

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK



FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de carrera titulado:

“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN EL AREA DE ENCOLADO EN UNA EMPRESA GRÁFICA Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL”

Realizado por:

RODOLFO DANIEL SALAZAR ANDRADE

Director del proyecto:

ING. FRANCISCO SALGADO, MSc.

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, Julio del 2015

DECLARACION JURAMENTADA

Yo RODOLFO DANIEL SALAZAR ANDRADE, con número de cédula de identidad 1711881902, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he 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.

Rodolfo Daniel Salazar Andrade

CI: 1711881902

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN
EL AREA DE ENCOLADO EN UNA EMPRESA GRÁFICA Y
PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL”**

Realizado por:

RODOLFO DANIEL SALAZAR ANDRADE

Como requisito para la obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el Ingeniero:

FRANCISCO SALGADO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Ing. Francisco Salgado

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

DAVID TRUJILLO

PABLO DÁVILA

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

Ing. David Trujillo

Ing. Pablo Dávila

Quito, 17 de Julio del 2015

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación con mucho cariño a todas las personas que estuvieron acompañándome a lo largo de todo este tiempo de aprendizaje, por su paciencia y apoyo.

A mis compañeros de estudio que siempre estuvieron aconsejándome y ayudándome para poder alcanzar el éxito.

A mi familia, que siempre están a mi lado en todo momento.

A mi hermano Ricardo que con sus consejos siempre se preocupa por mi bienestar y crecimiento.

Y especialmente para mi hermano Miguel que me cuida, me protege y vela por mi bienestar, quien se encuentra presente en nuestros corazones y nos hace tanta falta.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento para todas las personas que estuvieron a mi lado desde mi infancia, adolescencia y crecimiento, todo este esfuerzo es gracias a la motivación y comprensión que me brindaron.

Un agradecimiento al Ing. Francisco Salgado por su acertada dirección de la tesis. Su profesionalismo y entrega fueron determinantes a la hora de conformar este documento.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo de formar profesionales íntegros.

RESUMEN

El siguiente trabajo consistió en la evaluación a la exposición laboral del peligro de ruido en una Empresa Gráfica en el área de encolado, se midió a los puestos de trabajo que posee el proceso de encolado, el cual se utilizó un sonómetro marca CIRRUS con filtro A y se determinó que no existe una sobreexposición al nivel de presión sonora, que existe un discomfort acústico el cual produce molestias y desatenciones en el trabajador.

Es por tal motivo que se establece medidas de prevención y control con el fin de salvaguardar la salud de los trabajadores, para esto se requieren controles en la fuente, vía de transmisión y en el trabajador, esto con el fin de atacar primero a las fuentes de ruido que posee el área de trabajo, capacitar al trabajador sobre las consecuencias del daño auditivo y por último utilizar un adecuado equipo de protección auditivo, siempre y cuando lo requiere.

Se propone diseñar una cabina de insonorización para los compresores que se encuentran ubicados a 3 metros de la máquina, con esto se intenta minimizar los niveles de potencia sonora de las máquinas y eliminar el uso de equipos de protección auditivo; es importante señalar que los equipos de protección auditivos deben ser los indicados para el nivel de presión sonora que existe en el medio de trabajo, para que el trabajador no se encuentre sobreprotegido y las frecuencias conversacionales sean entre 60 – 70 decibelios. Para finalizar, el trabajador debe conocer los riesgos del área de trabajo, por tal motivo se recomienda realizar un programa de capacitaciones donde incluya la exposición al ruido y los daños al oído; un programa de mantenimiento de las máquinas ayuda a identificar y controlar las fuentes de ruido y permite mejorar los procesos de producción.

ABSTRACT

The following work was the evaluation of occupational exposure of the danger of noise in a graphics company in the field of gluing, it was measured at jobs that owns the gluing process, which a sound meter CIRRUS brand was used with filter and determined that there is no exposure to sound pressure level, there is an acoustic discomfort which causes discomfort and inattention on the worker.

It is for this reason that prevention and control is established in order to safeguard the health of workers, for it controls are required at the source, mode of transmission and the worker, this in order to attack the sources of noise that has the work area, train workers about the consequences of hearing damage and finally use a proper hearing protection equipment, as long as required.

It is proposed to design a cabin soundproofing for the compressors that are located 3 meters from the machine, it is attempts to minimize sound power levels of machines and eliminate the use of hearing protection equipment; Importantly, hearing protection equipment must be suitable for the sound pressure level that exists in the workplace, for the worker not be overprotected and conversational frequencies are between 60-70 decibels.

Finally, the worker must know the risks of the work area, for this reason it is recommended that a training program which includes exposure to noise and hearing damage; a program to maintain the machines helps identify and control sources of noise and improves production processes.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1El Problema de Investigación.....	10
1.1.2 Planteamiento del problema.....	10
1.1.1.1 Diagnóstico del problema	11
1.1.1.2 Pronóstico	12
1.1.1.3 Control del pronóstico	12
1.1.2 Objetivo general	13
1.1.3 Objetivos específicos	13
1.1.4 Justificación	14
1.2 Marco teórico.....	15
1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema	15
1.2.1.1 Sonido.....	15
1.2.1.2 Presión sonora	16
1.2.1.3 Ciclo de trabajo	18
1.2.1.4 Nivel de Presión Sonora	19
1.2.1.5 Nivel de potencia sonora (NWS).....	21
1.2.1.6 Corrección por ruido de fondo	21
1.2.2 Ponderación A	23
1.2.3 Medición.....	25
1.2.4 Frecuencia, período y longitud de onda.	27
1.3 Acústica arquitectónica	28
1.3.1 Absorción	29
1.3.2 Tiempo de reverberación.....	30
1.4 Anatomía del oído	31

1.5 Efectos Auditivos.....	33
1.6 Medidas de control.....	35
1.7 Hipótesis	37
1.8 Caracterización de las variables	37
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
2.1 Identificación de peligros.....	38
2.1.1 Matriz de identificación de peligros	38
2.1.2 Probabilidad de que ocurra el daño	39
2.1.3 Estimación de riesgo	40
2.1.4 Descripción de la estimación de riesgos	41
2.2 Mediciones	42
2.2.1 Sonómetro Cirrus optimus red	42
2.2.1 Metodología de la medición.....	44
2.2.2 Proceso del área de encolado.....	45
2.3 Evaluación de las mediciones	46
2.3.1 Cuadro para pérdida por transmisión de nivel de presión sonora.....	47
2.4 Propuestas para la prevención y control.....	49
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.1 Identificación del peligro	51
3.1.1.1 Aislado de papel.....	53
3.1.2 Pasada de producto	56
3.1.3 Entrada de fresado	59
3.1.4 Colocación de portadas.....	62
3.1.5 Control de calidad.....	65
3.1.6 Trilateral	68

3.1.7 Salida de producto, despacho	70
3.1.8 Compresor	74
3.2 EVALUACIÓN DE LAS MEDICIONES DEL ÁREA DE ENCOLADO	77
3.3 PROPUESTAS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL	79
3.3.1 Equipos de protección auditivos	80
3.3.2 Atenuación de compresor	94
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1 CONCLUSIONES	99
4.2 RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFIA:.....	102
ANEXO 2. Áreas de trabajo de la Empresa Gráfica	107
ANEXO 3. Equipo de medición (Sonómetro CIRRUS).....	108
ANEXO 4. Certificado de calibración	112
ANEXO 5. Equipo de protección, alerta verde	114

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas	12
Figura 2. Árbol de objetivo	13
Figura 3. Diferentes escalas de ponderación.....	17
Figura 4. Estructura del oído	33
Figura 5. Caracterización de las variables.....	37
Figura 6. Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos	39
Figura 7. Definición de Probabilidad y Consecuencia	40
Figura 8. Estimación de Reisiko.....	41
Figura 9. Descripción de la estimación de riesgos	42
Figura 10. Sonómetro optimus red	44

