UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD. HOSPITAL DE ONCOLOGIA CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLOXXI

Niveles de exposición a ruido en empresas afiliadas al IMSS

PRESENTA:

DR. DAVID ROSAS DE LA CRUZ
Categoría: Residente de Tercer Año de la Especialidad de Medicina del Trabajo,
Sede "UMAE" Hospital Oncología CMN SXXI del IMSS.
Domicilio: Manuela Cañizarez Edif. M-138. Depto. 102. Col. CTM Culhuacán. Del. Coyoacán. CP. 04480.
Email: drdarocr@outlook.com

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO Y AMBIENTAL

ASESOR:

DR. RUBEN ROJO RAMÍREZ
Categoría Medico No Familiar.
Médico Especialista en Medicina del Trabajo y Ambiental/ Audiología, otoneurología y foniatría.
Médico adscrito a la División de Salud en el Trabajo.
Domicilio: Hospital General de zona #30 Iztacalco, Avenida Plutarco Elías Calles num. 473, col Santa Anita, del Iztacalco. C.P. 08300
Teléfono: 56502055 / ext. 21310
Email: ruben.rojo@imss.gob

DR. ANA LUISA NAYELI TORRES FLORES
Categoría Médico No Familiar
Médico Especialista en Medicina del Trabajo y Ambiental
Jefa de la División de Salud en el Trabajo
Domicilio: Hospital General de zona #30 Iztacalco, Avenida Plutarco Elías Calles núm. 473, col Santa Anita, del Iztacalco. C.P. 08300
Teléfono: 56502055 / ext. 21310
Email: ana.torresf@imss.gob

CIUDAD DE MÉXICO 2018

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. FIRMAS DE AUTORIZACIÓN.

_____

Dr. David Rosas de la Cruz

Residente de la Especialidad de Medicina del Trabajo y Ambiental

“UMAE” Hospital de Oncología

Centro Médico Nacional Siglo XXI

_____

Dr. Rubén Rojo Ramírez

Asesor Clínico

Médico adscrito División de Salud en el Trabajo

Hospital General de Zona 30 Iztacalco

_____

Dr. Ana Luisa Nayeli Torres Flores

Asesor metodológico

Jefa de la División de Salud en el Trabajo
División de Salud en el Trabajo Hospital General de Zona 30 Iztacalco

_____

Dr. Odilón Félix Quijano Castro

Director de Educación e Investigación en Salud

“UMAE”. Hospital de Oncología

Centro Médico Nacional Siglo XXI

2. FOLIO DE APROBADO.

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud

IMSS

Dictamen de Aprobación

Martes, 24 de abril de 2018

Ref. 09-B5-61-2800/201800/ 0 0 9 8 1

Dr. Ruben Rojo Ramirez
DIVISION DE SALUD EN EL TRABAJO (DIST), H GRAL ZONA NUM 30
D.F. Sur

Presente:

Informo a usted que el protocolo titulado: **Niveles de exposición a ruido en empresas afiliadas al IMSS**, fue sometido a la consideración de este Comité Nacional de Investigación Científica.

Los procedimientos propuestos en el protocolo cumplen con los requerimientos de las normas vigentes, con base en las opiniones de los vocales del Comité de Ética en Investgación y del Comité de Investigación del Comité Nacional de Investigación Científica del IMSS, se ha emitido el dictamen de **APROBADO**, con número de registro: R-2018-785-024.

De acuerdo a la normatividad vigente, deberá informar a esta Comité en los meses de enero y julio de cada año, acerca del desarrollo del proyecto a su cargo. Este dictamen sólo tiene vigencia de un año. Por lo que en caso de ser necesario requerirá solicitar una reaprobación al Comité de Ética en Investigación del Comité Nacional de Investigación Científica, al término de la vigencia del mismo.

Atentamente,

Dr. Fabio Salamanca Gómez
Presidente
Comité Nacional de Investigación Científica

Anexo comentarios:
Se envía Dictamen
SNN/ iah. F-CNIC-2018-3

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL
4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos Av. Cuauhtémoc 330 Col. Doctores México 06720 56276900 ext 21210 cnic@cic.gob.mx

3. AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a mi familia por ser mi soporte durante estos 3 años de residencia e incluso desde antes, por haber estado ahí cuando los necesitaba, por apoyarme en la enfermedad y darme su apoyo cuando los necesité, a mi madre por escucharme, a mi padre por aconsejarme, a mi hermana por ofrecerme su conocimiento y puntos de vista. Agradezco a Dios por todas las experiencias vividas, porque éxitos o fracasos de todo se aprende, y no hay persona que toque una vida sin dejar una enseñanza y espero de una u otra forma haber aprendido tanto como se pudo.

Índice.

1. FIRMAS DE AUTORIZACIÓN. 2
2. FOLIO DE APROBADO. 3
3. AGRADECIMIENTOS 4
4. RESUMEN 6
5. MARCO TEÓRICO 6
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 25
7. JUSTIFICACIÓN 26
8. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 27
9. HIPÓTESIS 27
10. OBJETIVOS 27
11. MATERIAL Y MÉTODOS 27
12. FACTIBILIDAD 33
13. CONSIDERACIONES ÉTICAS 33
14. RESULTADOS 34
15. DISCUSIÓN 45
16. CONCLUSIONES 48
17. CONFLICTOS DE INTERESES 48
18. BIBLIOGRAFÍA 49
19. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 51
20. ANEXOS 52

4. RESUMEN.

El ruido es un sonido que puede ser nocivos para la salud el cual depende de factores de la fuente y del medio donde se encuentra. El ruido puede provocar trauma acústico crónico. En México el Límite Máximo Permisible de Exposición a Ruido es de 90 dB. Existen cinco clases de empresas según el grado de peligrosidad a que exponen a sus trabajadores. Cuando se realizan visitas de calificación de enfermedades de trabajo, la empresa evaluada puede ya haber desaparecido o negar el acceso de los ingenieros, dificultando la calificación.

Objetivo: Determinar el promedio de nivel de exposición a ruido (NER) por sonómetro presente en empresas evaluadas en la delegación sur del IMSS del D.F. desde enero 2007 a noviembre de 2017.

Se realizará una base de datos registrando: clasificación de la empresa, actividad económica, zonas evaluadas, NER por sonómetro. El presente trabajo tendrá un diseño transversal, necesitará pocos recursos económicos y humanos. Se considera esta investigación sin riesgo debido a que se emplearán métodos de investigación documental retrospectivos.

5. MARCO TEÓRICO.

El sonido y el ruido.

El sonido es una vibración acústica capaz de producir una sensación audible *(CARRANZA, 2001)*, a lo largo de nuestra vida utilizamos el sonido para comunicarnos y de manera recreativa.

Por otra parte, el ruido puede definirse como los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición, pueden ser nocivos a la salud del trabajador *(CARRANZA, 2001)*. Por tanto, podemos decir que todo ruido es sonido, pero no todo sonido es ruido. Sin embargo, aún nos faltaría definir algunos conceptos del sonido y el ruido importantes para el abordaje de nuestro tema. Además de esto es importante mencionar que tanto ruido como sonido utilizan la unidad del decibel (dB) para medirse. Es importante mencionar que el dB es una unidad de escala logarítmica, por lo que podemos decir que cada que se aumenta la intensidad de un ruido en 3 dB, la intensidad del ruido referida es dos veces mayor a la menor. Por ejemplo: Un sonido con una intensidad de 6 dB es la mitad de intenso que un sonido de intensidad de 9 dB. Además de esto es importante que se conozcan otras definiciones del ruido, tales como:

- Ruido estable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" dentro de un intervalo de 5 dB(A).
- Ruido impulsivo: es aquel ruido inestable que se registra durante un período menor a un segundo.
- Ruido inestable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" con un intervalo mayor a 5 dB(A).

Es importante mencionar que cuando se habla del ruido, las características sonoras del mismo pueden variar dependiendo de factores dependientes de la fuente generadora y del medio donde se encuentra. Algunos de dichos factores son:

- Fuente emisora:
    - Diseño de Equipos y Maquinaria (mantenimiento, carcasas, anclaje, motores).
    - Diseño de las Instalaciones.
    - Selección de Materiales.
    - Diseño de los Procesos, entre otros.
- Medio:
    - Aislar el equipo (encerrar todo o una parte al equipo fuente de ruido con algún material aislante). Existen diferentes formas entre ellos: a) Aislamiento anti vibrátil b) Revestimiento absorbentes del sonido c) Apantallado d) Blindajes e) Cabinas. *(Facultad de Ingenieria Industrial, 2017)*

Medición del Ruido.

Por las características anteriormente expuestas, hay diferentes maneras de medir un sonido o ruido, esto tiene que ver con la duración del estímulo y las características del mismo.

El instrumento que usualmente se utiliza para medir un sonido es el sonómetro. El cuál se vale de diferentes sistemas de ponderación para la lectura, medición y análisis de un sonido. Hay dos sistemas de sonómetros que pueden utilizarse según lo que desee medirse, estos son:

- Sonómetro normalizado: instrumento para medir el nivel de presión acústica y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.
- Sonómetro integrador normalizado: instrumento que integra una función del nivel de presión acústica durante el período de medición y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

A grandes rasgos podríamos decir que uno es un sistema de detección de la intensidad de un sonido dado en un momento específico del tiempo, en este caso al momento exacto de la medición (sistema normalizado), mientras que el otro sistema pondera todas las intensidades de ruido medidas en un lapso dado de tiempo para posteriormente proporcionar un promedio de intensidades (sistema integrador normalizado). El resultado final que se busca obtener con cualquiera de los métodos de medición se llama Nivel de Exposición a Ruido (NER), el cual se define como el nivel sonoro "A" (NSA) promedio referido a una exposición de 8 horas. Siendo el nivel sonoro “A” el nivel de presión acústica instantánea medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado. La red de ponderación “A” es un filtro electrónico normalizado de corrección en frecuencia, que aproxima su respuesta a los niveles fisiológicos de la curva de audición humana. Y siendo el Nivel sonoro continuo equivalente "A" (NSCEA,T) la energía media integrada a través de la red de ponderación "A" a lo largo del período de medición, según se expresa en la siguiente ecuación:

$$NSCE_{A,T} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_a^2(t)}{p_o^2} \, dt \right]$$

donde: pA es la presión acústica "A" instantánea.
p0 es la presión acústica de referencia = 20 µpA.
T es el tiempo total de medición = t2 - t1.
t1 es el tiempo inicial de medición.
t2 es el tiempo final de medición.

NOTA: Cuando T es igual a 8 horas, el NSCEA,T es igual al NER.

Para realizar la medición de ruido es importante contar con:

- trípode de soporte para el sonómetro.
- sonómetro integrador o micrófono.
- reloj o cronómetro, externo o integrado al instrumento.
- medidor de longitud.
- pantalla contra viento.
- formatos de registro correspondientes.

El sonómetro debe de ser calibrado por un laboratorio de calibración acreditado y en el campo donde será usado. La calibración por laboratorio debe ser periódica y siempre se debe de contar con el documento que lo avale. La calibración en campo debe realizarse mediante calibrador acústico, al inicio y al final de la jornada de medición, de acuerdo con lo indicado en el manual del fabricante. Los valores de la calibración deben anotarse en la hoja de registro correspondiente. Si se encuentra una diferencia de ± 1 dB o más, entre la calibración inicial y final, se deben anular los resultados de las mediciones de esa jornada.

Previo a la realizar la medición de ruido debería de reunirse información con respecto:

- Planos de distribución de las áreas en que exista ruido y de la maquinaria y equipo generadora de ruido.
- Descripción del proceso de fabricación.
- Descripción de los puestos de trabajo expuestos a ruidos.
- Programas de mantenimiento de maquinaria y equipo generadores de ruidos.
- Registros de producción.
- Número de trabajadores expuestos a ruidos por área y por proceso de fabricación, incluyendo el tiempo de exposición.

