo como en el tiempo de ocio, el uso de pistolas de clavos cerca de la cabeza, y la exposición combinada de una fuente sonora próxima al oído y un campo sonoro externo. (11904-2, 2004)

Tabla 1: Visión general de las diferencias entre las técnicas MIRE y maniquí

Parámetros	ISO 11904-1	ISO 11904-2
Tipo de método	Técnica del micrófono en un oído real	Técnica del maniquí
Limitación del método	Con auriculares de tipo inserción y de tipo estetoscópico, se pueden producir problemas prácticos con el posicionamiento de los micrófonos en el canal auditivo.	No siempre se puede obtener un acoplamiento adecuado si la oreja artificial se diferencia de las orejas humanas en rigidez o forma. En algunos casos, la persona expuesta no se puede sustituir por un maniquí, por ejemplo, si la persona tiene que hacer funcionar un equipo.
Factores principales que afectan a la precisión	Número de sujetos Cuando se utilizan los valores tabulados para $\Delta L_{FF,H}$ o $\Delta L_{DF,H}$: –	Similitud del maniquí con las personas. Calibración del maniquí

	calibración del micrófono del canal auditivo – precisión en el posicionamiento de los micrófonos en el canal auditivo Cuando se utilizan valores individuales para $\Delta L_{FF,H}$ o $\Delta L_{DF,H}$: – calidad del campo sonoro de referencia – estabilidad de la sensibilidad y de la respuesta en frecuencia así como posición del micrófono del canal auditivo	
Rango de frecuencia	20 Hz a 16 kHz	20 Hz a 10 kHz

Fuente: (11904-2, 2004)

Elaboración: Autor

La parte de la instrumentación, la norma ISO 11904-2 nos indica que, para la realización del maniquí, debemos hacerle guiándonos en las directrices y parámetros de la norma UIT-T P.58 de la Unión Internacional de Telecomunicación.

Con el maniquí expuesto al sonido sometido a ensayo, se deben medir, con cada simulador de oído, los niveles de presión sonora continuos equivalentes para cada banda de frecuencia de un tercio de octava. El rango de frecuencias debe cubrir todas las frecuencias de interés para el propósito del ensayo, y se debe garantizar una relación señal/ruido de al menos 10

dB en cada banda de frecuencias de un tercio de octava. Se debe especificar si solo se utiliza un simulador de oído. (11904-2, 2004).

Se debe escoger el período de medición para obtener una representación adecuada de la exposición al sonido. Para la banda de frecuencias de un tercio de octava con una frecuencia central de banda f , el período de medición t debe ser como sigue:

- para $f \leq 2\,000$ Hz:
 - $t \geq \frac{5000}{f}$
- y para $f > 2\,000$ Hz
 - $t \geq 2,5s$. (11904-2, 2004)

2.5.2 UIT-T P.58 (Simulador de Cabeza y Torso)

En esta Recomendación se especifica el dispositivo «simulador de cabeza y torso» (HATS, head and torso simulator) para usos telefonómicos. Se especifican en ella tanto las características de emisión como de captación de sonido, así como la difracción acústica en campo libre. ((UIT), 1996).

El simulador de cabeza y torso es un dispositivo que reproduce con justeza las características de transmisión y captación de sonido de la cabeza y torso del ser humano adulto medio. Se considerarán únicamente las características de emisión y captación de sonido que afecten a las mediciones electroacústicas de aparatos telefónicos, auriculares y dispositivos de telecomunicación manos libres. ((UIT), 1996).

2.5.3 Dosímetro Cirrus doseBadge

El doseBadge es el dosímetro de ruido personal original sin cables y es el instrumento ideal para mediciones de exposición al ruido personal. El doseBadge es un instrumento de dos canales que medirá, grabará y calculará los parámetros esenciales para el cumplimiento de las normas sobre el ruido en el trabajo. Estos valores son el LAeq, LCpeak y LEP,d y también el % Dosis, LAWG y TWA. Junto con todos esos valores globales, el doseBadge almacenará un historial, o perfil de ruido, durante la medición, para ambos canales. (Cirrus, 2005)

Este equipo cumple con todos los requisitos ATEX, EEx, IECEx y FM. El doseBadge también está disponible con el certificado de seguridad intrínseca MSHA como también las normas ISO 14000: 2004 e ISO 9001: 2004.