Figura 11. Coeficientes de absorción de diversos materiales en función de la frecuencia (según varias fuentes). Los valores no suministrados no estaban disponibles.....	49
Figura 12. Matriz de identificación de peligros.....	53
Figura 13. Medición del puesto aislado de papel.....	55
Figura 14. Aislado de papel	56
Figura 15. Medición del puesto pasada del producto	58
Figura 16. Pasada de papel.....	59
Figura 17. Medición del puesto entrada de fresado	61
Figura 18. Entrada de fresado	62
Figura 19. Medición del puesto colocación de portadas	64
Figura 20. Colocación de portadas	65
Figura 21. Medición del puesto control de calidad	67
Figura 22. Control de calidad	67
Figura 23. Medición del puesto trilateral.....	70
Figura 24. Trilateral.....	70
Figura 25. Medición del puesto salida de producto, despacho.....	73
Figura 26. Salida de producto, despacho	73
Figura 27. Medición de Compresores.....	76
Figura 28. Compresor	76
Figura 29. Resumen de los resultado de las mediciones	78
Figura 30. Resultado del sonómetro	79
Figura 31. EPI auditivo del puesto de trabajo aislado de papel	81
Figura 32. EPI alerta, aislado de papel	82
Figura 33. EPI auditivo del puesto de trabajo pasada de producto	83
Figura 34. EPI alerta, pasada del producto	84

Figura 35. EPI auditivo del puesto de trabajo entrada de fresado.....	85
Figura 36. EPI alerta, entrada de fresado.....	86
Figura 37. EPI auditivo del puesto de trabajo colocación de portadas.....	87
Figura 38. EPI alerta, colocación de portadas.....	88
Figura 39. EPI auditivo del puesto de trabajo control de calidad	89
Figura 40. EPI alerta, control de calidad.....	90
Figura 41. EPI auditivo del puesto de trabajo trilateral	91
Figura 42. EPI alerta, trilateral	92
Figura 43. EPI auditivo del puesto de trabajo salida de producto, despacho	93
Figura 44. EPI alerta, salida del producto, despacho	94
Figura 45. Curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión resultante al considerar dos superficies de materiales distintos.....	95
Figura 46. Diseño para encofinamiento de compresor	98
Figura 47. Diseño de modelo de cabina de isonirización	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles sonoros y respuesta humana	20
Tabla 2. Escala de ponderación A	24
Tabla 3. Valores recomendados del índice NR para diferentes locales.....	47
Tabla 4. Identificación del peligro	51
Tabla 5. Proceso de la máquina Encoladora	52
Tabla 6. Datos del sonómetro	53
Tabla 7. Bandas de octava, aislado de papel.....	54
Tabla 8. Datos del sonómetro	57
Tabla 9. Bandas de octava, pasada de producto	57
Tabla 10. Datos del sonómetro	59

Tabla 11. Bandas de octava, entrada de fresado	60
Tabla 12. Datos del sonómetro	62
Tabla 13. Bandas de octava, colocación de portadas	63
Tabla 14. Datos del sonómetro	65
Tabla 15. Bandas de octava, control de calidad	66
Tabla 16. Datos del sonómetro	68
Tabla 17. Bandas de octava, trilateral.....	69
Tabla 18. Datos del sonómetro	71
Tabla 19. Bandas de octava, salida de producto, despacho.....	72
Tabla 20. Datos del sonómetro	74
Tabla 21. Bandas de octava, compresor	75
Tabla 22. Resultados de las mediciones.....	77
Tabla 23. Aislado de papel.....	80
Tabla 24. EPI alerta, aislado de papel.....	81
Tabla 25. Pasada del producto	82
Tabla 26. Entrada de fresado	84
Tabla 27. EPI alerta, entrada de fresado	85
Tabla 28. Colocación de portadas.....	86
Tabla 29. EPI alerta, colocación de portadas	87
Tabla 30. Control de calidad	88
Tabla 31. EPI alerta, control de calidad	89
Tabla 33. EPI alerta, trilateral.....	91
Tabla 34. Salida del producto, despacho.....	92
Tabla 35. EPI alerta, salida del producto, despacho.....	93
Tabla 36. Tol.....	96

Tabla 37. Lana de vidrio.....	96
Tabla 38: Cálculo para la atenuación de la pérdida por transmisión de tol y lana de vidrio.....	97
Tabla 39. Medición de la cabina	97

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Cuando se habla de Higiene Industrial, se relaciona a 3 tipos de factores de riesgo que son: Riesgo Físico, Riesgo Químico y Riesgo Biológico. Dentro de los Riesgos Físicos, uno de los más trascendentes por el incremento mecanizado en la producción y el mejoramiento continuo de cada proceso, es el ruido.

El ruido es uno de los peligros más importantes en los centros industriales. Por ello, el estudio del ruido cuyas magnitudes físicas deben ser entendidas a profundidad: amplitud del ruido, frecuencia y duración.

La prevención y control del ruido incide en los métodos de control, ya sean en la fuente, en la vía de transmisión o en el receptor con los equipos protección individual (Gómez O., 2008, p.273).

Los efectos nocivos del ruido sobre la audición se conocen desde hace siglos. Actualmente y de forma paralela al desarrollo de la medicina preventiva y la epidemiología, existe un gran número de trabajos dirigidos en el sentido de prevención en los trabajadores expuestos al ruido (INHST, 1991).

El ruido puede ser molesto y perjudicar la capacidad de trabajar. Puede ocasionar accidentes por falta de las comunicaciones y señales de alarma entre los trabajadores, provocando problemas de salud como la pérdida del sentido del oído.

La pérdida de audición en las personas, también se va perdiendo por factores fisiológicos como la edad del individuo o por la exposición a ruidos excesivos constantes (Falagán M., 2005, p. 581).

En el Ecuador existe el Decreto Ejecutivo 2393 publicado en el año 1986 en el Gobierno de Febres Cordero. En esta normativa ya estandariza los niveles que los trabajadores se encuentran expuesto como límite máximo de presión sonora.

En el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55 en los numerales 6 y 7 se establece:

“6. Se fija como límite máximo de presión sonora es de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido (Ministerio de Trabajo, 1986, p. 31).

7. (Reformado por el Art. 34 del Decreto 4217) Para el caso de ruidos continuos, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

Nivel sonoro/dB	Tiempo de exposición
(A-lento)	por jornada/hora
85	8

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

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A).

Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3}$$

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

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo” (Ministerio de Trabajo, 1986, p. 32).

El seguimiento de los trabajadores se concibe inserto en un proceso de mejoramiento del entorno ocupacional, poniendo el énfasis en el control y seguimiento de la exposición a ruido laboral.

1.1 El Problema de Investigación

¿Se va a evaluar la exposición a ruido que producen las máquinas en una jornada laboral superior a 8 horas a los trabajadores de una Empresa Gráfica con la aparición de un daño auditivo?

1.1.2 Planteamiento del problema

Esta Empresa Gráfica se encuentra ubicada en la parroquia de Calacalí al norte de Quito, se dedica a actividades de imprenta, venta al por mayor de otros productos diversos

para la industria gráfica. La empresa cuenta de 4 áreas (Prensas, Terminados, Encolado y Rotativa). Posee alrededor de 125 trabajadores y la jornada laboral es de 8 horas diarias durante 7 días a la semana y existen puestos de trabajo de 3 turnos dependiendo de la carga laboral y los requerimientos de producción.

En noviembre de 2012 se realizó las mediciones de niveles de presión sonora y dosimetría mediante mediciones directas y en tiempo real, tomadas y registradas por los equipos de muestreo.