- Reporte del reconocimiento sensorial de las zonas por evaluar, con el objeto de determinar las características del ruido (estable, inestable o impulsivo).

La evaluación debe realizarse bajo condiciones normales de operación como mínimo durante una jornada laboral de 8 horas y en aquella jornada que, bajo condiciones normales de operación, presente la mayor emisión de ruido. Se debe usar pantalla contra viento en el micrófono de los instrumentos de medición, durante todo el tiempo que dure la evaluación.

Métodos de evaluación ambiental.

Puntos de medición.

Deberán seleccionarse para describir el entorno ambiental de manera confiable, se determinan por la ubicación de los puestos de trabajo o posiciones de control de la maquinaria y equipo del local de trabajo, el proceso de producción y las facilidades para su ubicación.

Ubicación.

Se define según las necesidades y características físicas y acústicas de cada local de trabajo, debe efectuarse seleccionando el método conforme a: *gradiente de presión sonora, prioridad de evaluación o puesto fijo de trabajo.*

Método de gradiente de presión sonora.

El punto inicial debe fijarse al centro de la zona de evaluación, registrándose el NSA máximo (el cual debe utilizarse como referencia para iniciar la evaluación), después de lo cual el observador se desplazará con el sonómetro en una trayectoria previamente determinada, hasta encontrar un NSA que difiera ± 3 dB(A), respecto al punto de referencia, marcando en el plano de distribución este punto. El procedimiento se repite a lo largo de esa trayectoria, hasta cubrir completamente la trayectoria de evaluación. Los puntos de medición son aquellos que registren su NSA, con diferencia de ± 3 dB(A), del punto de medición contiguo. Una vez concluida esa trayectoria, se procede de la forma descrita anteriormente, pero en forma transversal a manera de generar un esquema “en red” que cubra la totalidad del área a evaluar, es importante recordar que la distancia entre puntos de medición no debe ser mayor de 12 metros. Una vez que se hayan identificado todos los puntos de medición, debe procederse a su evaluación.

Método de prioridad de áreas de evaluación.

Derivado del análisis de la información realizado en el reconocimiento sensorial, se determinarán las zonas de evaluación. Aquellas zonas de trabajo identificadas con NSA superior o igual a 80 dB(A), deben dividirse en áreas, guiándose por los ejes de columnas del plano de distribución de planta y cuidando que éstas no sean superiores a 6 metros por lado. No se incluirán las áreas o pasillos de circulación. Una vez que se haya hecho la división, deben identificarse aquellas áreas en las que existan trabajadores, a las que se les denominará áreas de evaluación, los puntos de medición en

las áreas de evaluación deben ubicarse en las zonas de mayor densidad de trabajadores. De no ser posible esta ubicación, deben localizarse en el centro geométrico de cada área.

Método de puesto fijo de trabajo.

Para realizar este método el punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador o, de no ser posible, lo más cercano a él, sin interferir en sus labores. Cuando los trabajadores realicen sus labores de pie, la altura del micrófono debe ser de 1.45 ± 0.10 m, en relación con el plano de sustentación de los trabajadores, si la labor se realiza sentado la altura del micrófono debe colocarse al nivel medio de la cabeza de los trabajadores. Durante el período de observación en un punto de medición, el micrófono debe orientarse en aquella posición donde se registre el máximo NSA del punto.

El tipo de ruido a estudiarse determinará también el método que ha de usarse para su medición.

Método para evaluar ruido estable.

Su medición será plausible si se ha determinado en el reconocimiento sensorial que el ruido es estable durante toda la jornada de trabajo, y debe efectuarse durante tres períodos de observación, siempre y cuando las características del proceso no cambien durante la jornada de trabajo. Para dicho fin se usará un sonómetro realizando períodos de observación de 5 minutos como máximo, con 50 lecturas como mínimo, durante un período de observación debe registrarse el NSA cada 5 segundos, como máximo, en cada punto de medición los períodos de observación deben repetirse aproximadamente cada hora. Debe usarse la respuesta dinámica "RAPIDA" del sonómetro de manera que el valor del NSA debe ser el observado instantáneamente y registrarse sin considerar tendencias en las variaciones del NSA. Para el registro de los NSA de todos los puntos de medición durante el tiempo que dure un período de observación, debe utilizarse la hoja de registro establecida en el Anexo 1 ó una similar. Una vez concluida la evaluación de la jornada de trabajo, la información de cada punto de medición, tomada de las hojas de registro por período, debe ordenarse y graficarse en la hoja de registro del Anexo 2, o en una similar.

Debe calcularse el NSA promedio del punto de medición mediante la ecuación siguiente:

$$NS_A i = 10 \log \frac{1}{150} \sum_{j=1}^{150} 10^{\frac{Nj}{10}}$$

donde: NSAi es el NSA promedio del punto de medición i.
Nj es el NSA registrado.

Se debe determinar el NER con la siguiente ecuación:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^{n} ti\, 10^{\frac{NS_A i}{10}} - 10 \log Te$$

donde: ti es el tiempo de exposición en el punto de medición i.
Te es el tiempo total de exposición = 8 horas.

$$Te = \sum_{i=1}^{n} ti = 8 \text{ horas}$$

Evaluación por medio de sonómetro integrador.

El método es aplicable cuando se ha determinado del reconocimiento inicial, que el ruido es estable durante toda la jornada de trabajo, y debe efectuarse durante dos períodos de observación, siempre y cuando las características del proceso no cambien durante la jornada de trabajo. Cada período de observación debe tener una duración de 5 minutos, con 10 lecturas. Durante un período de observación debe registrarse el NSCEA,T cada 30 segundos. En cada punto de medición, los períodos de observación deben repetirse aproximadamente cada dos horas usándose la respuesta dinámica "RAPIDA" del sonómetro. Para el registro de los NSCEA,T, de todos los puntos de medición, debe utilizarse la hoja de registro establecida en la Anexo 1 ó una similar. Debe calcularse el NSCEA,T promedio del punto de medición, mediante la ecuación siguiente:

$$NSCE_{A,T} i = 10 \log \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} 10^{\frac{Nk}{10}}$$

donde: NSCEA,Ti es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
Nk es el NSCEA,T registrado.

Se debe determinar el NER con la siguiente ecuación:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^{n} ti\, 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}} - 10 \log Te$$

donde: NSCEA,T i es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
ti es el tiempo de exposición en el punto de medición i.
Te es el tiempo total de exposición = 8 hrs.

$$Te = \sum_{i=1}^{n} ti = 8 \text{ horas}$$

Método para evaluar ruido inestable.

El método es aplicable cuando se ha determinado del reconocimiento inicial, que el ruido es inestable durante toda la jornada de trabajo, y debe efectuarse durante cinco períodos de observación. Cada período de observación tiene una duración de 5 minutos como máximo, de tal forma que se registren 50 lecturas como mínimo, durante un período de observación debe registrarse el NSA cada 5 segundos como máximo; en cada punto de medición los períodos de observación deben repetirse aproximadamente cada hora. Debe usarse la respuesta dinámica "RAPIDA" del sonómetro y el valor del NSA debe ser el observado instantáneamente y registrarse sin considerar tendencias en las variaciones del NSA. Para el registro de los NSA de todos los puntos de medición durante el tiempo que dure un período de observación, debe utilizarse la hoja de registro establecida en el Anexo 1, ó una similar. Una vez concluida la evaluación de la jornada de trabajo, la información de cada punto de medición, tomada en las hojas de registro por período, debe ordenarse y graficarse en la hoja de registro establecida en el Anexo 2 ó una similar.

Debe calcularse el NSA promedio del punto de medición mediante la ecuación siguiente:

$$NS_A i = 10 \log \frac{1}{250} \sum_{j=1}^{250} 10^{\frac{Nj}{10}}$$

donde: NSAi es el NSA promedio del punto de medición i.
Nj es el NSA registrado.

Se debe determinar el NER con la siguiente expresión:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^{n} ti\, 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}} - 10 \log Te$$

donde: NSA i es el NSA promedio del punto de medición i.
ti es el tiempo de exposición en el punto de medición i.
Te es el tiempo total de exposición = 8 hrs.

$$Te = \sum_{i=1}^{n} ti = 8 \text{ horas}$$

Si se ha de realizar la evaluación por medio de sonómetro integrador deben efectuarse tres períodos de observación, cada período de observación debe tener una duración de 5 minutos, con 10 lecturas, durante un período de observación debe registrarse el NSCEA,T cada 30 segundos, en cada punto de medición los períodos de observación deben repetirse aproximadamente cada dos horas y debe usarse la respuesta dinámica "RAPIDA" del sonómetro.

Para el registro de los NSCEA,T, de todos los puntos de medición, debe utilizarse la hoja del Anexo 1 ó una similar. Debe determinarse el NSCEA promedio del punto de medición mediante la ecuación siguiente:

$$NSCE_{A,T}i = 10 \log \frac{1}{30} \sum_{k=1}^{30} 10^{\frac{Nk}{10}}$$

donde: NSCEA,Ti es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
Nk es el NSCEA,T registrado.

Se debe determinar el NER con la siguiente expresión:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^{n} ti\, 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}} - 10 \log Te$$

donde: NSCEA,T i es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
ti es el tiempo de exposición en el punto de medición i.
Te es el tiempo total de exposición = 8 horas.

$$Te = \sum_{i=1}^{n} ti = 8 \text{ horas}$$

Para evaluar ruido impulsivo por medio de sonómetro integrador sólo debe efectuarse un período de observación que debe durar 15 minutos, con 45 lecturas, durante el período de observación debe registrarse el NSCEA,T cada 20 segundos y usarse la respuesta dinámica "IMPULSO" del sonómetro. Para el registro de los NSCEA,T, de todos los puntos de medición, debe utilizarse la hoja de registro establecida en el Anexo 1 ó una similar.

Debe calcularse el NSCEA,T promedio del punto de medición mediante la ecuación siguiente:

$$NSCE_{A,T}i = 10 \log \frac{1}{45} \sum_{k=1}^{45} 10^{\frac{Nk}{10}}$$

donde: NSCEA,Ti es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
Nk es el NSCEA,T registrado.

Se debe determinar el NER con la siguiente expresión:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^{n} ti\, 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}} - 10 \log Te$$

donde: NSCEA,T i es el NSCEA,T promedio del punto de medición i.
ti es el tiempo de exposición en el punto de medición i.
Te es el tiempo total de exposición = 8 hrs.

$$Te = \sum_{i=1}^{n} ti \quad = 8 \text{ horas}$$

Método de evaluación personal.

El micrófono debe de colocarse en la mitad del hombro, y la unidad de procesamiento de datos del medidor personal de exposición a ruido debe fijarse en el trabajador en una posición que no interfiera con sus actividades normales. El medidor personal de exposición a ruido debe ajustarse al Nivel Sonoro Criterio de 90 dB(A) para una jornada laboral de 8 horas y una tasa de intercambio de 3 dB(A). Se informará del objeto del estudio al trabajador que portará el medidor personal de exposición a ruido; una vez colocado el micrófono en el trabajador, se debe de iniciar el procedimiento de integración del medidor personal de exposición a ruido, registrando la hora inicial; el trabajador debe portar el medidor personal de exposición a ruido durante todo el período de medición, mismo que no debe ser menor a 5 horas, y en el cual realizará sus actividades normalmente; al concluir el tiempo total de medición T, se detendrá el funcionamiento del medidor personal de exposición a ruido, registrando la hora final; asentar en la hoja de registro establecida en el Anexo 3 ó una similar, tanto la hora de inicio de medición (ti), como la final (tf) y el porcentaje de dosis (D). Si el medidor personal de exposición a ruido incluye la opción de lectura directa del NER y el tiempo total de medición, estos valores también deben registrarse. En caso contrario, éstos deberán calcularse.