Entre los beneficios de este dosímetro, tenemos los siguientes:

- Diseñado para cumplir con las regulaciones de Salud e Higiene Ocupacional
- Extremadamente simple y fácil de usar con doble canal de transmisión de datos de serie
- Rápidamente provee mediciones que cumplen con los estándares OSHA
- Su estructura durable previene el daño físico del instrumento, lo que reduce los gastos en reparaciones.
- Con un diseño a prueba de mala manipulación, reduce el riesgo de daño o mal funcionamiento.
- Software fácil de usar. Permite el acceso rápido a los informes de las mediciones. (Cirrus, 2005).

Figura 1: Dosímetro para pruebas

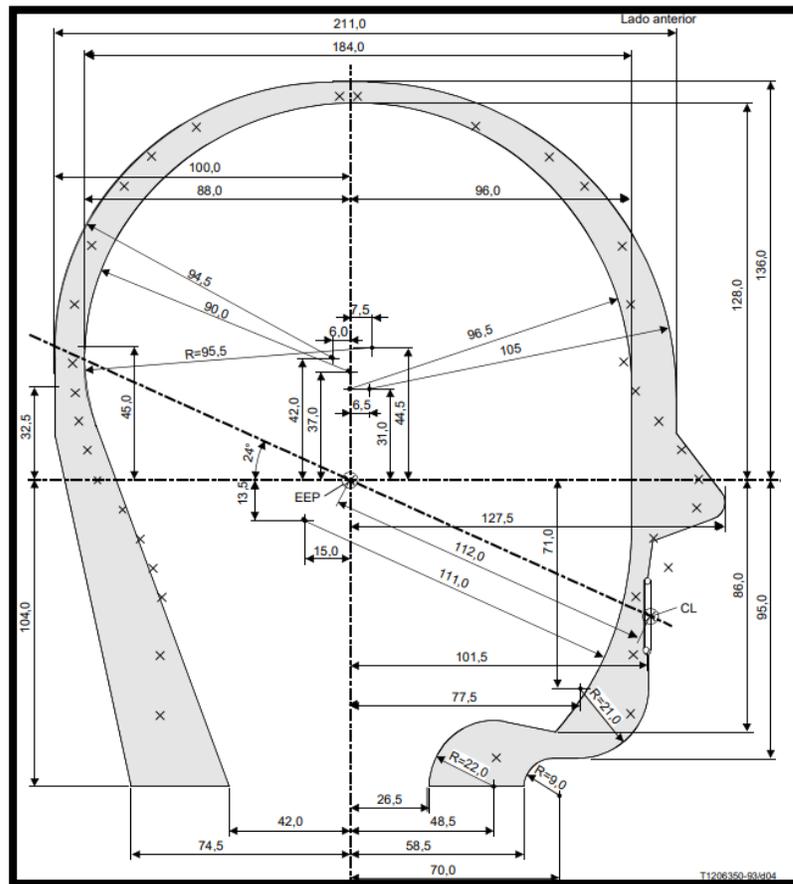


Fuente: Autor
Elaboración: Autor

2.5.4 Diseño y elaboración del maniquí

Para el diseño y la elaboración de maniquí, tomamos las medidas especificadas en la norma UIT-T P.58. Tales medidas fueron entregadas a ‘Maker Group’ (empresa elegida para el diseño y elaboración del maniquí). Maker Group es una empresa ecuatoriana encargada de la venta de impresoras e insumos y la promoción del servicio de impresión 3D.