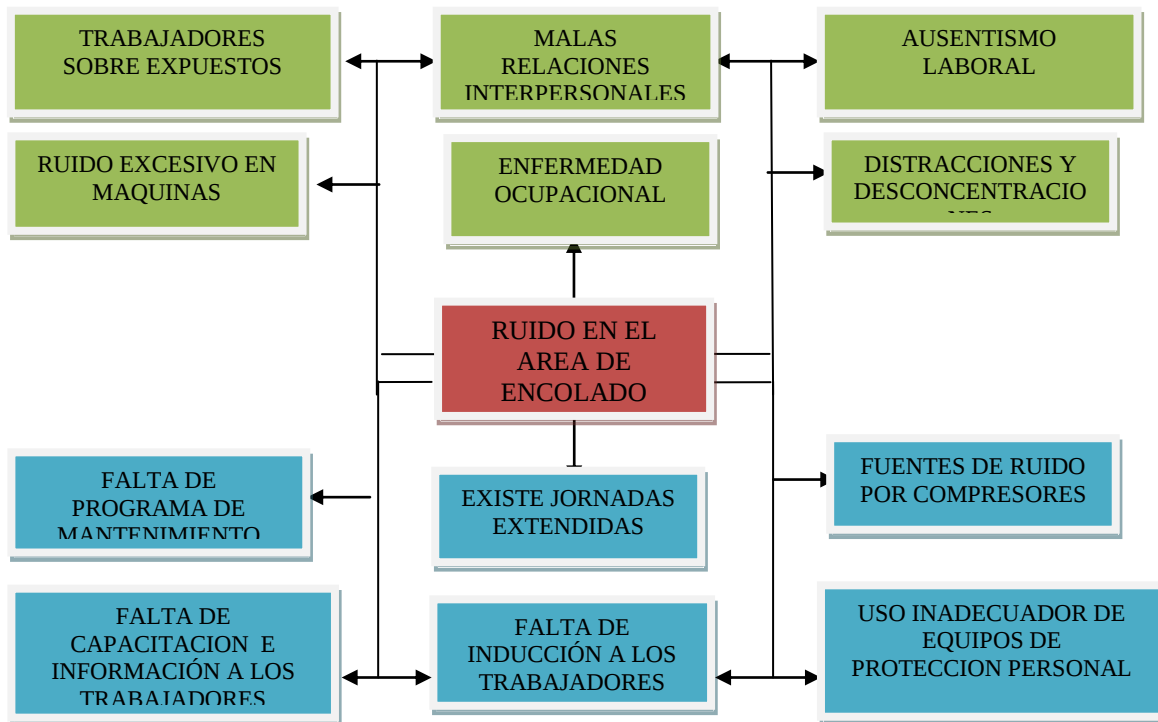
Las mediciones de ruido se hicieron a las áreas de Rotativa y Encolado. Los resultados del nivel sonoro mínimos fueron de L_{Amin} 74-76 dBA y los valores máximos L_{Amax} 84-86 dBA; según la legislación ecuatoriana en el DE 2393 artículo 55 numeral 6, el límite máximo de presión sonora es de 85 dB escala A del sonómetro.

Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende evaluar la exposición de ruido laboral y proponer medidas de prevención y control, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores de la empresa.

1.1.1.1 Diagnóstico del problema

Para diagnosticar la causa del problema en una empresa gráfica se ha identificado la presencia de ruido en las áreas de Rotativa y Encolado. Los efectos que puede producir al trabajador son: un daño auditivo, una hipoacusia severa, disminución de escuchar en las frecuencias 500 a 3000 Hz, que son las frecuencias conversacionales, entre otros.

Figura 1. Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2 Pronóstico

Utilizando los equipos de medición se evaluará el ruido para conocer los distintos niveles sonoros que posee el área de encolado y de esta manera proponer medidas preventivas y de control para reducir ruido y disminuyendo enfermedades profesionales como la sordera bilateral, la hipoacusia, las desconcentraciones en el trabajo evitando el ausentismo laboral entre otras cosas.

1.1.1.3 Control del pronóstico

Se revisarán que los equipos estén correctamente calibrados y certificados para su uso, de esa manera el resultado será óptimo. También se dará control a los EPP que cuenten una

garantía CE o ANSI, estas certificaciones permitirán que los EPP hayan pasado por varias pruebas de calidad, durabilidad, flexibilidad, adaptación, entre otros.

1.1.2 Objetivo general

Evaluar la exposición laboral a ruido en el área de Encolado de una Empresa Gráfica y proponer medidas de prevención y control para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud Ocupacional de los trabajadores.

1.1.3 Objetivos específicos

1. Identificar los puestos de trabajo expuesto a ruido laboral en el área de encolado
2. Evaluar la exposición laboral a ruido
3. Proponer medidas de prevención y control

Figura 2. Árbol de objetivo



Fuente: Elaboración propia

1.1.4 Justificación

Esta investigación se realiza en una Empresa Gráfica en el área de encolado y tiene como objetivo evaluar y medir la exposición laboral al ruido para proponer medidas preventivas y de control, de tal manera disminuir el ruido que genera las máquinas que se encuentran ubicadas en el área.

Es importante conocer que el equipo de medición que se va utilizar, se encuentre calibrado y certificado para que el resultado sea el más óptimo, de tal manera que las medidas de prevención y control sirvan a la empresa.

De igual manera esta investigación busca la salud de los trabajadores previniendo las posibles enfermedades o traumas causados por la exposición al ruido. Además se han detectado a trabajadores en el área de exposición al ruido con alteraciones auditivas de un 20%.

Se va identificar, por medio de una matriz, el área o el puesto de trabajo donde el ruido está influenciando, de tal manera se realizará la medición respectiva para conocer y evaluar los decibeles y que estos no sobrepasen lo estipulado en la normativa nacional ecuatoriana.

Es importante conocer las mediciones para poder realizar acciones correctivas y control, esto con la finalidad de eliminar o reducir el ruido que se encuentre en área o puesto de trabajo.

1.2 Marco teórico

A continuación se detallarán algunos conceptos y teorías del ruido, el sonido, sus variaciones, los efectos que producen a la persona y la manera de cómo prevenirlos y controlarlos.

1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema

Para la elaboración de esta investigación, es necesario conocer ciertos temas que a continuación se colocará para mejor entendimiento del tema.

1.2.1.1 Sonido

Se define físicamente como las variaciones de presión que se propagan a través de un medio físico.

Es una fluctuación rápida de la presión atmosférica a causa de un movimiento vibratorio, el cual puede variar en intensidad, frecuencia y dirección (Henao F., 2007, p. 5).

Teoría Fundamental del Sonido

El sonido como anteriormente se indicó consiste en una variación de presión sobre la presión atmosférica, producida por la vibración de un cuerpo, y que el oído humano puede detectar como una sensación percibida a través del órgano auditivo. El ruido industrial, la música y la conversación son tres manifestaciones del sonido.

El sonido se puede considerar pues bajo dos puntos de vista:

Se refiere a la sensación auditiva en el cerebro. En donde a una persona no le molesta un sonido que puede alcanzar los 100 dBA; ya que para él es agradable. Pero para otro individuo ese mismo sonido puede ser insoportable, así llegue a un nivel de 40 dBA.

En mayor o menor grado se encuentra continuamente expuestos al ruido, cada persona se desenvuelve en varios ambientes acústicos a lo largo de su jornada que oscilan normalmente entre 20 dBA y 110 dBA.

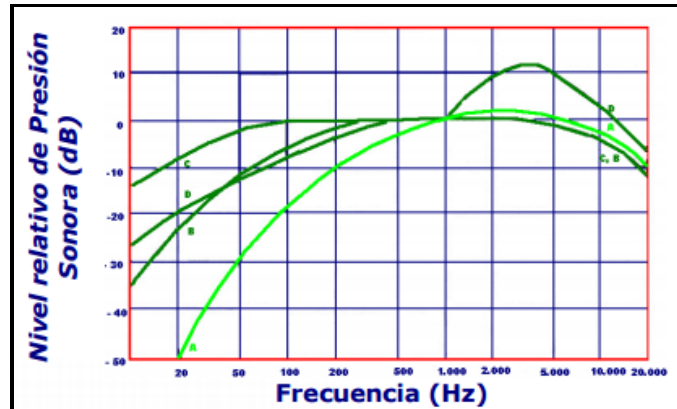
En esta ocasión se refiere a los aspectos físicos del movimiento ondulatorio como frecuencia, longitud de onda, etc., magnitudes que se pueden medir todas ellas con toda precisión (Falagán M., Canga A., Ferrer P. y Fernández J., 2000, pp. 137 – 138).

1.2.1.2 Presión sonora

Es la característica que permite oír un sonido a mayor o menor distancia. Indica la cantidad de energía que transporta el sonido para su propagación y determinada la amplitud de la onda (Henao F., 2007, p. 13).

A continuación en la figura 3 se puede observar las diferentes escalas de ponderación.

Figura 3. Diferentes escalas de ponderación



Fuente: INSHT, 1994

Para la identificación de los puestos de trabajo de ser evaluados, cuyo nivel diario equivalente y nivel de pico sean inferiores a 80 dBA y/o 140 dB respectivamente, hay que conocer los tipos de ruidos que existen.

Ruido Estable: Es aquel ruido que cuyo nivel de presión acústica ponderada con atenuación A (LpA) permanece esencialmente constante. Se cumple la condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB.

Ruido Periódico: Cuando la diferencia de los valores máximos y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.

Ruido Aleatorio: Cuando la diferencia de los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5dB, variando LpA aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Ruido de Impacto: Cuando el nivel de presión acústica disminuye exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo (INHST, 1991, pp. 1-2).