Se debe determinar el NER con la siguiente ecuación:

$$NER = 90 + 9.97 \log \frac{D}{12.5 \times T}$$

donde: D es el porcentaje de dosis registrado durante T.
T es el tiempo total de medición en horas = tf – ti.

El registro de evaluación debe contener.

+ Descripción de las condiciones normales de operación en las cuales se realizó la evaluación, proceso de fabricación y de los puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo.

+ Criterios utilizados para seleccionar el método de evaluación.

+ Plano de distribución de la zona o área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición.

+ Anexos 1, 2 y 3, según sea el caso.

+ Memoria de cálculo de los NSA, NSCEA y NER.

+ Nombre y firma del responsable del estudio de evaluación.

Daños a la Salud por Ruido.

En este contexto es importante mencionar que el ruido puede provocar daños a la salud, entre los cuales se pueden enumerar: trauma acústico agudo, trauma acústico crónico, choque acústico. Estos daños se presentarán de acuerdo con la intensidad de la exposición, el tiempo de exposición y la forma en que se de esta.

El trauma acústico agudo se define como aquel daño auditivo provocado al oído medio o interno por exposición única, súbita, de corta duración (generalmente dada por sonidos inestables, transitorios o de transición) con probable afección a estructuras celulares del órgano de Corti o incluso de la cadena oscicular o membrana timpánica *(Poblano, 2003)*. Es importante mencionar que este tipo de afecciones suele ser temporal y a menos de que implique una intensidad importante la perturbación del umbral auditivo no suele ser permanente.

El trauma acústico crónico se define como el daño auditivo que se presenta ante exposición constante y prolongada a sonidos estables, transitorios repetidos con afección del órgano de Corti principalmente, sin que esto implique afección a nivel de oído medio (Poblano, 2003). Una diferencia importante para estas afecciones es que el daño es permanente y solo puede evitarse que empeore al retirar al trabajador de la fuente de exposición.

En México se considera un Límite Máximo Permisible de Exposición a Ruido de 90 dB después de los cuales, al aumentar la intensidad sonora se disminuye el límite antes mencionado de la siguiente forma.

Límites Máximos Permisibles de Exposición en México.

NER	TMPE
90 dB(A)	8 horas
93 dB(A)	4 horas
96 dB(A)	2 horas
99 dB(A)	1 hora
102 dB(A)	30 minutos
105 dB(A)	15 minutos

Fuente: (CARRANZA, 2001).

Cabe mencionar que la bibliografía internacional contempla diferentes Límites Máximos Permisibles de Exposición al ruido. Algunos ejemplos son:

Límites Máximos Permisibles de Exposición en el Mundo.	
País	NER
Suecia	75 dB(A)
Holanda	80 dB(A)
Australia	80 dB(A)
Colombia	85 dB(A)
Estados Unidos	85 dB(A)
España	85 dB(A)
Perú	85 dB(A)
Francia	87 dB(A)

Tomado de: ATISO-HNIR. Colombia.2006 y Work-related noise induced hearing loss in Australia. Australian Safety and compensation council. 2006.

.

Es interesante agregar que algunas fuentes bibliográficas sugieren que, si se toma en cuenta la sensibilidad individual de las personas, el límite de exposición permisible tendría que colocarse a 75 dB. *(Kihlman, 2006).* De manera que el límite permisible tomado en cuenta en el ámbito nacional e internacional en todo caso mantiene expuesto a un porcentaje de la población trabajadora a un nivel de ruido suficiente como para el desarrollo posterior de la cortipatía bilateral de origen laboral.

Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Para efectos de la clasificación de las empresas se establecen cinco clases en las que se agrupan los diversos tipos de actividades y ramas industriales de acuerdo con la mayor o menor peligrosidad a que están expuestos los trabajadores. *(CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN , 2002)*. La tabla se comprende de la siguiente manera:

Resumen del Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Clase de empresa	**Tipos de empresa y ramas industriales**
I	Acuicultura. Confección de prendas de vestir a la medida. Reparación y ensamble de máquinas de coser y de oficina. Expendios de ventas al menudeo de prendas y accesorios de vestir y artículos para su confección. Compraventa de prendas y accesorios de vestir y

	artículos para su confección, con transporte. Expendios de ventas al menudeo de artículos de uso personal. Compraventa de artículos de uso personal, con transporte. Expendios de ventas al menudeo de medicamentos, productos farmacéuticos, químico-farmacéuticos y de perfumería. Compraventa de medicamentos, productos farmacéuticos, químico-farmacéuticos y de perfumería, sin transporte. Expendios de ventas al menudeo de papelería, útiles escolares y de oficina; libros, periódicos y revistas. Expendios de ventas al menudeo de máquinas, muebles, aparatos e instrumentos para el hogar, sus refacciones y accesorios. Expendios de ventas al menudeo de otros artículos para el hogar. Compraventa de otros artículos para el hogar, sin transporte. Compraventa de pieles, cueros curtidos y otros artículos de peletería, con transporte. Expendios de ventas al menudeo de equipo, mobiliario, sus partes y/o accesorios para la prestación de servicios y el comercio. Compraventa de equipo, mobiliario, sus partes y/o accesorios para la prestación de servicios y el comercio, sin transporte. Expendios de ventas al menudeo de aparatos e instrumentos de medición, precisión, cirugía, laboratorio y otros usos científicos. Compraventa de aparatos e instrumentos de medición, precisión, cirugía, laboratorio y otros usos científicos, sin transporte. Compraventa de bienes inmuebles. Expendios de ventas al menudeo de artículos diversos no clasificados. Servicios sin transporte de agencias de gestión aduanal, de equipajes, viajes y turísticas. Instituciones de crédito, seguros y fianzas. Servicios colaterales a las instituciones financieras y de seguros. Servicios de alquiler para el público en general. Servicios de esparcimiento. Promoción y montaje de exposiciones de pintura y escultura. Servicios de peluquería y salones de belleza. Servicios de revelado fotográfico. Servicios domésticos. Servicios de enseñanza académica, capacitación, investigación científica y difusión cultural servicios similares de difusión cultural. Servicios médicos. Servicios de asistencia social. Servicios veterinarios y auxiliares. Asociaciones y organizaciones comerciales, profesionales, cívicas, laborales y políticas. Organizaciones religiosas. Servicios de organizaciones internacionales y otros organismos extraterritoriales.
II	Caza. Elaboración, preparación, envasado y/o empacado de productos alimenticios, sin maquinaria ni equipo motorizado. Trabajos de hilados y/o tejidos sin maquinaria ni equipo motorizado. Confección de prendas de vestir. Otros artículos confeccionados con textiles y materiales diversos. Fabricación de calzado, sin maquinaria ni equipo motorizado. Manufactura de artículos de cuero, piel y sucedáneos, en forma artesanal. Manufactura de artículos de corcho, palma, vara, carrizo y mimbre. Industrias químico-farmacéuticas y de medicamentos. Fabricación de perfumes y cosméticos. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas. Fabricación de vidrio y/o productos de vidrio, con procesos continuos automatizados. Fabricación y/o ensamble de máquinas de coser, oficina, cómputo y sus partes. Fabricación y/o ensamble de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones. Fabricación y/o ensamble de aparatos, accesorios eléctricos o electrónicos, para empalme, corte, protección y conexión. Fabricación y/o ensamble de partes para el sistema eléctrico de vehículos automóviles y/o reparación de barcos, lanchones, barcazas, yates y similares. Fabricación, ensamble y/o reparación de aparatos, instrumentos y accesorios de óptica y fotografía. Fabricación, montaje y/o ensamble de relojes, joyas, artículos de orfebrería y fantasía. Fabricación y/o ensamble de instrumentos musicales, paraguas, juguetes y artículos deportivos, sin maquinaria ni equipo motorizado. Talleres de mecánica dental. Expendios de ventas al menudeo de alimentos, bebidas y/o productos del tabaco. Compraventa de prendas y accesorios de vestir y artículos para su confección, sin transporte. Compraventa de artículos de uso personal, sin transporte. Compraventa de medicamentos, productos farmacéuticos, químico-farmacéuticos y de

	perfumería, con transporte. Compraventa de papelería, útiles escolares y de oficina; libros, periódicos y revistas, con transporte. Supermercados, tiendas de autoservicio y de departamentos especializados por línea de mercancías. Compraventa de lubricantes y aditivos, sin transporte. Expendios de ventas al menudeo de materias primas agropecuarias. Compraventa de materiales para construcción, tales como madera, aceros y productos de ferretería, sin transporte, ni preparación de mercancías. Compraventa de material eléctrico, pinturas y productos de tlapalería, sin transporte. Compraventa de material eléctrico, pinturas y productos de tlapalería, con transporte. Compraventa de pieles, cueros curtidos y otros artículos de peletería, sin transporte. Compraventa de papel y cartón nuevos, sin transporte. Expendio de ventas al menudeo de refacciones y accesorios para maquinaria y/o equipo para la producción de bienes. Compraventa de maquinaria, equipo y sus refacciones y/o accesorios para la producción de bienes, sin transporte. Compraventa de equipo, mobiliario, sus partes y/o accesorios para la prestación de servicios y el comercio, con transporte y/o servicios de instalación, reparación y mantenimiento. Compraventa de aparatos e instrumentos de medición, precisión, cirugía, laboratorio y otros usos científicos, con transporte y/o servicios de instalación, reparación o mantenimiento. Compraventa de equipo de cómputo o de procesamiento electrónico de datos y sus periféricos, con servicios de instalación, reparación y/o mantenimiento. Compraventa de artículos diversos no clasificados, sin transporte. Compraventa de artículos diversos no clasificados, con transporte y/o servicios de instalación, reparación o mantenimiento. Transporte aéreo. Administración de vías de comunicación, terminales y servicios auxiliares. Comunicaciones. Servicios de laboratorio para la industria en general. Servicios de alquiler de equipo y mobiliario a empresas. Servicios de alquiler o renta de automóviles, bicicletas y motocicletas. Servicios de alojamiento temporal. Preparación y servicio de alimentos. Servicios recreativos. Servicios de centros nocturnos, salones de baile y casinos. Servicios de reparación de artículos de uso doméstico y personal, sin maquinaria ni equipo motorizado. Servicios para el aseo personal y sanitarios. Inhumaciones y servicios conexos. Servicios médicos, paramédicos y auxiliares. Servicios generales de la administración pública. Seguridad social.
III	Agricultura, Cría y explotación de ganado y otras clases de animales. Pesca en aguas interiores. Elaboración y preparación de productos alimenticios a base de frutas y legumbres, su conservación, envasado y/o empacado. Elaboración, preparación, conservación, envasado y/o empacado de productos lácteos. Elaboración de productos a base de cereales. Elaboración de chocolates, dulces, confituras, jarabes, concentrados y colorantes para alimentos. Fabricación de almidones, féculas, levaduras, malta y productos similares. Elaboración, preparación, envasado y/o empacado de otros productos alimenticios. Fabricación de productos a base de cereales, con procesos continuos automatizados. Beneficio y/o fabricación de productos de tabaco. Fabricación de tejidos y artículos de punto. Fabricación de calzado, con maquinaria y/o equipo motorizado. Fabricación de artículos de cuero, piel y sucedáneos. Fabricación de artículos de corcho, palma, vara, carrizo y mimbre. Industria editorial, de impresión, encuadernación y actividades conexas. Fabricación de substancias químicas e industriales; excepto abonos. Fabricación de resinas sintéticas y plastificantes. Industria de las pinturas. Fabricación de productos químicos para limpieza y aromatizantes ambientales. Fabricación de velas, veladoras y similares. Otros productos de las industrias químicas conexas. Fabricación de lubricantes y aditivos. Manufactura de artículos de alfarería y cerámica. Fabricación de productos abrasivos. Fabricación de azulejos, con procesos continuos automatizados. Fabricación de agujas, alfileres, cierres, botones y navajas para rasurar. Reparación y/o