Figura 2: Límites de la sección vertical de la cabeza - dimensiones en mm

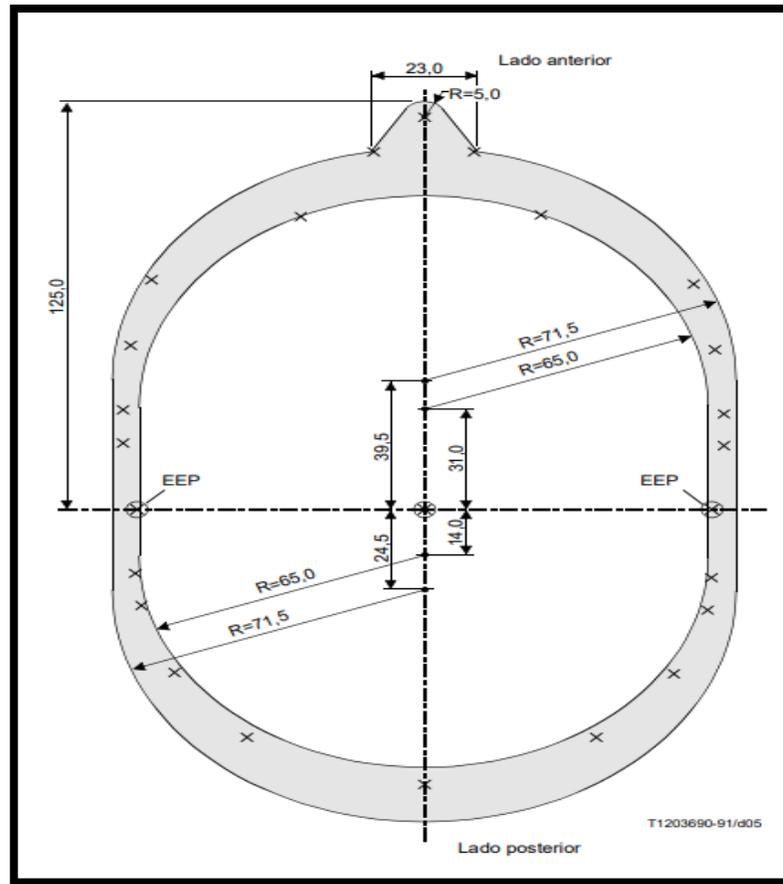


Fuente: ((UIT), 1996)

Elaborado: ((UIT), 1996)

En esta figura se detallan las medidas verticales que va a tener nuestro maniquí para su diseño y posterior elaboración.

Figura 3: Límites de la sección de la cabeza según el plano de referencia – dimensiones en mm

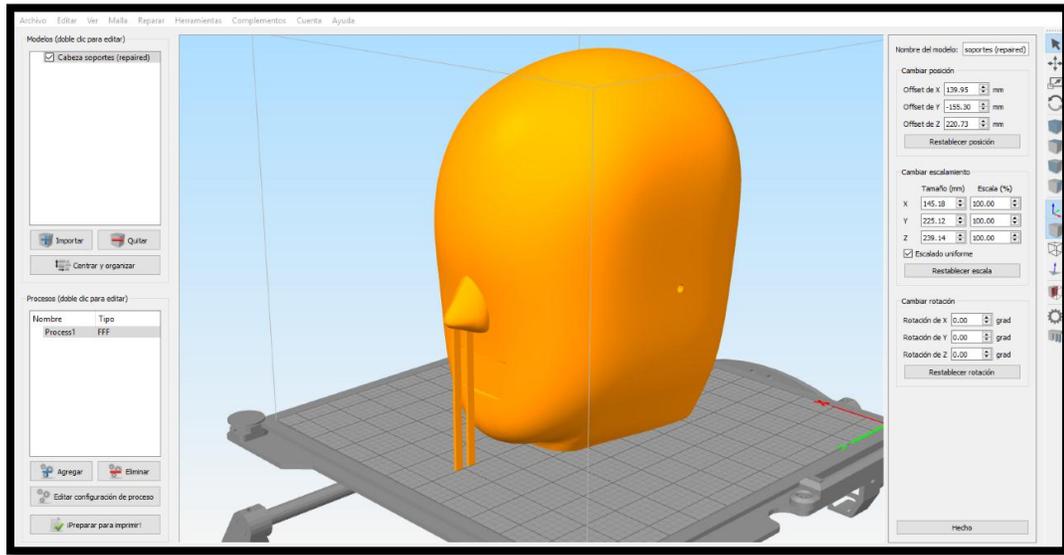


Fuente: ((UIT), 1996)