Para realizar la medición de estos tipos de ruido es necesario contar con instrumentos de medición de ruido. Al medir el ruido se utiliza un sonómetro integrador promediador o un dosímetro, algunos sonómetros indican el análisis de bandas de octava o tercios de octava.

1.2.1.3 Ciclo de trabajo

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado, las mediciones deberán ser representativas.

Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes $L_{Aeq,T}$ según lo indicado en los apartados anteriores.

Los $L_{Aeq,Ti}$ representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al $L_{Aeq,T}$ mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg (1/T) \sum_i T_i * 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}} \quad [Ec. 1]$$

Siendo:

T : tiempo total del ciclo

i : número de subciclos

T_i : tiempo de cada subciclo

Este $L_{Aeq,T}$ corresponderá al $L_{Aeq,d}$ cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T'/8) \quad [Ec. 2]$$

Siendo:

T : el tiempo de exposición al ruido en horas/día (INSHT, 1991, p.3).

1.2.1.4 Nivel de Presión Sonora

El hecho de que la relación entre la presión sonora del sonido más intenso y la del sonido más débil sea de alrededor de 1.000.000, ha llevado a adoptar una escala comprimida denominada escala logarítmica.

Llamando P_{ref} (presión de referencia a la presión de un tono apenas audible (es decir 20 μ Pa).

P a la presión sonora, se define el nivel de presión sonora (NPS) L_p como se expresas en la siguiente expresión:

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \quad [Ec. 3]$$

Dónde:

$\log$: significa el logaritmo decimal (en base 10).

La unidad utilizada para expresar el nivel de presión sonora es el decibel, abreviado dB. El nivel de presión sonora de los sonidos audibles varía entre 0 dB y 120 dB (Miyara F., 2013).

A continuación observamos en la Tabla 1 algunos ejemplos de niveles sonoros y los efectos a la salud de la respuesta humana.

Tabla 1. Niveles sonoros y respuesta humana

Niveles Sonoros y Respuesta Humana		
Sonidos característicos	Nivel de presión sonora [dB]	Efecto
Zona de lanzamiento de cohetes (sin protección auditiva)	180	Pérdida auditiva irreversible
Operación en pista de jets Sirena antiaérea	140	Dolorosamente fuerte
Trueno	130	
Despegue de jets (60 m) Bocina de auto (1 m)	120	Maximo esfuerzo vocal
Martillo neumático Concierto de Rock	110	Extremadamente fuerte
Camión recolector Petardos	100	Muy fuerte
Camión pesado (15 m) Tránsito urbano	90	Muy molesto Daño auditivo (8 Hrs)
Reloj Despertador (0,5 m) Secador de cabello	80	Molesto
Restaurante ruidoso Tránsito por autopista Oficina de negocios	70	Difícil uso del teléfono
Aire acondicionado Conversación normal	60	Intrusivo
Tránsito de vehículos livianos (30 m)	50	Silencio
Living Dormitorio Oficina tranquila	40	
Biblioteca Susurro a 5 m	30	Muy silencioso
Estudio de radiodifusión	20	
	10	Apenas audible
	0	Umbral auditivo

Fuente: Miyara F., 2013.

El sistema auditivo humano está capacitado para oír sonidos de frecuencias comprendidas entre 20 y 20000 Hz; no todas las frecuencias son percibidas con la misma intensidad, siendo más sensibles las bandas comprendidas entre 500 y 6000 Hz., entonces podemos decir que el oído humano se comporta como “algo sordo” en muy bajas y muy altas frecuencias en las curvas de audición (Gil F., 2005, p. 278).

1.2.1.5 Nivel de potencia sonora (NWS)

El nivel de potencia sonora no debe confundirse con el nivel de presión sonora, ya que el nivel de presión sonora se mide en pascales, el nivel de potencia sonora se mide en vatios.

Debido a la gran potencia que se encuentra en la vida diaria, están en proporción de 10/1, y la unidad de medida es decibelio.

La referencia para estas medidas es de 10^{-12} vatios, con la ecuación:

$$NWS = 10 \log \frac{W}{10^{-12}} \text{ (decibelios)} \quad [\text{Ec.4}]$$

Dónde:

NWS: Nivel de potencia sonora

W: Potencia sonora

1.2.1.6 Corrección por ruido de fondo

En ocasiones no es posible determinar el ruido generado por una máquina o instalación de forma independiente de otros ruidos, en este caso va ser ruido de fondo. El nivel sonoro del ruido generado por la máquina o instalación, se tiene que medir con la máquina en funcionamiento y con la máquina parada y restando los niveles (Bernal F., Castejón E., Cavallé N., Hernandez A. e INSHT, 2006, p. 230).

La fórmula para la corrección por ruido de fondo es la siguiente:

$$L_{Po} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{Pt}}{10}} - 10^{\frac{L_{Pf}}{10}} \right) \quad [\text{Ec. 5}]$$

Siendo:

L_{po} el nivel sonoro de la instalación objeto a medir (dB)

L_{pt} el nivel sonoro total (dB)

L_{pf} el nivel sonoro de fondo (dB)

Velocidad del sonido (c): En el aire al nivel del mar a 20 °C es aproximadamente de 340 m/s.

Longitud de onda (λ): Hace referencia a la distancia entre crestas o senos sucesivos en una onda sinusoidal.

Periodo (P): Es el tiempo transcurrido entre dos picos o senos sucesivos.

El nivel o amplitud (A): Mide las variaciones de presión, es decir, la amplitud de la onda. Dado que las variaciones de presión audibles se encuentran en una gama muy amplia, se adoptó para su medición una unidad logarítmica llamada decibelio (dB).

A continuación se indica la siguiente ecuación:

$$dB = 20\log \frac{P}{P_o} = 10\log \frac{W}{W_o} \quad [Ec. 6]$$

Frecuencia (f): Es el número de variaciones de presión por unidad de tiempo, midiéndose en ciclos por segundo o Hercios (Hz).

Los ruidos generalmente están compuestos por variaciones de presión de diferentes frecuencias.

No todas las frecuencias son percibidas con la misma intensidad, siendo el oído humano más sensible en la banda comprendida entre los 500 y 3.000 Hz.

Dada la amplia banda o gama de frecuencias audibles, para realizar estudios de ruido no es posible analizarlas una a una, por lo que ha sido dividida dicha banda en 10 bandas más pequeñas denominadas octavas que se denominan y conocen por su frecuencias centrales: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2.000, 4.000, 8.000 Hz. Para estudios de mayor precisión, se definen bandas de menor ancho, denominadas tercios de octava.

El análisis de frecuencia de bandas de octava es necesario para investigar una fuente sonora, y predecir las características de aislamiento necesarias para las barreras anti ruido, recintos aislantes o para medir la reducción de ruido entre muros comunes (Universidad de Granada, 2015, p.8).

1.2.2 Ponderación A

El oído humano puede apreciar sonidos o ruidos, dentro de un intervalo de frecuencia de 20 (graves) a 20000 Hz (agudos), para las frecuencias de conversación están entre 500 a 3000 Hz. Por tal motivo el oído humano tiene un rendimiento bajo para las frecuencias bajas y altas 31.5, 63, 125 250, 500, 4.000, 8.000 y 16.000 Hz; tiene un rendimiento excelente para los sonidos en frecuencias medias 1000, 2000 y 4000 Hz (Falagán M., 2005, p. 593).

Están correlacionados con el daño auditivo que sufren las personas expuestas a ruidos altos durante periodos de tiempo o con la sensación de molestia y la interferencia a la palabra causada por determinados ruidos (Henao F., 2007, p. 36).

Las tres escalas de ponderación son:

- La red “A” que se usara para niveles de 55 dB.
- La red “B” Que se maneja niveles de presión intermedios entre 55 y 85 dB.
- La red “C” para la atenuación niveles muy altos de presión sonora mayores de 120 dB.
- La red “D” para niveles de presión muy altos de presión sonora superiores de 85 dB (Falagán M., 2005, p. 593).

Según la UNE-20464-90 (CEI-651). Se indica un registro casi idéntico a que percibe el oído humano.

A continuación se observa en la tabla 2 la escala de ponderación A con el cual se realiza la corrección de las mediciones.