	mantenimiento de maquinaria y equipo en general. Fabricación y/o grabado de discos y cintas magnéticas para sonidos, imágenes y datos. Fabricación y/o ensamble de aparatos eléctricos y sus partes para uso doméstico. Fabricación y/o ensamble de pilas(secas), componentes eléctricos y electrónicos diversos. Fabricación y/o ensamble de lámparas (focos) y tubos al vacío para alumbrado eléctrico. Fabricación de conductores eléctricos. Fabricación en serie o con procesos continuos de acumuladores eléctricos. Fabricación y/o ensamble de aeronaves. Fabricación y/o ensamble de automóviles, autobuses, camiones y motocicletas. Fabricación y/o ensamble de motores para automóviles, autobuses y camiones. Fabricación, ensamble y/o reparación de equipos, aparatos científicos y profesionales e instrumentos de medida y control. Fabricación y/o ensamble de instrumentos musicales, paraguas, juguetes y artículos deportivos, con maquinaria y/o equipo motorizado. Fabricación de lápices, gomas, plumas y bolígrafos. Fabricación y/o ensamble de armas de fuego portátiles, cartuchos, municiones y accesorios. Fabricación, ensamble y/o reparación de otros artículos manufacturados no clasificados anteriormente, sin maquinaria ni equipo motorizado. Captación y suministro de agua potable y tratada. Compraventa de alimentos, bebidas y/o productos del tabaco, sin transporte. Compraventa de alimentos, bebidas y/o productos del tabaco, con transporte al menudeo, medio mayoreo y/o mayoreo de alimentos, bebidas y/o productos del tabaco, que cuenten con transporte para la distribución y/o equipo para el movimiento de las mercancías. Compraventa e introducción de animales vivos. Compraventa de papelería, útiles escolares y de oficina; libros, periódicos y revistas, sin transporte. Estaciones de venta de gasolina, diésel y compraventa de lubricantes y aditivos, con transporte. Compraventa de leña, carbón vegetal y mineral. Compraventa de materias primas agropecuarias, sin transporte. Compraventa de materias primas agropecuarias, con transporte. Compraventa de fertilizantes, plaguicidas y productos químicos (no explosivos) en envases cerrados o a granel, con transporte. Compraventa de papel y cartón nuevos, con transporte. Compraventa de explosivos y productos de pirotecnia. Compraventa de maquinaria, equipo y sus refacciones y/o accesorios para la producción de bienes, con transporte y/o servicios de reparación o mantenimiento. Compraventa de equipo de transporte, sus refracciones, accesorios y/o partes, con transporte y/o servicios de instalación, reparación o mantenimiento. Servicios de alquiler de aeronaves, carros de ferrocarril y transportes acuáticos. Servicios de protección y custodia. Servicios de alquiler de maquinaria y equipo agrícola. Servicios de alquiler de maquinaria y equipo para la construcción sin operadores. Preparación y servicio de bebidas alcohólicas. Hipódromos, galgódromos, lienzos charros, palenques y promoción y presentación de espectáculos taurinos. Circos y juegos electromecánicos. Servicios de reparación, lavado, engrasado, verificación de emisión de contaminantes y estacionamiento de vehículos con servicios mecánicos y/o de hojalatería. Servicios de fumigación, desinfección y control de plagas. Servicios de estacionamiento y/o pensión para vehículos. Seguridad pública.
IV	Pesca de altura y costera. Trabajos de buceo. Extracción y beneficio de azufre. Exploración y extracción de petróleo crudo y gas natural. Extracción y beneficio de minerales metálicos, en minas a cielo abierto. Explotación y/o beneficio de yacimientos de sal. Elaboración, preparación, conservación, envasado y/o empacado de carnes y sus derivados. Elaboración, preparación, conservación, envasado y/o empacado de pescados, mariscos y otros productos marinos. Elaboración de alimentos para animales. Elaboración de cerveza y malta. Elaboración y/o envase de refrescos, aguas gaseosas y purificadas. Fabricación, preparación, hilado, tejido y acabado de textiles de fibras blandas. Trabajos de blanqueo, teñido, estampado, impermeabilizado y acabado de hilados

	y tejidos de fibras blandas. Fabricación de tejidos de fibras blandas con telares automáticos sin lanzadera. Fabricación de hilados con máquinas de turbina. Fabricación de artículos a base de papel y/o cartón. Fabricación de abonos, fertilizantes y plaguicidas. Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales no comestibles, para usos industriales. Fabricación de cerillos. Fabricación de explosivos y fuegos artificiales. Refinación del petróleo crudo y petroquímica básica. Fabricación de productos a base de asfalto y sus mezclas. Fabricación de productos de plástico. Fabricación de vidrio y/o productos de vidrio. Fabricación de concreto premezclado. Fabricación y/o reparación de puertas, ventanas, cortinas metálicas y otros trabajos de herrería. Fabricación, ensamble y/o reparación de muebles metálicos y sus partes. Trabajos de tratamientos térmicos y galvanoplastia. Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo e implementos para las industrias de alimentos, bebidas, tabacalera, textil, calzado, madera, cuero, impresión, hule, plástico, productos de minerales no metálicos (excepto cemento), metalmecánica y maquinaria y equipo de uso común a varias industrias. Fabricación y/o ensamble de maquinaria y equipo para generación y transformación de energía eléctrica. Fabricación, reconstrucción y/o ensamble de acumuladores eléctricos. Fabricación y/o ensamble de refrigeradores, estufas, lavadoras, secadoras y otros aparatos de línea blanca. Fabricación y/o ensamble de carrocerías para vehículos de transporte. Fabricación y/o ensamble de partes y accesorios para automóviles, autobuses, camiones, motocicletas y bicicletas. Fabricación de conjuntos mecánicos y sus partes para automóviles, autobuses, camiones y motocicletas. Fabricación, ensamble y/o reparación de otros artículos manufacturados no clasificados anteriormente, con maquinaria y/o equipo motorizado. Instalaciones sanitarias, eléctricas, de gas y de aire acondicionado. Instalación y reparación de ascensores, escaleras electromecánicas y otros equipos para transportación. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Compraventa de materiales para construcción tales como: madera, aceros y productos de ferretería, con transporte y/o preparación de mercancías. Compraventa de maquinaria, equipo y sus refacciones y/o accesorios para la producción de bienes, con servicios de instalación. Transporte de pasajeros. Transporte marítimo y de navegación interior y servicios diversos a bordo y/o en plataformas marinas. Servicios de almacenamiento y/o refrigeración. Servicios de grúa y emergencia para vehículos. Servicios con transporte de agencias de gestión aduanal, de mensajería y paquetería, de equipajes, viajes, turísticas y otras actividades relacionadas con los transportes en general. Servicios de reparación de artículos de uso doméstico y personal, con maquinaria y/o equipo motorizado.
V	Explotación de bosques madereros, extracción de productos forestales no maderables y servicios de explotación forestal. Extracción y beneficio de carbón mineral, grafito, y minerales no metálicos en minas de profundidad. Extracción y beneficio de minerales no metálicos, en minas a cielo abierto. Extracción y beneficio de minerales metálicos, en minas de profundidad. Beneficio de minerales metálicos. Beneficio de otros granos, fabricación y envasado. Producción de azúcar. Matanza de ganado y aves. Fabricación de aceites y grasas vegetales alimenticias. Fabricación de harinas y productos de molino a base de cereales y leguminosas. Fabricación, preparación, hilado, tejido y acabado de textiles de fibras duras. Curtido y acabado de cuero y piel. Curtido y acabado de cuero y piel, con uso exclusivo de maquinaria y/o equipo motorizado. Fabricación de productos de aserradero. Fabricación de artículos y accesorios de madera. Fabricación de productos de hule. Fabricación de productos de látex. Fabricación de muebles sanitarios, loza, porcelana y artículos refractarios. Fabricación de granito artificial, productos de mármol y otras piedras. Fabricación de productos y partes preconstruidas de concreto. Fabricación de

	productos de asbesto-cemento. Fabricación de cemento. Industrias básicas del hierro, acero y metales no ferrosos. Industrias básicas del hierro, acero y metales no ferrosos, con procesos automatizados. Fabricación de utensilios agrícolas, herramientas y artículos de ferretería y cerrajería. Fabricación y/o reparación de estructuras metálicas, tanques, calderas y similares. Fabricación de envases metálicos, corcholatas y tapas. Fabricación de alambres y otros productos de alambre. Fabricación de baterías de cocina, cucharas, cuchillos y tenedores. Fabricación de otros productos metálicos maquinados. Fabricación de partes y piezas sueltas, para maquinaria y equipo en general. Fabricación de luminarias y anuncios luminosos. Construcción de edificaciones; excepto obra pública. Construcciones de obras de infraestructura y edificaciones en obra pública. Compraventa, envasado y/o distribución de gases para uso doméstico, industrial y medicinal. Compraventa de chatarra, fierro viejo, partes o mecanismos usados y desperdicios en general. Transporte de carga. Transporte ferroviario y eléctrico. Servicios directamente vinculados con el transporte por agua y/o servicios de supervisión y mantenimiento en plataformas marinas. Servicios de instalación de maquinaria y equipo en general. Servicios de alquiler de maquinaria y equipo para la construcción con operadores. Aerotecnia agrícola.

Fuente: (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN , 2002).

Antecedentes.

No se encontró en la bibliografía consultada referencia alguna a tablas que hayan resumido lo que se pretende como objetivo mediante el presente protocolo de estudio, sin embargo, se puede hacer una referencia rápida de algunos estudios ambientales realizados en diversas empresas.

Tabla comparativa de estudios de ruido en ámbito internacional.

Título	**Autor / *Fuente bibliográfica***	**Actividad o giro de la empresa**	**NER promedio por sonómetro**	**Áreas evaluada**	**NER por dosímetro**	**Puesto evaluado**
Caso ejemplo, Calera de México, S.A. de C.V.	Descnocido. (*Desconocido, 2017)*	Fabricación de cal y yeso	95.69 dB	Quebradora de quijada primaria, Quebradora de cono secundaria, Plataforma de quebradora de cono secundaria, Plataforma de criba de 2 camas, Criba de 2 camas		

INFORME DE SONOMETRIAS/ Laboratorio de Higiene Industrial Regional Occidente. Colombia	CHRISTIAN X. QUIMBAYO N. *(N., 2017)*	Aero transporte			65 dB	Observador de superfice
Evaluación de Ruido en las áreas de producción en una empresa procesadora de carne. México	Fernando Balderrama García. *(Balderrama García, 2017)*	Sacrificio y corte de cerdo	95.1 dB	Corte: Área de Ham, área de shoulder, área de collar, área de loin, área de belly; Matanza: área de sacrificio, área de visceras, área de cuarto frío; Maquila: A,B,C, Valor agregado.		
INFORME MONITOREO DE CALIDAD DELAIRE, RUIDO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS AEROPUERTO "BENITO SALAS VARGAS" NEIVA – HUILA	Desconocido. *(Aeronáutica Civil. Unidad Administrativa Especial., 2017)*	Aerotransporte	75 dB	Aeropuerto y barrios circundantes		
"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO EN CENTROS DE ENTRETENIMIENTO DE CIUDAD JUÁREZ, CHIH."	Aidé A. Maldonado Macias, Carlos A. Alemán, Julián Dorado. *(Maldonado Macías, 2017)*	Entretenimiento	NER mínimo medido 96.5 NER máximo medido 103.2 dB	5 centros de entretenimiento (zona de mesas)		
EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LAS MÁQUINAS TROQUELADORA ESPARTANISCS, MULLER MARTIN 3 Y PICADORA DE PLÁSTICO EN LA PLANTA DE ASSENDA S.A. Colombia	JULIÁN HARVEY JARAMILLO PUENTES. *(Jaramillo Puentes, 2017)*	Industria de artes gráficas	95-28 dB	Máquina Muller Martini 3, prensa Sakurai, máquina plasticar		
Estudio del ruido ambiental en empresas valencianas del sector textil I. Medidas acústicas. España	Amando García y José V. Garrigues.	Industrias textiles	64% de los puestos de trabajo mostraban niveles	20 Empresas valencianas textiles		

	(García & Garrigues, 1997)		medios de exposición sonora superiores a 80 dBA, 8% de ellos dichos niveles superaban los 90 dBA.			