Elaborado: ((UIT), 1996)

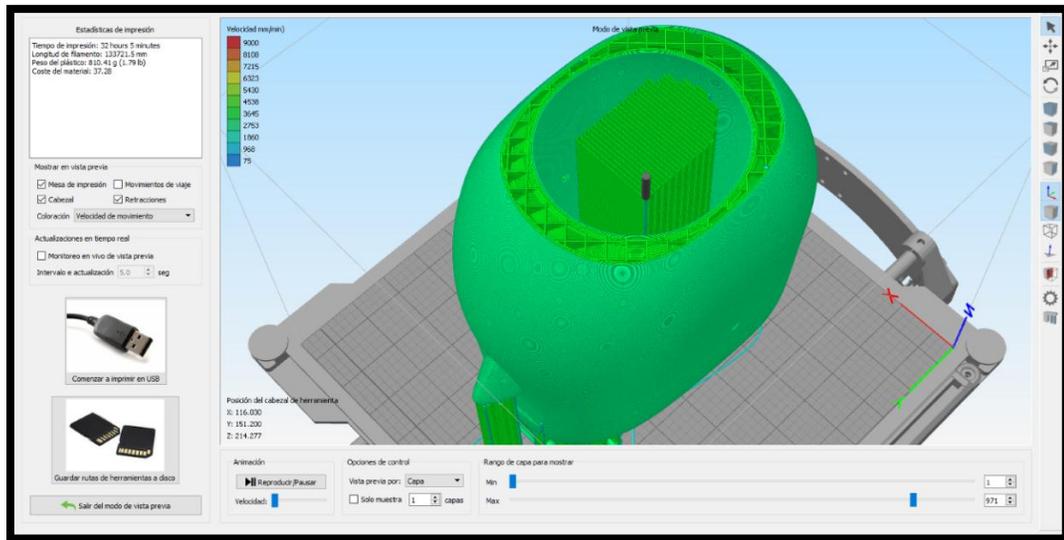
Ya con estas medidas, la empresa encargada procedió al diseño en digital del maniquí.

Figura 4: Diseño 3D del simulador de cabeza



Fuente: (Morales)
Elaboración: (Morales)

Figura 5: Perspectiva superior del diseño 3D



Fuente: (Morales)
Elaboración: (Morales)

Posteriormente, nos indicaron que la impresión tardaría alrededor de 32h y que se lo iba a realizar en 2 partes por motivos del tamaño de la impresora.

Para la impresión, el material utilizado y recomendado por los elaboradores fue el filamento PETG, el cual tendría un mejor acabado y una mayor resistencia que el plástico común.

El **PET** (Tereftalato de polietileno) es el plástico más usado en el mundo: puedes encontrarlo en botellas, envases para alimentación, fibras textiles... Es un material transparente, con muy buena resistencia química y apto para uso alimentario. La variante del PET que usamos en impresión 3D es el **PETG**. La G del final significa Glycol-modificado, y se refiere a un cambio en la estructura química del polímero que lo hace más transparente, menos frágil y más fácil de procesar que el PET común. Con estas mejoras y su facilidad de impresión el PETG se ha convertido en uno de los materiales más usados en impresión 3D. (Trapero, 2018).

El PETG es un material de impresión 3D con muy buenas propiedades mecánicas. Para explorar sus posibilidades vamos a comparar sus propiedades con los otros dos plásticos más populares, el ABS y el PLA. Las reglas generales que puedes seguir para entender el PETG son:

- **Rigidez.** Llamamos rigidez a la dificultad de un material para ser deformado (por ejemplo, doblado o estirado). El PETG es un material menos rígido (más elástico) que el PLA: es más fácil doblarlo y es menos frágil que el PLA. También es menos rígido que el ABS, pero en este caso la diferencia es mucho menor.
- **Resistencia.** En general el PETG resiste mejor los golpes, los esfuerzos y “es más difícil de romper” tanto que el PLA como que el ABS. Además de tener mejores propiedades sobre el papel que el ABS (muchas veces considerado un plástico resistente en impresión 3D), la mayor adhesión de las capas hace que las piezas de PETG sean aún más resistentes en la práctica.
- **Resistencia a la temperatura.** El PETG es un poco más resistente a la temperatura que el PLA, pero menos que el ABS. El PETG se empieza a ablandar a los 80°C, más

que el PLA (70°C) pero menos temperatura que el ABS (105°C). También, como hemos podido comprobar a través de la experiencia de nuestros clientes con PETG, este material puede resistir también las bajas temperaturas durante periodos de tiempo prolongados. (Trapero, 2018)

La figura 5 y 6 mostrarán los resultados de la elaboración del simulador de cabeza realizado con la norma UIT-T P.58 en la impresora 3d.

Figura 6: Vista frontal del simulador de cabeza



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 7: Vista lateral del simulador de cabeza



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Los agujeros laterales vistos en la figura 7, cabe recalcar que tienen un diámetro de 4.36mm

CAPITULO III.

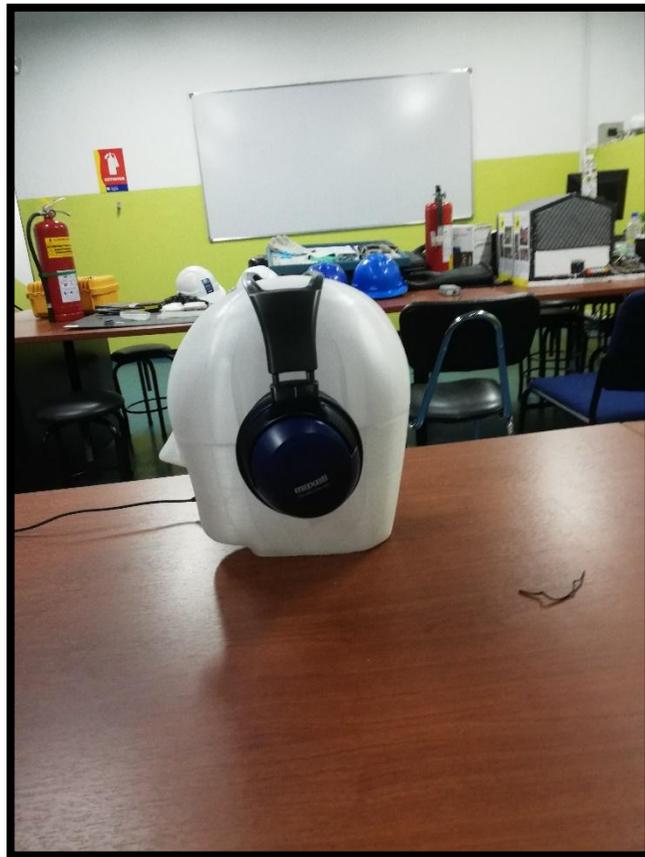
RESULTADOS

3.1. Presentación y análisis de resultados

3.1.1. Verificación del simulador de cabeza

Para la verificación del maniquí se realizó una dosimetría con el fin de comprobar que el nivel sonoro dentro del simulador de cabeza es adecuado para una medición de operador de call center.

Figura 8: Medición de comprobación de nivel sonoro dentro del simulador de cabeza



Elaboración: Autor

Se introdujo dentro del simulador de cabeza un dosebadge durante 5 minutos escuchando una conversión normal con el fin de verificar que el nivel sonoro dentro del maniquí es ideal para una medición en un call center. Cabe resaltar que los valores están relaciones con el diámetro de los orificios laterales del simulador de cabeza que donde se filtra el ruido generado por los audífonos hacia el interior del maniquí.

Se realizó primero una medición del nivel de ruido que salía de una fuente sonora cuyo resultado fue de 77dB. Dicha medición es la base para poder comparar con el nivel de ruido generado por la fuente sonora antes mencionada dentro del simulador de cabeza.