Tabla 2. Escala de ponderación A

Hz	dB	Hz	dB
31,5	-39,4	1.250	+0,6
40	-34,6	1.600	+1,0
50	-30,2	2.000	+1,2
63	-26,2	2.500	+1,3
80	-22,5	3.150	+1,2
100	-19,1	4.000	+1,0
125	-16,1	5.000	+0,5
160	-13,4	6.300	-0,1
200	-10,9	8.000	-1,1
250	-8,6	10.000	-2,5
400	-4,8	12.500	-4,3
500	-3,2	16.000	-6,6
1.000	0	20.000	-9,3

Fuente: Falagán M., 2005, p.594

En esta tabla nos indica la frecuencia que existe en hercios y cuanto es lo que reduce en decibels la ponderación A que es la que se asemeja a los registros que percibe el oído humano. Las escalas que nos interesa en bandas de octava son las que van desde los 31,5 Hz hasta las 16.000 Hz, que son las frecuencias que utiliza el sonómetro y las que podemos identificar los efectos que produce los niveles de presión sonora.

1.2.3 Medición

Para realizar la medición es importante recopilar con antelación la mayor información posible del puesto de trabajo al cual se va evaluar. Estimar el tipo de ruido y su nivel al cual va ser medido utilizando el equipo de medida apropiada. Comprobar su calibración al inicio y final de la medición. Decidir la ponderación que se va a desear. Medir en el lugar adecuado. Realizar un informe de las mediciones y evaluaciones realizadas (Falagan M., et al., 2000, p.146).

Sonómetro

Es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica, expresado en decibelios. Registra un nivel de energía sobre el espectro de 0 a 20000 Hz (Falagán M., 2005, p. 597).

Se empleará únicamente para la medición de LpA cuando el ruido sea estable.

La medición se efectuará con la característica “SLOW” ponderación frecuencial A, apuntando con el micrófono en la zona donde se obtenga mayor lectura, a 10 cm de la oreja del trabajador (INHST, 1989).

Dosímetro

Funciona como un sonómetro integrador y se trata de un equipo portátil que integra dos parámetros en forma automática: el nivel de presión acústica y el tiempo de exposición, lográndose dosis máxima permitida legalmente para 8 horas diarias de exposición al riesgo. La lectura que proporcionan los dosímetros es la dosis o cantidad de ruido que soporta un

trabajador en su jornada de trabajo, con un valor de dosis del 100% máximo admisible (Falagán M., 2005, p. 599).

Banda de Octava

El análisis de frecuencias de un sonido complejo permite subdividir el rango de frecuencias audibles, que va de 20 a 20.000 Hz., en secciones o bandas. Los sonidos de frecuencia inferiores a 20 Hz “infrasonidos” y los de frecuencias superiores a 20.000 Hz “ultrasonido”. Ni unos ni otros son detectados por el sentido del oído, lo cual no significa que no puedan ser perjudiciales para el oído humano.

Si bien el oído humano joven y sano, puede percibir sensaciones sonoras en todo el rango de frecuencias aludido, el hombre, para comunicarse, utiliza predominantemente unas frecuencias determinadas, denominadas conversacionales que van desde 500 a 3000 Hz, siendo en esta gama, donde se toma interés preventivo respecto a las lesiones auditivas (Falagán M., 2005, p. 592).

El ruido no tiene por qué ser excesivamente alto para causar problemas en el lugar de trabajo; puede interactuar con otros factores de riesgo e incrementar el peligro a que están expuestos los trabajadores.

La exposición al ruido puede conllevar más de un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores: pérdida de audición, efectos fisiológicos estrés relacionado con el trabajo, aumento del riesgo de accidentes, entre otros (Floría P. y Gonzáles D., 2014, p. 288).

Análisis de bandas de octava

El análisis de frecuencia de un sonido complejo permite dividir la gama de frecuencias audibles, que va de 20 a 20.000 Hz en secciones o bandas.

El análisis se realiza mediante un sonómetro que mide los niveles de presión acústica equipada con filtros electrónicos, cada uno de los cuales no deja pasar más que los sonidos cuyas frecuencias están dentro de la banda seleccionada. Estas bandas tienen un ancho de banda de octava o de tercio de octava.

En un sonido cualquiera el nivel de presión acústica total es la suma logarítmica de los niveles de las distintas bandas de frecuencia (Falagán M., et al., 2000, pp. 143 – 144).

1.2.4 Frecuencia, período y longitud de onda.

Los sonidos de baja frecuencia se perciben como sonidos graves y los de alta frecuencia como agudos. La frecuencia es el número de veces que la presión sonora alcanza un máximo y un mínimo en la unidad de tiempo. La unidad de medida es el hertzio (Hz) que equivale a una frecuencia de un ciclo por segundo (Bernal F., et al., 2006, p. 231).

El periodo que tarda en producirse un ciclo completo de variación de presión sonora es el siguiente:

$$T=1/f \qquad \qquad \qquad [\text{Ec. 7}]$$

Dónde:

T= Tiempo

f = Frecuencia

La longitud de onda de un sonido es la distancia recorrida por un ciclo durante su duración, como señala la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{c}{f} = c * T \quad [\text{Ec. 8}]$$

Siendo:

λ la longitud de onda

f la frecuencia (Hz)

c la velocidad de propagación (= 340 m/s)

T el periodo (s)

Los sonidos audibles varían en 17 mm y 17 metros (Bernal F., et al., 2006, p. 231).

1.3 Acústica arquitectónica

La acústica viene dada por la necesidad de reconocer los fenómenos vinculados con una propagación adecuada y funcional del sonido en los distintos espacios. Desde que una fuente sonora emite un sonido hasta que dicho sonido se convierte en sensación sonora para un oyente, se produce un conjunto de fenómenos divididos en dos fases: la transmisión del sonido desde la fuente hasta el oído y la audición de las ondas sonoras, lo cual conlleva el problema de la correspondencia al tratamiento acústico.

En locales cerrados, toda la energía de las ondas sonoras se refleja sucesivamente en las paredes, suelo y techo del local. Los espacios con funciones determinadas, deben entonces

poseer cualidades acústicas aptas para su aplicación, dichas cualidades están relacionadas con el comportamiento del sonido en los distintos recintos. Cada oyente percibe además del sonido directo de la fuente, aquel sonido que ha sido reflejado una o varias veces en alguna de las superficies. Este fenómeno se conoce como reverberación (Salinas J., 2013, p. 9).

1.3.1 Absorción

Cuando las superficies de un recinto reflejan el sonido solo lo hacen parcialmente. La absorción dependerá del tipo de material y el recubrimiento de las superficies.

Visto que la emisión del sonido lleva consigo energía, lo cual lleva a definir el coeficiente de absorción sonora α (alfa) como el cociente entre la energía absorbida y la energía incidente. Generalmente los materiales duros como el hormigón o el mármol son muy reflectores y por lo tanto poco absorbentes del sonido, y en cambio las materiales blandos y porosos, como la lana de vidrio, son poco reflectores y por consiguiente muy absorbentes (Salinas J., 2013, p. 10).

Se anota la siguiente ecuación que indica la absorción de energía absorbida sobre la energía incidente.

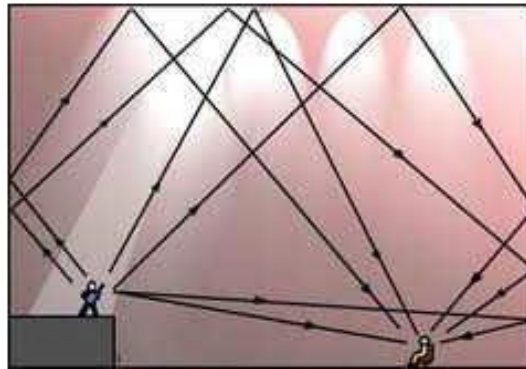
$$\alpha \text{ (Coeficiente de absorción)} = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Energía incidente}} \quad [\text{Ec. 9}]$$

1.3.2 Tiempo de reverberación

Después de haberse producido las reflexiones tempranas, éstas reflexiones van apareciendo sucesivamente dando origen a una situación compleja donde las reflexiones se densifican cada vez más. Esta permanencia del sonido, se denomina reverberación.

En la figura 4 se refleja el tiempo de reverberación del sonido.

Figura 3: Tiempo de reverberación



Fuente: Salinas J., 2013, p. 10

En cada movimiento una parte del sonido es absorbida y otra reflejada. Las partes absorbidas se transformaran en minúsculas cantidades de calor o serán transmitidas a espacios contiguos. La parte reflejada mantiene su carácter de sonido, y se propagara dentro del recinto hasta que se encuentre con otra superficie (Salinas J., 2013, p. 11).