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Cuando se realizan visitas de calificación de enfermedades de trabajo, un ingeniero acude a la empresa presuntamente responsable de haber originado la misma. Sin embargo, la empresa en cuestión puede negar el acceso de los ingenieros para la realización de los estudios pertinentes para la calificación de la enfermedad, o la empresa puede haber ya desaparecido, lo que imposibilita la realización de los estudios. Ante esta situación, el médico del trabajo y los ingenieros de seguridad e higiene para realizar su labor deben de hacer una reconstrucción retrospectiva de la exposición a ruido que haya sufrido el paciente. Para lo cual debe realizar búsqueda de artículos que describan los niveles de ruidos asociados a diversas empresas o maquinaria empleada, según sea el caso que se esté abordando en el momento. Si bien el no encontrar dicha información no necesariamente determina que se dé una calificación negativa de enfermedad de trabajo, si es cierto que podría ayudar a que este último caso se dé.

7. JUSTIFICACIÓN.

La patología auditiva puede ser calificada como enfermedad de trabajo y generar una incapacidad permanente parcial o bien; ser calificada como enfermedad general y generar un estado de invalidez. El IMSS como institución básica de seguridad social realiza gastos en los ramos de aseguramiento de Riesgos de Trabajo, así como el de Invalidez y Vida. La patología auditiva de origen laboral está entre las primeras en cuanto a importancia por su frecuencia, para su mejor calificación y estudio se requiere el estudio específico de puesto de trabajo, donde el NER toma una relevancia trascendental. Contar con una tabla de referencia permitiría estimar los niveles de ruido de empresas que ya no existen o que han modificado sus procesos de producción a través del tiempo o que niegan el acceso a los médicos de salud en el trabajo e ingenieros del área de Seguridad e Higiene en el Trabajo del IMSS.

Esta tabla es estimativa, toda vez que no se controlan factores de la empresa como: temporadas de producción, horarios de mayor carga de trabajo, alteración de las actividades normales de funcionamiento etc. Sin embargo, serviría como herramienta de referencia y primer paso de aproximación al estudio de las patologías auditivas de origen laboral.

8. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es el promedio de nivel de exposición a ruido por sonómetro que presentan cada tipo de empresa de acuerdo con el Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social?.

9. HIPÓTESIS.

Al tratarse de un estudio de carácter descriptivo no requiere de hipótesis.

10. OBJETIVOS

Objetivos principales:

- Determinar el promedio de Nivel de Exposición a Ruido por sonómetro presente en las empresas estudiadas en la delegación sur de la ciudad de México de acuerdo con el Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Objetivos secundarios:

- Determinar rango de NER según sonómetro a que está expuesto un trabajador dependiendo de la zona evaluada dentro de la empresa (zona con maquinaria y zona sin maquinaria).
- Determinar NER mínimo y máximo en áreas con maquinaria.
- Determinar NER mínimo y máximo en áreas sin maquinaria.
- Determinar porcentaje de actividades o giros de empresas evaluados por clase y de manera global.
- De contar con los datos necesarios en los estudios, determinar NER mínimo, máximo y promedio de acuerdo con la dosimetría.
- Determinar el porcentaje de áreas con maquinaria y sin maquinaria medidas dentro de las empresas.

11. MATERIAL Y MÉTODOS.

Para el presente protocolo se realizará un estudio de tipo transversal, descriptivo usando los estudios medioambientales de ruido realizados en las empresas afiliadas al IMSS por los ingenieros del departamento de Seguridad e Higiene en la delegación Sur de la Ciudad de México en el periodo de enero de 2007 a noviembre de 2017.

Criterios de inclusión:

- Estudio de higiene de ruido.
- Que el estudio sea de una empresa perteneciente a la delegación Sur del IMSS de la Ciudad de México.
- Haber sido realizado en el periodo de 2007 a noviembre de 2017.

Se realizará una base de datos donde se registre: clasificación de la empresa, actividad o giro de la empresa, zonas evaluadas dentro de la empresa, NER por sonómetro y de contarse con el dato, NER por dosimetría y puesto de trabajo evaluado.

Una vez realizada la base de datos, se hará un análisis univariado de todas las variables, reportando moda de los giros o actividades de empresas, proporción de zonas evaluadas dentro de la empresa, NER mínimo y máximo registrado por sonómetro, NER mínimo y máximo registrado por dosímetro, y moda de puesto de trabajo.

El NER se mide en dB la cuál es una medida logarítmica con base 10 con fórmula:

$$I(dB) = 10\log_{10}\left[\frac{I}{I_0}\right]$$ Intensidad en decibelios

Donde:

I es la intensidad del sonido.

I_0: umbral de audición estándar = 1.

De manera que para poder hacer el promedio de las intensidades se despejará la fórmula para obtener I. Obteniendo la siguiente fórmula:

$$10^{\left(\frac{(dB)}{10}\right)} * I_0 = I$$

Una vez realizado esto se procederá a hacer un promedio de todas las intensidades de ruido recabadas, para remplazar dicho valor como I en la fórmula original de los dB a manera de obtener un promedio real de los ruidos valorados.

Es importante mencionar que, para hacer este cálculo, se desarrolló una hoja de cálculo en Excel para poder realizar el promedio del NER medido en los estudios, dicha calculadora de db fue probada en múltiples ocasiones y en todas ellas comprobó ser una herramienta exacta en el cálculo de los promedios de NER.

Tabla de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Unidad de medición
Clasificación de la empresa	Clases en las que se agrupan los diversos tipos de actividades y ramas industriales realizadas por las empresas, con razón de la mayor o menor peligrosidad a que están expuestos los trabajadores.	Clase de empresa, recabada en el apartado "1" de la "HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS"	Cualitativa ordinal	I, II, III, IV, V
Actividad o giro de la empresa	El giro de una empresa se refiere a la actividad o negocio que desarrolla la misma para la producción de bienes económicos	Actividad o negocio que desarrolla la empresa, recabada en el apartado "2" de la "HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS"	Cualitativa nominal	Actividad económica
Nombre de la zona evaluada	Nombre o designación de la zona de la empresa donde se realizó la medición de ruido	Nombre o designación de la zona de la empresa donde se realizó la medición de ruido, recabada en el apartado "3.1" de la "HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE	Cualitativa nominal	Nombre

		EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS”		
Tipo de Zona evaluada dentro de la empresa	Área física evaluada dentro en la empresa. Para nuestro objeto de interés importará si en el mismo hay maquinaria potencialmente nociva para la audición	Área física evaluada dentro en la empresa, recabada en el apartado “3.2” de la “HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS”	Cualitativa nominal	Zona con maquinaria: aquel espacio físico donde se encuentre maquinaria pesada, hidráulica, o que funcione a base de diesel o a corriente eléctrica que se encuentre dentro de una habitación o bodega sin importar las dimensiones de la misma o que se encuentre en espacio abierto con el puesto de trabajo a menos de 10 m de distancia de la misma. Que genere ruido estable o inestable. Zona sin maquinaria: aquel espacio físico donde no se encuentre maquinaria alguna y de

				serlo, esta no sea maquinaria pesada, hidráulica, o que funcione a base de diésel.
NER por sonómetro	Nivel de presión acústica instantánea promedio medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado referido a una exposición de 8 horas para aproximar su respuesta a los niveles fisiológicos de la curva de audición humana	Nivel de presión acústica instantánea promedio medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado referido a una exposición de 8 horas, recabada en el apartado “4.1” de la “HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS”	Cuantitativa continua	dB (Decibel)
NER por dosímetro	Nivel de presión acústica instantánea promedio medido con la red de ponderación "A" de un dosímetro a lo largo de una jornada laboral	Nivel de presión acústica instantánea promedio medido con la red de ponderación "A" de un dosímetro a lo largo de una jornada laboral, recabada en el apartado “4.2” de la “HOJA DE RECOLECCIÓN DE	Cuantitativa continua	dB (Decibel)

		DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS”		
Puesto de trabajo	Nombre que se le da al área específica donde se realiza una labor o que especifica las funciones o partes de las mismas que se realizan como parte de un trabajo	Nombre que se le da al área específica donde se realiza una labor o que especifica las funciones o partes de las mismas que se realizan como parte de un trabajo, recabada en el apartado “5” de la “HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA DETERMINAR NIVELES DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN EMPRESAS AFILIADAS AL IMSS”	Cualitativa nominal	Nombre

12. FACTIBILIDAD.

El presente trabajo de investigación tendrá factibilidad ya que será un trabajo de tipo transversal, lo que implica la necesidad de pocos recursos económicos y humanos para su realización, la recolección y análisis de datos se realizará a lo largo de 3 semanas, todos los recursos estarán a disposición de manera electrónica por lo que no habrá necesidad de trasladarse a alguna otra locación física.

13. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Se seguirán los lineamientos establecidos en la Declaración de Helsinki, la Asociación Médica Mundial en su versión modificada y la Ley General de Salud en su materia de Investigación para la Salud. En acuerdo al artículo 17 Fracción I, del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, se considera esta investigación sin riesgo debido a que se emplearán métodos de investigación documental retrospectivos como son los estudios medio ambientales, no se realizará ninguna intervención o modificación intencionada en las variables medio ambientales de las empresas donde se realizaron los estudios utilizados para el presente protocolo, ya que el único propósito del mismo es determinar los promedios de Niveles de Exposición a Ruido, y no supondrá en ningún momento el riesgo de que se le impongan o quiten sanciones a las empresas participantes.

14. RESULTADOS.

Se realizó un conteo de los giros y actividades consideradas en la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS, contabilizando 249 giros en total, de los cuales 43 fueron computados en este estudio (equivalente a 17.3% del total). De la Clasificación I se incluyeron en el estudio 2 giros de los 35, lo que equivale a 5.7% de su rubro; de la clasificación II se incluyeron a 11 de los 58 giros, lo que equivale a 19% de su rubro; de la clasificación III se incluyeron 12 de los 66 giros, lo que equivale a 18.2% de su rubro; de la clasificación IV se incluyeron 15 de los 47 giros, lo que equivale a 31.9% de su rubro; mientras que de la clasificación V se incluyeron 3 de los 43 giros considerados para tal rubro, lo que equivale a 7% de los mismos. Los giros más representativos de cada categoría se presentan en la *Tabla 1.*

Tabla 1. Porcentaje de giros representados por Categoría de la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS.