Figura 9: dosebadge y doseBadge Reader utilizados para la medición



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Después terminada la medición, se procedió a colocar el dosímetro en el lector de dosímetros con el fin de conocer los valores del nivel de ruido continuo equivalente ponderado A (LAeq) dentro del simulador de cabeza con el diámetro de los orificios laterales de la cabeza.

En la siguiente tabla, mostramos la primera prueba realizada al simulador de cabeza en base al nivel de ruido de la fuente sonora para obtener una comparación de los mismos.

Tabla 2: Prueba 1

Diámetro orificios laterales (mm)	Fuente Sonora (dB)	LAeq (dB) Simulador de cabeza
4.36mm	77dB	65.8db

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Como observamos, la diferente de decibelios entre la fuente sonora y el simulador de cabeza es marcada porque no hay compatibilidad entre ambos resultados, por lo que procedemos a realizar la primera mejora.

Para esta prueba el nivel de ruido de la fuente fue de 89dB utilizando el mismo diámetro de los orificios laterales de la cabeza.

Tabla 3: Prueba 2

Diámetro orificios laterales (mm)	Fuente Sonora (dB)	LAeq (dB) Simulador de cabeza
4.36mm	89dB	72.1dB

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Los resultados obtenidos continúan siendo incompatibles en comparación a la generación de ruido de nuestra fuente sonora, por lo que se realizó una nueva medición.

Se realizó una perforación en los orificios laterales del simulador de cabeza con un sacabocados de 1 ½ pulgada para ampliar el diámetro del conducto donde ingresa el sonido con el fin de obtener unos mejores valores.

Figura 10: Simulador de cabeza perforado con sacabocado de 1 ½ pulgadas



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 11: Colocación de esponjas para un mejor acople con los audífonos



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Después de haber perforado el simulador de cabeza, se observó por dentro que la cabeza estaba hecha en 2 capas sostenidas por tabiques, por lo que no era totalmente sólido y también se encontró que el interior del simulador de cabeza es poroso.

Se realizaron nuevas mediciones ya con el orificio hecho por el sacabocado. Esta vez, el nivel de ruido de la fuente sonora era de 92dB.

Tabla 4: Resultados con orificio nuevo

Diámetro orificio (mm)	Fuente Sonora (dB)	LAeq (dB) Simulador de Cabeza
38,1 mm	92dB	84.3dB

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Los resultados de nuestro simulador de cabeza siguen siendo amplia en comparación con la fuente sonora, a pesar de haber realizado otras mejoras que pensábamos que ayudarían a la medición.

CAPITULO IV.

DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

Se realizó el simulador de cabeza con todas las dimensiones especificadas en la norma UIT-T P.58 y bajo los lineamientos de la norma ISO 11904-2.

Como primera parte, la norma UIT-T P.58 no especifica el tipo de material con el cual se debe realizar el maniquí.

Nosotros elegimos el material PETG ya que es el más utilizado en la elaboración de figuras en impresora 3d y fue el recomendado por la empresa quien diseñó y construyó.

Los resultados entre el simulador de cabeza y la fuente sonora nunca se llegaron a igualar. Siempre hubo una diferencia grande de la fuente sonora respecto al simulador de cabeza.

La ampliación de los orificios laterales realizados no ayudó a igualar el nivel ruido del simulador de cabeza para un mejor resultado.

El material PETG con lo que se elaboró el simulador de cabeza no es el adecuado para dicho trabajo, ya que por su porosidad permite la penetración de las ondas sonoras causando una gran absorción y, por ende, los resultados de las pruebas realizadas no fueron satisfactorias.

Las superficies con acabados no porosos generalmente absorben una cantidad mínima de ruido.

El simulador de cabeza no es un cuerpo sólido, ya que ha sido realizado en 2 capas unidas por tabiques, lo cual genera un vacío en medio y afectó a las mediciones realizadas.

La modificación del nivel de ruido de la fuente sonora no benefició a la medición ni a los resultados obtenidos durante todo este trabajo.

La hipótesis planteada no se cumplió. Al no poder validar el simulador de cabeza no se pudieron realizar las mediciones esperadas.