El tiempo de reverberación dependerá de cuan absorbente y/o reflectoras sean las superficies. Este fenómeno se obtiene mediante cálculo utilizando la fórmula de Sabine:

$$T= 0,161 \frac{V}{\alpha * S} \quad [Ec. 10]$$

Donde:

T : Tiempo de reverberación

α : Coeficiente de absorción

S : Sumatoria de todas las superficies en m^2

V : Volumen del ámbito en m^3

(Salinas J., 2013, p. 11).

1.4 Anatomía del oído

El oído, importante órgano de la audición y del equilibrio, se divide en tres porciones. Oído externo, oído medio y oído interno.

En primer lugar, el oído externo, constituido por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo (CAE), poco relevante tanto para la patología del oído en general como para la audiología laboral, a excepción de los arrancamientos traumáticos del pabellón a consecuencia de accidentes. El CAE presenta dos acodaduras:

- a) Le confiere la forma de “S”; mide de 2,5 a 3 cm de longitud y su diámetro varía para cada individuo y en función de la edad;
- b) Hacia el interior termina en la membrana del tímpano, cuya capa más externa es la continuación del propio epitelio del CAE (Gil F., 2005, p. 577).

El **oído medio (OM)** comienza en la membrana timpánica y continua con la caja del tímpano, que contiene la cadena de huesecillos, un conducto en la parte anterior que comunica con la trompa de Eustaquio, y una estructura en la parte posterior, la mastoides, incluida en el

hueso temporal y que está recubierta por la misma mucosa del OM. La membrana timpánica está formada por tres capas: la externa, una media fibrosa y una interna, mucosa. En su parte central se encuentra el martillo, primer huesecillo de la cadena; que por la parte superior tiene su continuación con dos repliegues llegan hasta el marco timpánico (Gil F., 2005, p. 577).

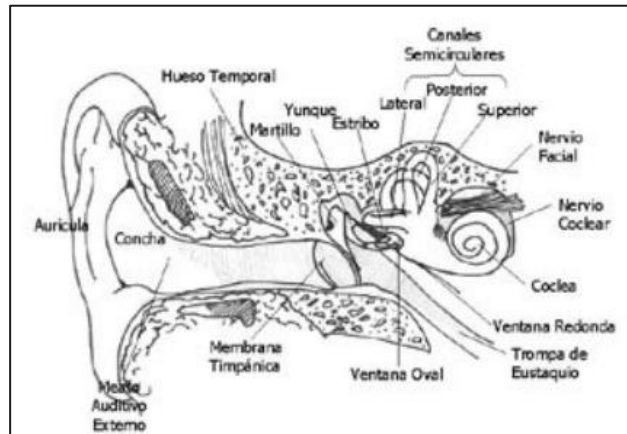
Dentro de la caja del tímpano se encuentra el martillo y el resto de huesecillos, estos a su vez conforman la cadena de huesecillos, aquí está el yunque y el estribo; estos a su vez se relacionan con el oído interno por la ventana oval. Estos huesecillos están articulados entre sí y unidos a las paredes de la caja por ligamentos y músculos, ambos con una importante función defensiva frente a los estímulos sonoros altos (Gil F., 2005, p. 577).

El **oído interno**, también denominado laberinto por su complejidad, está formado por el peñasco del temporal, a su vez tendrá unas estructuras membranosas encargadas de dividir en dos partes el oído interno: una anterior, encargada del equilibrio, denominada laberinto posterior.

Mediante un corte transversal en la cóclea o caracol, se encuentra las siguientes estructuras; el conducto óseo del caracol, este se divide mediante la lámina espiral ósea y el caracol membranoso en dos rampas: rampa vestibular (superior) y timpánica (inferior) los cuales se comunican con el oído interno con la caja timpánica. Entre ambas rampas se encuentra el órgano de Corti, primordial a la audición. El órgano de Corti está formado por células sensoriales o ciliadas por dos tipos: las externas, que están constituidas por tres hileras a lo largo de toda la cóclea; y, las internas, que solo tienen una fila (Gil F., 2005, p. 577).

En la figura 5 se coloca las partes que conforman la estructura del oído.

Figura 4. Estructura del oído



Fuente: Gómez O., 2006, p. 32

La vía auditiva comienza en las células ciliadas del órgano de Corti, se considera que el ápex coclear se especializa en la recepción y elaboración de los impulsos de las frecuencias bajas o graves, y las espiras basales en los impulsos de las frecuencias altas o agudas. Cada neurona coclear posee una frecuencia óptima que responde preferentemente a un estímulo sonoro determinado, cuya frecuencia es idéntica a la frecuencia óptima para dicha célula sensorial (Gil F., 2005, pp. 577-578).

1.5 Efectos Auditivos.

Los efectos auditivos más estudiado es el de tipo neurosensorial. Esta alteración es debida a lesión de las microvellosidades del Órgano de Corti (Oído Interno), condicionado por la exposición crónica a niveles de ruido superior a 85 dB para una jornada de 8 horas (Bascuñan M., Barrio M., González M., Gómez R., López J., Parrilla C., Vega R. y Rodríguez, 2006).

El Trauma acústico crónico tiene la particularidad de provocar su efecto inicial sobre los sonidos de alta frecuencia porque este es el tipo de ruido más abundante en el área industrial, ubicándose el déficit inicial generalmente entre 4.000 y 6.000 Hz.

Ulteriormente el daño se extiende hacia el área donde se encuentran la señal nerviosa resultante de la estimulación de ruido con frecuencia que oscila dentro del rango de sonidos audibles para el humano (<3.000 Hz), lo cual se traduce en pérdida de la capacidad para la comunicación hablada (Trauma acústico crónico con Hipoacusia) (Bascuñan M., et al., 2006).

El daño que el ruido puede producir en el oído depende del nivel de ruido y del tiempo de exposición. También influyen el espectro del ruido, la susceptibilidad individual, costumbres individuales, entre otros:

- a) **Fatiga auditiva:** Pérdida temporal de la audición.
- b) **Hipoacusia:** Pérdida funcional, de leve a moderada, de la capacidad auditiva del trabajador.
- c) **Sordera:** Pérdida de la audición total que influye en la capacidad de recepción y comprensión de los sonidos.
- d) **Sordera conversacional:** Afección en el rango de frecuencia conversacional, que se dificulta para escuchar la voz.
- e) **Trauma acústico agudo:** Daño coclear producido por un ruido impulsivo, único o repetitivo, de gran intensidad y corta duración (UCM, 2013).

Los problemas auditivos a menudo comienzan lentamente con el tiempo y muy rara vez llevan a sordera total. La hipoacusia es la disminución del nivel de audición de una

persona por debajo de lo normal, puede ser reversible o permanente. Existen muchas causas de la hipoacusia y se puede dividir en 2 categorías principales:

- La hipoacusia conductiva ocurre debido a un problema mecánico en el oído externo o el oído medio.
- La hipoacusia neurosensorial se debe a un problema en el oído interno. La hipoacusia conductiva es a menudo reversible, mientras que la neurosensorial no lo es (UCM, 2013).

1.6 Medidas de control

Una vez identificado el ruido, haber realizado la medición y evaluación, se debe establecer medidas de control, en la fuente, en las vías de transmisión y por último en el receptor.

Las medidas de control apuntan a la eliminación de la fuente de ruido, se aplica el control en la ingeniería para la disminución en los puntos de ruido más altos, así como los transformadores, generadores, turbinas, compresores, entre otros.

Para la eliminación eficaz del ruido en un puesto de trabajo, siempre debe considerarse al planificar nuevos equipos o procesos. El análisis del control o eliminación de ruido debe contar con una base de datos que ayuda a la empresa a seleccionar los equipos de trabajo (Fioria P., 1999, p. 190).

Entre las medidas técnicas de control de ruido, las más eficaces son las dirigidas a controlar el ruido en el mismo punto en que este se produce. Teniendo en cuenta que las

principales fuentes de ruido son las máquinas, se tendrá mayor cuidado al momento en la adquisición de máquinas nuevas.

Una buena parte de los problemas de control del ruido se pueden resolver al momento de la selección de las máquinas, lo que permitirá con mayor eficiencia, la reducción o eliminación de ruido (Fioria P., 1999, p. 190).

Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido, que ayudará a mejorar las condiciones de trabajo del trabajador son la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido; la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo; la información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo (INHST, 2006, p. 5).