Clasificación	Giro	Num. De mediciones	% representado de la clasificación
I	Impresión en cartón, papel.	9	69.2
	Servicios de contaduría y auditoria.	4	30.8
II	Seguridad Social.	263	67.8
	Elaboración de medicamentos.	30	7.7
	Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos.	25	6.4
	Servicios de alojamiento temporal.	19	4.9
	Fabricación de productos y cosméticos.	16	4.1
	Otros servicios de apoyo a los negocios.	11	2.8

	Fabricación de prendas de vestir.	10	2.6
	Fabricación de dulces.	9	2.3
	Servicios Administrativos Plan. Sup. y Org. de personal.	4	1
	Preparación y servicio de alimentos.	3	0.7
III	Actividades de imprenta.	49	28.7
	Producción de armas deportivas, armas de fuego, de productos de oficina y escolares.	21	12.3
	Litográfico (Impresiones).	20	11.7
	Industria Editorial de Impresión, Encuadernación y Actividades conexas.	12	7
	Elaboración de Dulces.	11	6.4
	Encuadernación de libros y revistas.	11	6.4
	Fabricación y comercio en Gral. de Alimentos Deshidratados.	10	5.8
	Fab. Ensam. y/o Rep. de eq. cientif. y prof.	9	5.3

	e instr. de medida y control.		
	Fabricación de blanqueadores y plásticos.	8	4.7
	Soluciones de limpieza.	8	4.7
IV	Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador.	26	14
	Fabricación De Artículos A Base De Papel.	24	13
	Fab. Conj. Mec. Y Sus Partes P/Autobuses, Camionetas Y Motoc.	21	11.4
	Fabricación de Productos de Plástico.	18	9.7
	Fabricación de muebles para oficina.	16	8.6
	Elaboración de bebidas.	15	8.1
	Fabricación de vidrio y/o productos de vidrio.	15	8.1
	Fab., Prep., Hilado, Tejido Y Acabado De Text. De Fibras Blandas.	11	6
	Fabricación de autopartes para	10	5.4

	frenos y suspensiones.		
	Fabricación de productos a base de asfalto y sus mezclas.	8	4.3
V	Fabricación Y Venta De Productos De Látex.	9	50
	Fabricación de contenedores de plástico.	6	33.3
	Fabricación de otros productos metálicos maquinados.	3	16.7

Se logró recuperar 101 estudios ambientales de ruido, de los cuales 98 cumplieron con las características necesarias para ser tomados en cuenta y formar parte del actual protocolo de estudio. Los 3 estudios rechazados no mostraron fotos de los lugares donde se realizaron las mediciones ambientales de ruido o no describieron las mismas, por lo que no se pudo determinar el tipo de área donde se realizaron. Los 98 estudios que cumplieron con el resto de las características para el protocolo representan a 78 locaciones diferentes donde se realizaron en total 818 mediciones con sonómetro o dosímetro que representan a 54 empresas. En total se realizaron 775 mediciones por sonómetro y 43 mediciones con dosimetría.

De las 775 mediciones de sonómetro, el 50% corresponden a empresas ubicadas en la clasificación II, 23.9% son de empresas clasificadas con el tipo IV, 22.1% son del tipo III, 2.3% son del tipo V y 1.7% de la clasificación I. Sin embargo, las 775 mediciones representan a 54 empresas, de las cuales 17 empresas se encuentran en la clasificación III (equivalente al 31.5%), 16 empresas se encuentran en la clasificación II (equivalente a 29.6%), cifra que se repite para la clasificación IV, dejando finalmente a 3 empresas para la clasificación V (equivalente a 5.6%) y 2 empresas en la clasificación I (equivalente a 3.7%).

De las 43 mediciones realizadas por dosímetro 31 fueron realizadas en empresas con clasificación II (equivalente al 72.1%), 9 fueron realizadas en empresas con clasificación IV (lo que equivale a 21%), 2 mediciones se hicieron en empresas con clasificación III (equivalente a 4.6%), solamente 1 medición se hizo en empresas con clasificación V (equivalente a 2.3%), cabe señalar que ninguna medición fue realizada en empresas con clasificación I. El puesto de trabajo más estudiado fue el de Técnico en Fluidos y energéticos con 23 estudios, lo que representa el 53.5% de las mediciones por

dosimetría recabadas. Las *Tablas 2 y 3* muestran los resultados específicos de las características generales de las mediciones, así como sus distribuciones.

Tabla 2. Distribución de las mediciones, sitios y empresas donde se realizaron las sonometrías de acuerdo con la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS.

Clasificación	I	II	III	IV	V	Total
Num. Mediciones	13	388	171	185	18	**775**
% mediciones del total	1.7	50	22.1	23.9	2.3	100
Num. De sitios donde se midió	2	40	17	16	3	**78**
% de sitios del total	2.6	51.3	21.8	20.5	3.8	100
Num. De empresas	2	16	17	16	3	**54**
% de empresas del total	3.7	29.6	31.5	29.6	5.6	100

Tabla 3. Distribución de las mediciones, sitios y empresas donde se realizaron las dosimetrías de acuerdo con la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS.

Clasificación	I	II	III	IV	V	Total
Num. Mediciones	0	31	2	9	1	**43**
% mediciones del total	0	72.1	4.6	21	2.3	100
Num. De sitios donde se midió	0	17	2	7	1	**27**
% de sitios del total	0	63	7.4	25.9	3.7	100
Num. De empresas	0	3	2	7	1	**13**
% de empresas del total	0	23.1	15.4	53.8	7.7	100

En lo que se refiere a las mediciones por sonometría, 634 fueron realizadas en lugares con maquinaria, mientras que 141 fueron tomadas en lugares sin maquinaria. Solamente en las empresas de clasificación I y V faltaron obtener mediciones en zonas consideradas como sin máquinas para el presente estudio. El NER más pequeño que se midió en el presente protocolo fue de 50 dB y se midió en una zona con maquinaria de una empresa con clasificación II, el NER máximo medido igualmente se encontró en una zona con maquinaria de una empresa con clasificación II y correspondió a una medida de 113 dB. Para corroborar que entre los grupos de zonas con maquinaria y zonas sin maquinaria existían diferencias estadísticamente significativas se realizó la conversión del valor de dB (por ser una medida logarítmica base 10) al valor de Intensidad del sonido, mediante la fórmula:

$$10^{\left(\frac{(dB)}{10}\right)} * I_0 = I$$

Donde:

I es la intensidad del sonido.

I_0: umbral de audición estándar = 1.

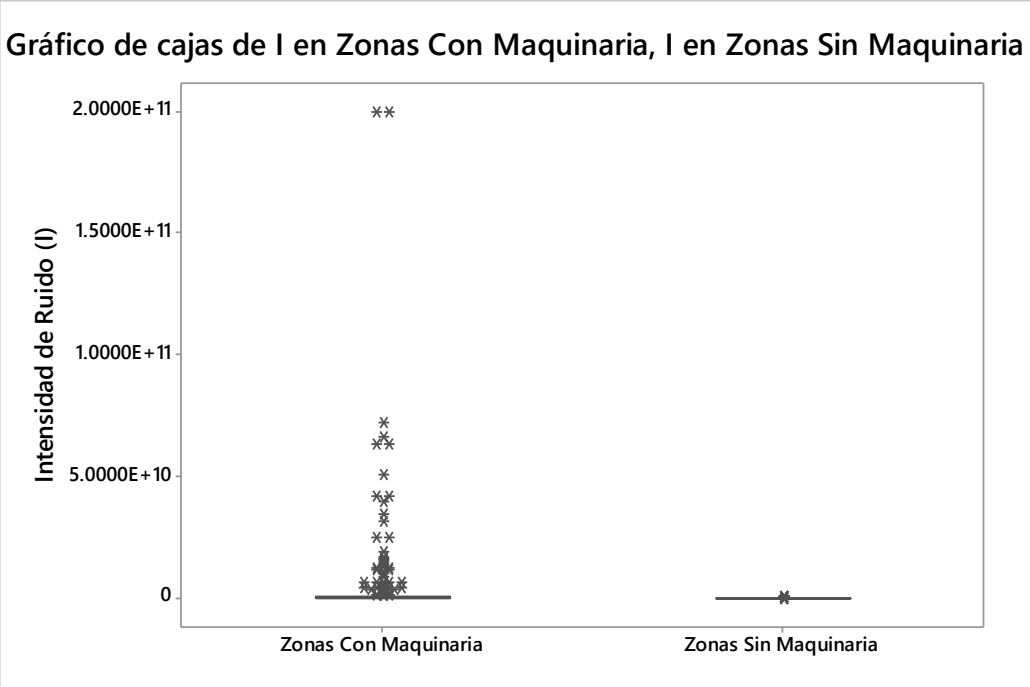
dB: es la medida en decibeles calculada en la zona.

Las características de las Intensidades de Ruido de acuerdo con el tipo de Zona analizada se muestran en la *Tabla 4,* en el *Gráfico de Cajas 1* y la *Gráfica de Intervalos 1.*

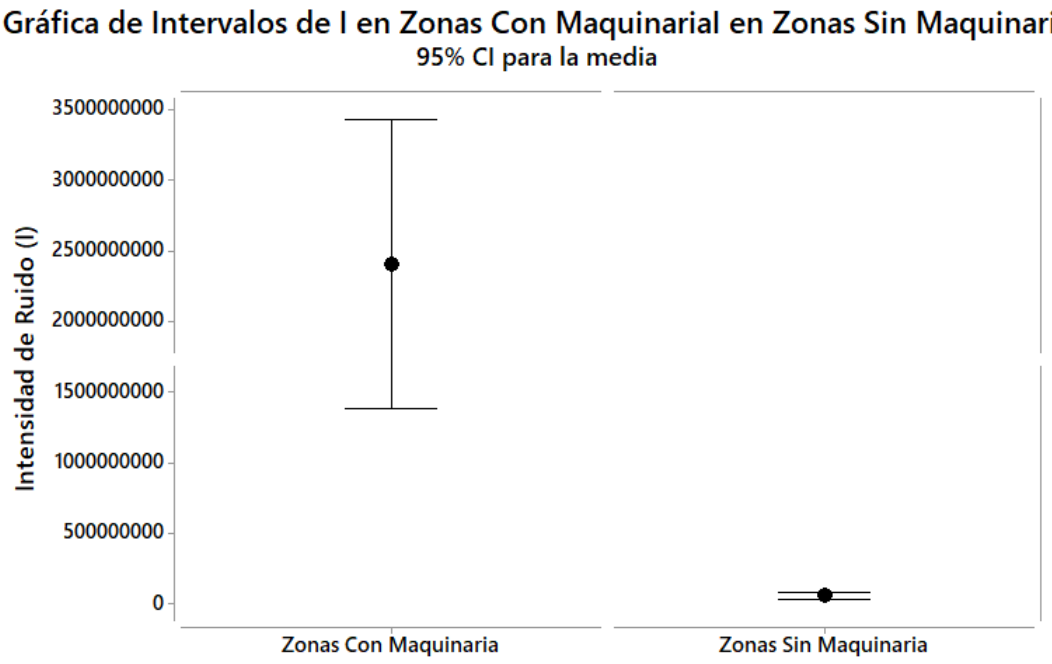
Tabla 4. Estadística descriptiva de las Intensidades de Ruido por tipo de Zona.

Variable	Zona con maquinaria	Zona sin Maquinaria
Promedio	2404575440	62340081
Desviación Estándar	13104015051	134900811
Varianza	1.71715E+20	1.81982E+16
Mínimo	100000	630957
Mediana	270084890	9660509
Máximo	1.99526E+11	741310241
Sesgo	11.80	3.03
Curtosis	164.78	9.19

Gráfico de Cajas1. Intensidad de Ruido (I) de acuerdo con tipo de Zona.