4.2 Recomendaciones

Para la elaboración de siguientes simuladores de cabeza se recomienda que el material debe ser totalmente sólido, sin grietas ni superficies porosas que cambien flujo del ruido dentro del simulador.

Según lo explicado por la empresa que elaboró el simulador de cabeza, sí se puede construir la cabeza totalmente sólida con el material utilizado (PETG).

Hablar con las personas encargadas de la realización del simulador de cabeza sobre cómo va a ser utilizada dicha herramienta y darles los lineamientos de cómo debe ser construida.

Realizar varias mediciones para comprobar si el nivel de ruido en el simulador de cabeza se compara con el de la fuente sonora utilizada para tener validez de este.

Conocer las características de los materiales con que se va a realizar el simulador de cabeza, su absorción y penetración de ruido con que puede influir en las pruebas de verificación.

Verificar que el dosímetro esté calibrado y con la frecuencia deseada para con ello tener unos datos fehacientes.

Después de cada dosimetría, verificar que los doseBadge estén reseteados para las nuevas mediciones.

Tener como base una medición del nivel de ruido de la fuente sonora a la cual va a estar sometido el simulador de cabeza.

Anotar todos los datos de las mediciones para posteriormente realizar comparaciones entre la fuente sonora y el simulador de cabeza.

Referencias bibliográficas

- (UIT), U. I. (1996). SIMULADOR DE CABEZA Y TORSO PARA TELEFONOMETRÍA. HELSINKI.
- 11904-2, I. (2004). Acústica. Determinación de la emisión sonora de fuentes sonoras cerca del oído. Parte 2: Técnica que utiliza un maniquí (ISO 11904-2:2004, IDT).
- ALL3DP. (2019). Guía de filamento PEGT. *ALL3DP*, 1.
- Asturias, S. A. (2000). *MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: HIGIENE INDUSTRIAL, SEGURIDAD Y ERGONOMÍA*. OVIEDO: Imprenta Firma, S. A. - (Mieres).
- Cirrus. (2005). Dosímetro de ruido personal CR: 11A doseBadge. Barcelona, España.
- Federico Miyara, E. A. (2011). Determinación de la exposición laboral a ruido en operadores telefónicos mediante comparación de umbrales auditivos con auriculares telefónicos y audimétricos. Rosario, Argentina.
- Gallegos, W. L. (2012). REVISIÓN HISTÓRICA DE LA SALUD OCUPACIONAL Y LA SEGURIDAD INDUSTRIAL. *REVISTA CUBANA DE SALUD Y TRABAJO*, 1. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44329641/ART._REVIS_HISTORI.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548210237&Signature=SKMmtHk60Rz28xjvu k0j9QqTg2M%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DART_REVIS_HISTORI.pdf
- Gavhed D., T. A. (2007). *Condiciones físicas de trabajo observadas en una muestra de centros de llamadas en Suecia*. Int. J. Ind.
- INSHT. (2010). *Aspectos Ergonómicos del Ruido: Evaluación*. Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>
- INSHT. (Septiembre de 2013). Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/ErgaFP/2013/ergafp85.pdf>
- INTERLAB, G. (2008). HIGIENE INDUSTRIAL. Madrid, España. Obtenido de Escuela de Organización Industrial.
- Kaczmarska A., M. W. (2004). Noise in office rooms. Petersburg .
- Morales, S. (s.f.). *Diseño 3D*. Maker group, Quito.
- OIT. (2010). Lista de enfermedades profesionales de la OIT . *OIT*, 5.
- OMS. (2015). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD*. Obtenido de https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf
- Ramazzini, B. (Octubre de 2011). *INSHT*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/>

EN%20CATALOGO/VIGILANCIA%20DE%20LA%20SALUD/Tratado%20sobre%20las%20enfermedades%20de%20los%20trabajadores/tratado%20enfermedades.pdf

Sociedad, M. y. (2012). Protección Auditiva. Medicina y Sociedad.

Trapero, D. (2018). *Todo Sobre el PETG*. Madrid: BitFab.