La reducción del ruido, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente, la transmisión por cuerpos sólidos, mediante amortiguamiento o aislamiento, programas apropiados de mantenimiento, la organización del trabajo, limitación de la duración e intensidad de la exposición; ordenación adecuada del tiempo de trabajo son algunas formas como se puede controlar el ruido en la fuente, vía de transmisión y en el receptor.

Sobre la base de la evaluación del riesgo en donde los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores máximos permitidos de exposición se dará lugar a una acción preventiva y de control. Serán objeto de una señalización apropiada, se delimitarán lugares a los trabajadores para el descanso, se realizará programas de mantenimiento a los equipos y máquinas para que el ruido en ellos se reduzca a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso (INHST, 2006, p. 5).

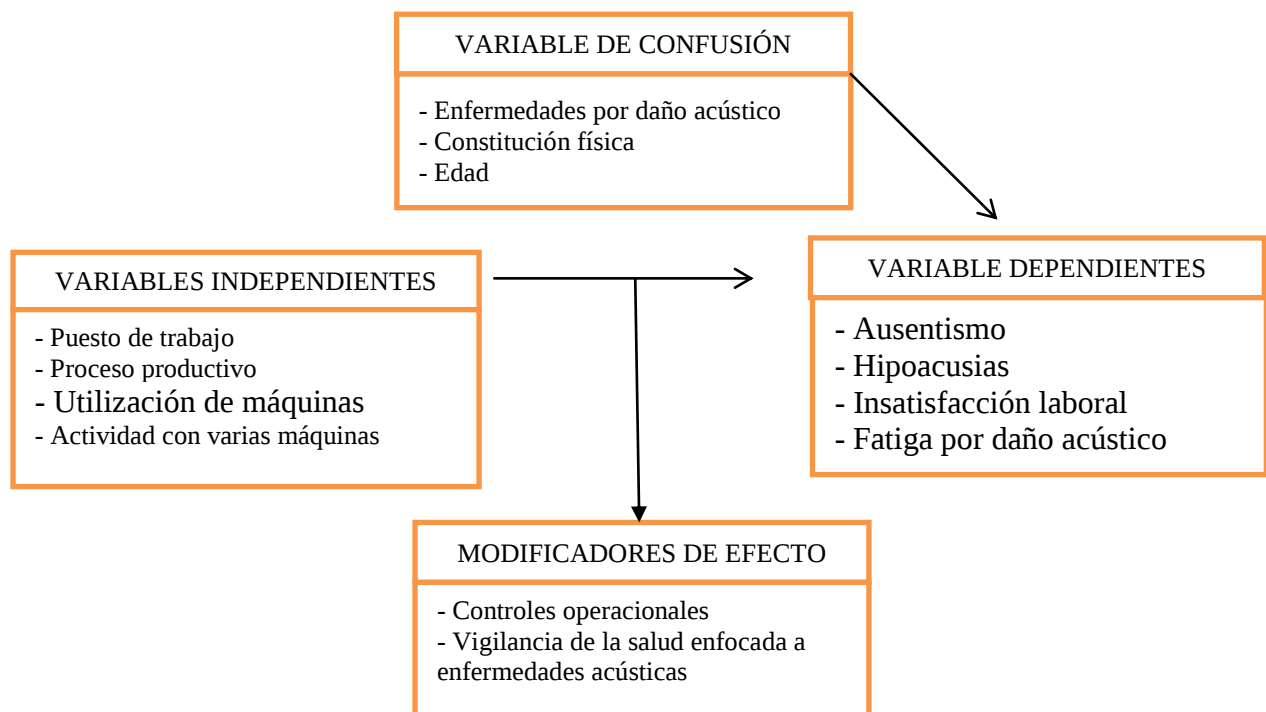
1.7 Hipótesis

Mediante la evaluación de la exposición laboral al ruido en el área de encolado y la proposición de medidas de prevención y control se logra aportar al mejoramiento de las condiciones de Seguridad y Salud Ocupacional de los trabajadores en una empresa Gráfica.

1.8 Caracterización de las variables

En la figura 6 se observa la caracterización de variables independientes, de confusión, dependientes y los modificadores de efecto, que sirven para analizarlas e identificar las variables del proyecto y como remediar los efectos que causa el ruido a la salud.

Figura 5. Caracterización de las variables



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Identificación de peligros

Para poder realizar este proyecto, se necesitó conocer los procesos de cada puesto de trabajo. Este conocimiento permitió elaborar una matriz que identificó los peligros de cada factor de riesgo.

La información general de los procesos se realizó mediante entrevistas a los trabajadores, quienes indicaron la localización de la maquinaria y la descripción del puesto de trabajo; se tomaron datos del área de encolado.

2.1.1 Matriz de identificación de peligros

Se utilizó la matriz de evaluación de riesgo de INSHT de 1997 que indicó las etapas del proceso general de evaluación, la clasificación de las actividades del puesto de trabajo, analizó el riesgo los cuales son la identificación del peligro, la severidad del daño, la probabilidad del daño, que nos ayudó a estimar el riesgo trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable que diagnosticó el área de encolado y su exposición al ruido.

En la figura 7 se indica la matriz que se utilizó.

Figura 6. Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos

MATRIZ DE IDENTIFICACION Y EVALUACION INICIAL DE RIESGOS						
	AREA	Riesgos Físicos	Riesgos Químicos	Riesgos Biológicos	Riesgos Psicológicos	Riesgos Socioeconómicos
	PUESTO DE TRABAJO					
	ACTIVIDADES					
	NÚMERO DE TRABAJADORES					
	MUJERES					
	HOMBRES					
	Caida de personas al mismo nivel					
	Caida de personas al mismo nivel					
	Caida de objetos por desajustes o deterioramiento					
	Caida de objetos en manipulación					
	Caida de objetos desde arriba					
	Resaca sobre cables					
	Choque entre cables móviles					
	Choque contra cables soportados					
	Choques entre por objetos levantados					
	Proyección de fragmentos o partículas					
	Atrapamiento por o entre cables					
	Atrapamiento por cables de máquinas o vehículos					
	Atrapado o golpe por vehículos					
	Incendios					
	Explosiones					
	Estrés térmico					
	Contactos eléctricos directos					
	Contactos eléctricos indirectos					
	Exposición a radiaciones ionizantes					
	Exposición a radiaciones no ionizantes					
	Ruido					
	Vibraciones					
	Iluminación					
	Exposición a gases y vapores					
	Exposición a aerosoles sólidos					
	Exposición a aerosoles líquidos					
	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas					
	Contactos con sustancias caústicas y/o corrosivas					
	Exposición a virus					
	Exposición a bacterias					
	Parásitos					
	Exposición a hongos					
	Exposición a Derivados orgánicos					
	Exposición a insectos					
	Exposición a animales venenosos: tarántulas, serpientes, fieras					
	Orientaciones del puesto de trabajo					
	Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión					
	Sobreesfuerzo					
	Posturas forzadas					
	Movimientos repetitivos					
	Confort acústico					
	Confort térmico					
	Confort lumínico					
	Calidad de aire					
	Organización del trabajo					
	Distribución del trabajo					
	Operadores de PVD					
	Carga Mental					
	Contenido del Trabajo					
	Definición del Rol					
	Supervisión y Participación					
	Autonomía					
	Interés por el Trabajo					
	Relaciones Personales					

Fuente: INSHT, 1997

2.1.2 Probabilidad de que ocurra el daño

A continuación en la figura 8 se redactó las definiciones de Probabilidad y Consecuencia de que ocurra un daño o lesión, tanto a los equipos, medio ambiente de trabajo y principalmente a la persona.

Figura 7. Definición de Probabilidad y Consecuencia

PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS
La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:	Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:
Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre	a. partes del cuerpo que se verán afectadas
Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones	b. naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.
Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces	
	Ejemplos de ligeramente dañino:
	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
	Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, discomfort.
	Ejemplos de dañino:
	Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
	Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
	Ejemplos de extremadamente dañino:
	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
	Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Fuente: INSHT, 1997.

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

2.1.3 Estimación de riesgo

A continuación se observa como se realizó la estimación de los riesgos luego de haber evaluado la probabilidad del peligro con su consecuencia.