Gráfica de Intervalos 1. Intervalos esperados de la Intensidad de Ruido (I) de acuerdo con la zona analizada a partir de las desviaciones estándar.



Las Desviaciones Estandar Individuales fueron usadas para calcular los intervalos.

Tras obtener estos resultados se realizó una prueba estadística de t de student para determinar que las diferencias de medias de ambas muestras fueran lo suficientemente diferentes como para pertenecer a diferentes conjuntos de datos. Obteniendo una p menor a 0.0001, por lo que se puede determinar que ambas muestras enseñan diferencias estadísticamente significativas y en efecto con un intervalo de confianza del 95% pertenecen a grupos diferentes de medidas.

Se calculó el NER promedio de todas las mediciones, hallando un valor de 93 dB. Los detalles de las mediciones por sonometría de cada rubro de la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS se muestran en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Distribución de mediciones por sonómetro; valores mínimo, máximo y promedio de NER de acuerdo tipo de zona y a Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS.

Tipo de Zona	Con máquinas	Sin máquinas	Global
Clasificación I			
Num. De Mediciones	13	0	13
% de mediciones	100	0	100
NER min	70.9	NA	70.9
NER max	105.4	NA	105.4
NER prom	94.6	NA	94.6
Clasificación II			
Num. De Mediciones	271	117	388
% de mediciones	69.8	30.2	100
NER min	50	58	50
NER max	113	88.7	113
NER prom	96.7	76.5	93.7
Clasificación III			
Num. De Mediciones	158	13	171
% de mediciones	92.4	7.6	100

NER min	72.6	73.8	72.6
NER max	101.9	87.5	101.9
NER prom	88.7	82.8	86.7
Clasificación IV			
Num. De Mediciones	174	11	185
% de mediciones	94.1	5.9	100
NER min	68.3	66.2	66.2
NER max	101.5	85.1	101.5
NER prom	86.8	80.2	81.1
Clasificación V			
Num. De Mediciones	18	0	18
% de mediciones	100	0	100
NER min	68	NA	68
NER max	101.2	NA	101.2
NER prom	91	NA	91

En lo que se refiere a las dosimetrías, no se obtuvieron mediciones en empresas de clasificación I. El NER más bajo medido, así como el más elevado, se encontraron en las empresas de clasificación II con mediciones de 73.8 y 93.2 dB correspondientemente. Sin embargo, el NER promedio más elevado se localizó en las empresas de clasificación IV con una medición de 87.8 dB. Una vez más el protocolo encontró a la Dosis efectiva mínima más baja, a la Dosis efectiva máxima más elevada y a la Dosis efectiva promedio más elevada en las empresas de clasificación II con dosis de 1.4%, 155.5% y 39.9% correspondientemente. Los detalles de las mediciones realizadas por dosímetro de acuerdo con cada rubro de la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS se mencionan en la *Tabla 6.*

Tabla 6. Distribución de mediciones por dosímetro; valores mínimo, máximo y promedio de NER de acuerdo tipo de zona y a Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS.

Clasificación	I	II	III	IV	V
NER min	NA	73.8	83	81	77.1
NER max	NA	93.2	84.1	93	77.1
NER prom	NA	87.2	83.6	87.8	77.1
Dosis min	NA	1.5	12.5	7.8	3
Dosis max	NA	155.5	31.1	126.3	3
Dosis prom	NA	40	21.8	38	3

15. DISCUSIÓN.

Los estudios analizados en el presente trabajo fueron realizados en un tiempo de 10 años (de 2007 a 2017) y fueron recabados de los departamentos de Seguridad e Higiene del HGZ 30 y HGZ 32, es importante mencionar que de los 98 estudios recabados, solo 10 son de la zona de cobertura correspondiente al HGZ 30, por lo que los resultados presentados previamente son 90% representativos de las empresas evaluadas por el HGZ 32, lo que llama poderosamente la atención ya que en este escenario, hablamos que entre ambas zonas de cobertura no se realizaron en promedio ni 10 estudios de ruido anuales entre ambos HGZ, de los cuales prácticamente 1 de cada 10 estudios fue del HGZ30. De las 775 mediciones por sonometría realizadas en los estudios analizados, 263 fueron hechas en el Instituto Mexicano del Seguro Social, por lo que el 33.9% de todas las mediciones (poco más de la 3ª parte de la muestra total) describe las condiciones de ruido al interior del IMSS, una empresa ubicada en la Clasificación II (categoría que por sí sola engloba el 50% de todas las mediciones analizadas). A pesar de que el 17.3% de las actividades o giros empresariales de cada categoría de clasificación fueron analizados en los estudios, la tercera parte de la información representada en la *Tabla 5* habla solo del 0.4% de los giros o actividades contemplados en la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS. Por lo que se podría argumentar que los datos resultantes del presente trabajo no son representativos de manera adecuada de los rubros contemplados en la clasificación previamente mencionada, esto podría deberse, por un lado, a la falta de solicitud de las empresas para realizar los estudios medio ambientales de ruido o a la negativa por parte de las mismas para autorizar el ingreso de los ingenieros del departamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo para la realización de los mismos por motivo de demanda de enfermedad laboral. Por otro lado, también se tiene que señalar que la totalidad de los giros y actividades económicas contempladas por la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS no se encuentran en las zonas que corresponde monitorizar al HGZ 30 y al HGZ 32 en conjunto. Por lo que en aras de realizar una tabla con información más precisa y que describa de manera adecuada los niveles de exposición a ruido de acuerdo con las 5 categorías de la clasificación, se propondría usar más delegaciones del IMSS para recabar suficiente número de empresas, así como de giros y actividades. Cabe mencionar en este último aspecto que los giros y actividades enlistados en la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS no son las actividades exclusivas que puede realizar una empresa, en un mundo como el de hoy, nuevas actividades y giros están surgiendo constantemente, de manera que los porcentajes representativos de cada categoría de hecho podría estar infravalorado.

Con respecto a la información obtenida por este estudio se pueden observar que algunos datos parecieran contrastantes o paradójicos, como el hecho de que la medición de NER más baja fuese registrada en una zona con maquinaria de la Clasificación II. Cabe resaltar en este aspecto que como ya se mencionó con anterioridad, poco más de la 3ª parte de la información recabada por este estudio se obtuvo del IMSS (empresa de donde se originó el valor de NER más bajo), este hecho

podría explicar que este fenómeno se diese simplemente por cuestión de probabilidad. Por otro lado, otros datos como que se encuentren puntos de medición con NER "bajos" en zonas con maquinaria o puntos de medición con NER "altos" en zonas sin maquinaria pueden deberse a la ejecución (o falta de ejecución según corresponda) de medidas de control de ruido cerca de sus fuentes emisoras.

Es interesante mencionar que, de las 5 categorías de la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS, solo la III y IV tuvieron NER promedio menor a 90, y de estas solo la categoría IV tuvo valores menores a 85 dB. Y con un promedio de NER global de 93 dB, podemos hacernos a la idea de que la mayor parte de las empresas que usan algún tipo de máquina en su proceso de trabajo puede generar intensidades de ruido elevadas. A pesar de que las categorías III y IV tuvieron en conjunto el 46% de todas las mediciones y ambas proporcionaron 10.8% de los giros de empresas analizados (del 17.3% total), dadas las circunstancias anteriormente expuestas es imposible determinar si dichos valores promedio de NER tenderían al alza o a la baja de analizarse más estudios de ruido en empresas con giros o actividades no analizados en el presente trabajo.

La *Tabla 5* desarrollada por el presente estudio representa (de acuerdo con nuestra investigación bibliográfica) el primer acercamiento de esta índole a la determinación de NER de acuerdo a tipo de empresa, por lo que al menos de momento no hay estudios o tablas similares con las cuales contrastar los datos aquí obtenidos.

Con respecto a los estudios listados en la bibliografía, el estudio "Caso ejemplo, Calera de México, S.A. de C.V."*(7)*, que sería listado de acuerdo a nuestra marco normativo y legislativo actual como una empresa de categoría III, encontramos que ellos midieron un NER promedio de 95.69 dB, valor que se encuentra dentro del rango propuesto por nuestra *Tabla 5* pero que se aleja considerablemente del valor promedio de esa categoría 88.7 dB ya que al alejarse poco más de 6 dB, sugeriría que el ruido medido en dicho estudio fue al menos 4 veces más intenso que nuestras estimaciones. En el caso del estudio "Evaluación de Ruido en las áreas de producción en una empresa procesadora de carne. México" *(9)* el NER promedio medido fue de 95.1dB, valor que nuevamente sería más elevado que el promedio calculado para el tipo de empresa de acuerdo con nuestra clasificación, correspondiente en su caso a la categoría V con un valor de NER promedio de 91 dB, en este caso el ruido medido en el estudio fue al menos dos veces más elevado que el valor promedio propuesto por nuestra *Tabla 5*. De hecho, los anteriores resultados se describen de igual forma para los estudios citados en la bibliografía del presente trabajo, sin embargo, cabe mencionar que ninguno de los giros o actividades de los estudios citados fue analizado en el presente trabajo. Por lo que, en parte, dichas comparaciones se deben a que empresas con giros o actividades símiles no fueron analizadas y por tanto, nuestro trabajo no refleja en su resultados finales un acercamiento más preciso a las condiciones de ruido presentes en las mismas.

En lo que a dosimetrías se refiere, la categoría de empresa con NER promedio más alto fue la IV, con un valor medido de 87.8 dB, seguida por la categoría II con un valor de 87.2 dB, es curioso observar que los valores máximos de dosimetría también se registraron en estas 2 categorías, de hecho, la

categoría II con un valor de 155.5% y la categoría IV con un valor de 126.3% fueron las únicas que presentaron valores porcentuales por arriba del 100%, es interesante mencionar que entre ambas categorías juntaron el 93.1% de todas las mediciones por dosimetría (aportando la categoría II de manera individual el 72.1%). De tal manera que al menos en lo que se refiere a la categoría II, los resultados mencionados en el presente trabajo son probablemente lo más cercano a la realidad vivida por los trabajadores de empresas clasificadas con dicha categoría, aunque debemos recordar que 29 de las 31 mediciones por dosimetría fueron realizadas en el IMSS, por lo que sería más exacto decir que dichos datos representan la realidad de exposición de los trabajadores al interior de nuestro Instituto. Las dosis promedio más elevadas se encontraron también en estas categorías, siendo de 40% para la categoría II y de 38% para la categoría IV. El puesto de trabajo más estudiado fue el de Técnico en Fluidos y energéticos con 23 estudios que se engloban en la categoría II.Se debe mencionar que si bien la dosis a la que se ve expuesta el trabajador es importante para determinar la probabilidad de que se desarrolle un trauma acústico crónico, determinar un promedio de exposición para las categorías de empresas es una tarea complicada ya que cada puesto de trabajo implica diferentes funciones dentro de una misma empresa, traslados a otras áreas, e incluso diferentes lapsos de tiempo en cada área para realizar las tareas encomendadas, estas diferencias incluso a veces también pueden ser significativas aun cuando se esté hablando de un mismo puesto de trabajo dentro de una misma empresa (como lo sería en el caso del IMSS). Por lo que si bien nuestra *Tabla 6* hace una aproximación a las condiciones vividas por los trabajadores de acuerdo con la categoría de las empresas donde trabajan, la determinación individual y personalizada de la misma será siempre la mejor manera de determinar la probabilidad de desarrollar trauma acústico crónico.

16. CONCLUSIONES.

De acuerdo con el análisis realizado para el desarrollo de nuestra *Tabla 5,* la categoría de empresa que tiene zonas con NER promedio más altos y que podrían desarrollar más fácilmente el trauma acústico crónico sería la categoría II, seguida por la categoría I, V, III y IV, esto solamente tomando en cuenta la intensidad de ruido desarrollada por las máquinas que suelen utilizarse en dichas empresas. En lo que a dosimetría se refiere, las categorías de empresas que presentaron NER promedio, promedio de dosis más elevados y que pueden por tanto desarrollar más fácilmente el trauma acústico crónico serían las empresas con categorías II, IV y III en orden descendente, las empresas con categoría V no presentaron valores que sugieran riesgo alguno para el desarrollo de trauma acústico crónico de acuerdo a nuestra legislación y normativa vigente, sin embargo la bibliografía de la OIT correspondiente a estos temas sugieren que incluso valores de NER por arriba de 75 dB podrían implicar riesgo de desarrollar dichas patologías en personas con factores predisponentes; no se hallaron estudios de empresas con categoría I que presenten valores de NER promedio por dosimetría o valores de dosis promedio que puedan interpretarse. De esta manera, determinar un NER y dosis riesgosas en las categorías V y I no sería recomendable. Los resultados presentados en las *Tablas 5 y 6*, representan con mayor detalle y de mejor forma los fenómenos acústicos encontrados dentro del IMSS, una empresa de categoría II. Por lo que en aras de realizar una tabla con información más precisa y que describa de manera adecuada los niveles de exposición a ruido y los valores por dosimetría de acuerdo con las 5 categorías de la Clasificación de Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo del IMSS, se propone usar más delegaciones del IMSS para recabar suficiente número de empresas, así como de giros y actividades.

17. CONFLICTOS DE INTERESES.

Los autores del presente trabajo laboran para el IMSS, sin embargo, en ningún momento se nos pidió maquillar, alterar o presentar de otra manera ninguno de los datos o resultados que se mencionan y muestran en el presente trabajo. Por lo que, a pesar de trabajar para dicha institución, cuyos estudios fueron la mayor fuente de información para la elaboración del presente documento, declaramos que no tuvimos conflictos de interés antes, durante o después de la elaboración del mismo.

18. BIBLIOGRAFÍA.

Aeronáutica Civil. Unidad Administrativa Especial. (5 de Diciembre de 2017). *índice de ftp://ftp.ani.gov.co/.* Obtenido de índice de ftp://ftp.ani.gov.co/: ftp://ftp.ani.gov.co/Aeropuertos%20%20VJ%20VE%20APP%20IPB%20002%202014/Sur%20Occidente%20V3/T%C3%A9cnico/5.%20INVERSIONES/5.g)%20MEDIO%20AMBIENTE/NEIVA/ICA/ICA%202012/anexos/Anexo%2035.%20Informe%20Daphnia/Texto%20Informe%20%20RUIDO%20A.Neiva.pdf

Balderrama García, F. (5 de Diciembre de 2017). *ITSON.MX.* Obtenido de Biblioteca: http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/365_balderrama_fernando.pdf

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN . (1 de Noviembre de 2002). Diario Oficial de la Federación . *REGLAMENTO DE LA LEY DEL SEGURO SOCIAL EN MATERIA DE AFILIACIÓN, CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS, RECAUDACIÓN Y FISCALIZACIÓN* . México.

CARRANZA, C. M. (2001). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-STPS-2001, CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO . *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-STPS-2001, CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO* . México.

Desconocido. (09 de Diciembre de 2017). *Biblioteca digital.* Obtenido de Tesis digitales: tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5560/Capitulo8.pdf

Facultad de Ingenieria Industrial. (10 de diciembre de 2017). *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.* Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/7863_ruido.pdf

García, A., & Garrigues, J. (1997). Estudio del ruido ambiental en empresas valencianas del sector textil I. Medidas acústicas. *Tecniacústica*, 5-8.

Jaramillo Puentes, J. H. (7 de Diciembre de 2017). *Repositorio Educativo Digital. Universidad Autónoma de Occidente.* Obtenido de Repositorio Educativo Digital. Universidad Autónoma de Occidente.: https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3057/1/TID00972.pdf

Maldonado Macías, A. (5 de Diciembre de 2017). *Sociedad de Ergonomistas de México, A.C.* Obtenido de Sociedad de Ergonomistas de México, A.C.: http://www.semac.org.mx/archivos/7-9.pdf

N., C. X. (29 de Noviembre de 2017). *IDEAM.* Obtenido de Pronósticos y Alertas: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/41590/534735/DOSIMETRIA+-+AER+PASTO+ANT+NARI%C3%91O.pdf/d9fd1dfc-2712-46f1-b0ba-c9fb325b7bb9?version=1.0

Poblano, A. (2003). Temas básicos de Audiología. En A. Poblano, *Temas básicos de Audiología* (págs. 235-255). México: Editorial Trillas.

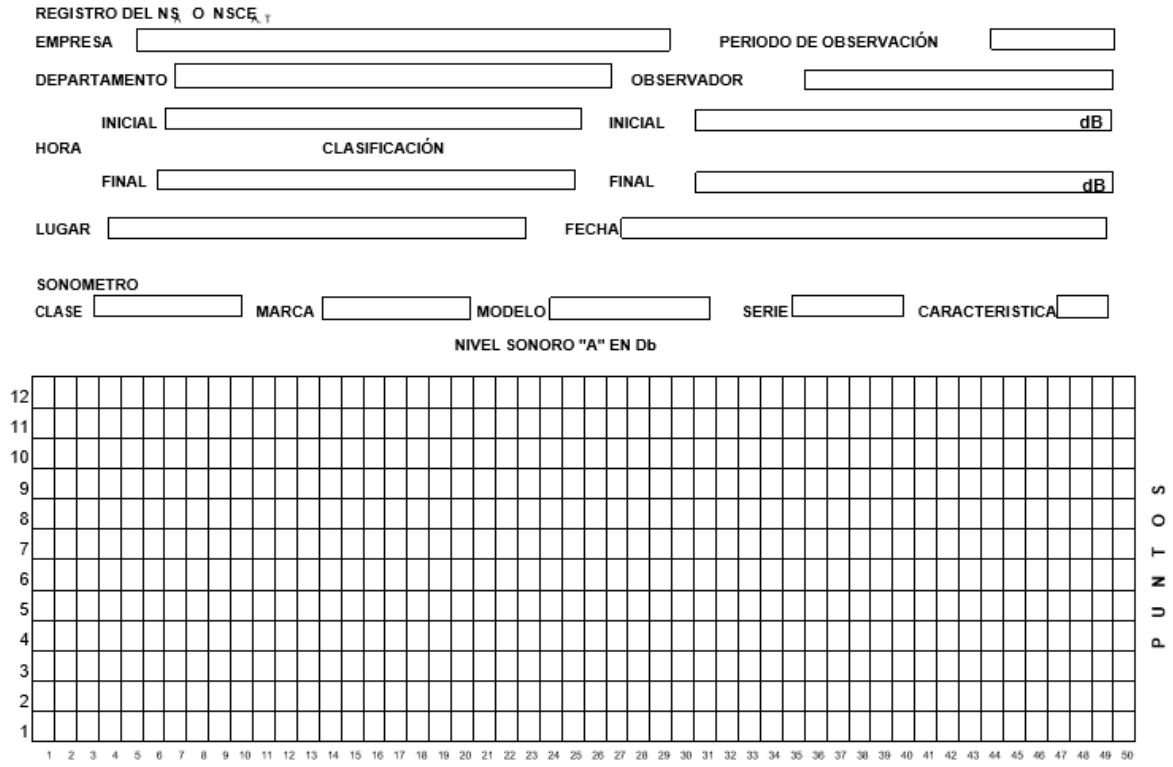
Puentes, J. H. (7 de Diciembre de 2017). *Repositorio Educativo Digital. Universidad Autónoma de Occidente.* Obtenido de Repositorio Educativo Digital. Universidad Autónoma de Occidente.: https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3057/1/TID00972.pdf

19. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

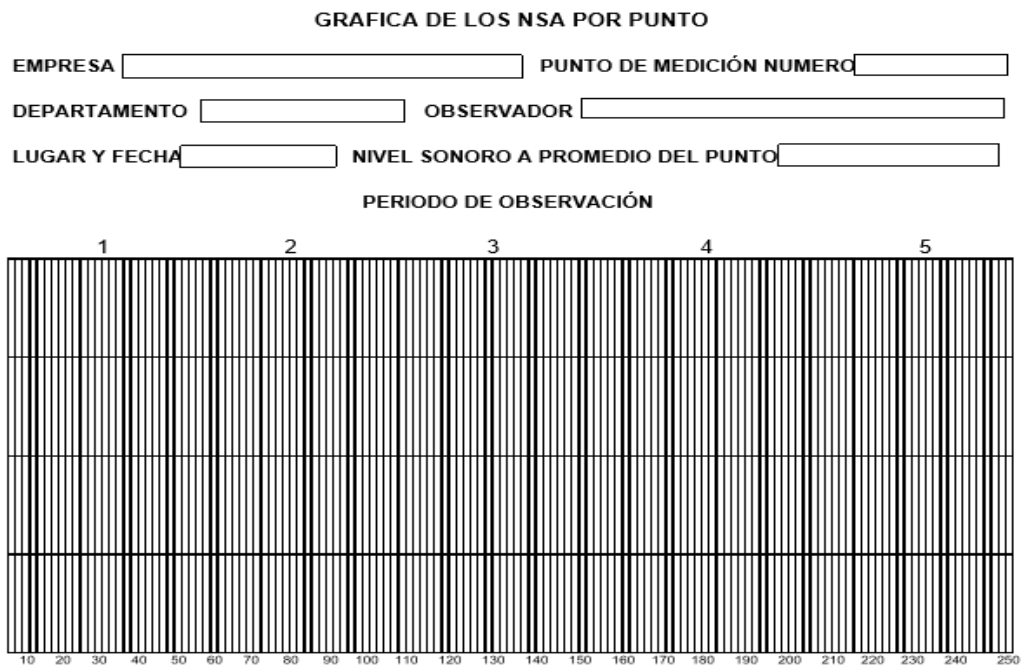
Cronograma de actividades																												
		Nov 2017					Dic 2017				Ene 2018					Feb 2018				Mar 2018				Abr 2018			
		1s	2s	3s	4s	5s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s	5s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s
Selección del tema	Programado																										
	Realizado																										
Revisión bibliográfica	Programado																										
	Realizado																										
Elaboración de protocolo	Programado																										
	Realizado																										
Revisión de protocolo	Programado																										
	Realizado																										
Registro del protocolo en SIRELCIS	Programado																										
	Realizado																										
Aplicación de protocolo	Programado																										
	Realizado																										
Análisis de resultados	Programado																										
	Realizado																										
Elaboración de discusión y conclusiones	Programado																										
	Realizado																										
Revisión final	Programado																										
	Realizado																										
Entrega de tesis	Programado																										
	Realizado																										

20. ANEXOS.

Anexo 1. Hoja de registro NSA



Anexo 2. Hoja de gráfica NSA por punto de medición



Anexo 3 Registro de evaluación personal

REGISTRO DEL EVALUACIÓN PERSONAL

EMPRESA _____ **HOJA NUMERO** _____ **DE** _____

DEPARTAMENTO _____ **OBSERVADOR** _____

LUGAR Y FECHA _____ **TOTAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS** _____

NUMERO	MARCA	MODELO	SERIE	CALIFICACIÓN INICIAL	CALIFICACIÓN FINAL

TRABAJADOR

NOMBRE	PUESTO	INSTRUMENTO	HORA INICIAL	HORA FINAL	TIPO DE MEDICIÓN	% DE DÓSIS	NER	TIEMPO MAX. PER.DE EXP.