Figura 8. Estimación de Reiso

		ESTIMACIÓN DEL RIESGO		
		Consecuencias		
		Ligeramente Daño LD	Daño D	Extremadamente Daño ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial <u>I</u>	Riesgo tolerable <u>TO</u>	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado <u>MO</u>	Riesgo importante <u>I</u>
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable <u>IN</u>

Fuente: INSHT, 1997

Se determinó el potencial de severidad del daño, se consideró:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

2.1.4 Descripción de la estimación de riesgos

A continuación se señala la descripción de la estimación de los riesgos. Esta figura ayudó a entender el grado del daño que puede tener los peligros con la ayuda de colores representativos, como son el verde, amarillo, naranja, rojo, siendo el último color que se mencionó, el más alto de todos y en donde se debió tomar medidas correctivas inmediatas.

Figura 9. Descripción de la estimación de riesgos

DESCRIPCIÓN
Trivial (T) No se requiere acción específica.
Tolerable (TO) No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia
Moderado (M) Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control
Importante (I) No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Intolerable (IN) No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: INSHT, 1997.

2.2 Mediciones

Se realizó las mediciones en el área de encolado de una Empresa Gráfica y se necesitó de un sonómetro el cual se verificó su calibración y una metodología para poder obtener los resultados deseados.

A continuación especificó las características del equipo y el método que se empleó para poder realizar las mediciones necesarias.

2.2.1 Sonómetro Cirrus optimus red

Los sonómetros optimus red, el que se utilizó para la medición en el área de encolado de una empresa gráfica, cuentan con lo último en tecnología digital y diseño industrial para ofrecerle un instrumento idóneo para mediciones acústicas.

Las características principales del sonómetro CIRRUS que se empleó en las mediciones del área de encolado son las siguientes.

a) Características principales:

- Fácil manejo y diseño ergonómico
- Medición simultánea de todos los parámetros de ruido del lugar de trabajo con dos medidores “virtuales” adicionales
- Grabación de notas de voz VoiceTag™ *
- Verificación de la medición AuditStore™*
- Última tecnología digital con pantalla OLED en color, de alta resolución y teclado retroiluminado
- Mide hasta 140 dB (A) y 143 dB (C) Peak con rango de medición único
- Filtros de banda de octava 1/1 en tiempo real*
- Valores y curvas NR y NC en pantalla*
- Funciones pausa y atrás-borrar de serie
- Memoria de 4GB con opción de ampliar a 32GB
- Pilas de larga duración
- Mide Hasta 170dB con el sistema de micrófono opcional MV: 200EH

A continuación se coloca la figura 11 que es el modelo del sonómetro que se describe.

Figura 10. Sonómetro optimus red



Fuente: CIRRUS, 2013

2.2.1 Metodología de la medición

Para poder realizar la medición, se utilizó la metodología aplicada es en base a la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006 del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) para la Evaluación y Prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

En el Anexo II de este Real Decreto 286/2006, nos indicó la manera de cómo se realizó la medición en el puesto del trabajo.

1. Las mediciones se realizaron, en ausencia del trabajador afectado, se colocó el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono fue colocado, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia.

2. El número, la duración y el momento que se realizaron las mediciones se eligieron teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que se debió emprenderse. Se realizó una primera medición de 1 min. para conocer el tipo de ruido que se encuentra expuesto, en este caso se existió un ruido

continuo que no superan los 5 dB entre cada medición, luego se realizó 3 mediciones de 5 min. en los puestos de trabajo.

3. Las incertidumbres de medición a las que se hace referencia en el apartado anterior se determinaron de conformidad con la práctica metrológica (INSHT, 2006).

Se realizó la medición con el equipo adecuado para calcular el nivel de ruido, es necesario hacer como indica la metodología.

2.2.2 Proceso del área de encolado

Luego que el producto pasó por todos los procesos de calidad, se agrupó en el área de encolado para seguir con los procesos finales y ser empacado para su despacho.

Aislado de papel; el producto se colocó para ser clasificado por partes.

Pasada del producto; se verificó y observó que se encuentre uniforme y sin fallas.

Entrada de fresado; el producto entró por la parte de fresado, donde se colocó la goma en los bordes.

Colocación de portadas; luego que pusieron la goma, el operador colocó las portadas para que se adhiera al producto.

Control de calidad; se revisó las fallas de los ejemplares, el operador escogió y observó que el producto no tenga algún problema de calidad, se controló su estado, luego se seleccionó un ejemplar el que se revisó y verificó su condición.

Trilateral; los ejemplares fueron trasladados por una banda transportadora hacía la guillotina trilateral, el cual se encargó de cortar los filos de los ejemplares.

Salida del producto, empacado; finalmente se empacó para su distribución, sin antes de que los trabajadores revisaran por última vez la calidad del producto que se distribuyó.

2.3 Evaluación de las mediciones

Se realizó la evaluación de las mediciones señalando que los límites máximos permitidos en Ecuador, según el Decreto Ejecutivo 2393 en su artículo 55 numeral 6, se fijaron como límite máximo de presión sonora es de 85 decibeles escala A.

Se revisó en la INSHT NTP 503, Confort acústico: el ruido en oficinas, las curvas de valoración NR (Noise Rating o Clasificación del ruido). Estas curvas establecieron los límites aceptables de confortabilidad para el trabajador en diferentes espacios que existió niveles de ruido de fondo estables. El método permitió asignar al espectro de frecuencias de un ruido medido en bandas de octava.

A continuación en la Tabla 3 se señaló los valores recomendados de valoración NR para diferentes locales.

Tabla 3. Valores recomendados del índice NR para diferentes locales

Tipos de recintos	Rango de niveles NR que pueden aceptarse
Talleres	60-70
Oficinas mecanizadas	50-55
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50
Restaurantes, bares y cafeterías	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40
Cines, hospitales, iglesias, pequeñas salas de conferencias	25-35
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias	20-30
Salas de concierto, teatros	20-25
Clinicas, recintos para audiometrías	10-20

Fuente: INSHT, 1998

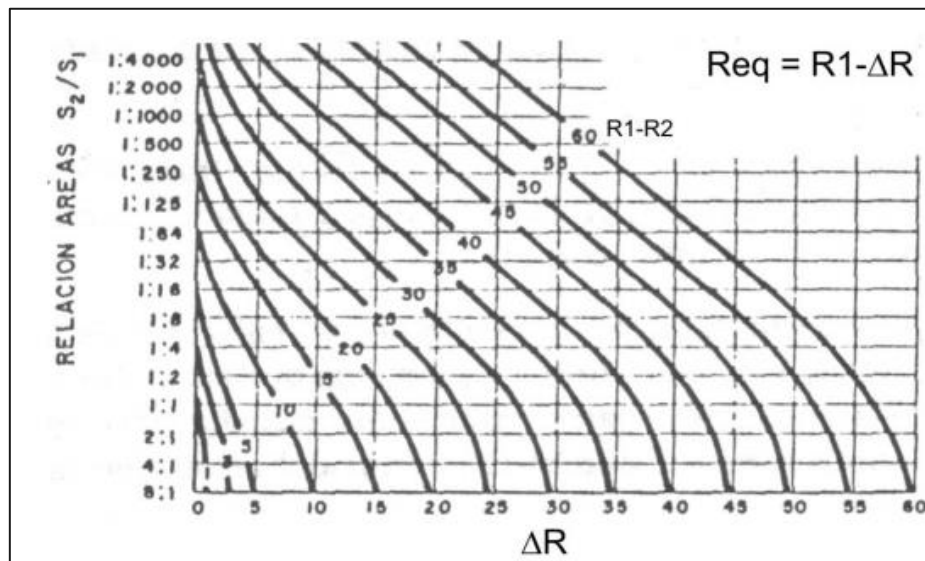
El área de encolado y la máquina tenían varios compresores en su interior y exterior para su proceso, también poseen pinzas, fresadora, brazos de guía donde se encontraban en su interior. Estaba compuesto por resguardos y pulsadores de seguridad que detenían automáticamente la máquina.

Con estos datos se pudo evaluar el área de encolado y realizando las medidas preventivas y de control se mejoraron los problemas de desempeño del trabajador en la Empresa Gráfica.

2.3.1 Cuadro para pérdida por transmisión de nivel de presión sonora

En la figura 12 se analizó la pérdida por transmisión que determinó los materiales tol y lana de vidrio, se analizó el cálculo de la frecuencias y la relación del área y con estos datos se calculó la atenuación del ruido del compresor y se propuso el diseño de una cabina para el confinamiento del compresor.

Figura 11. Abaco para determinar el Requisito entre dos materiales



Fuente: Estelles R., 2005

Se midió este proceso de extinción del sonido introduciendo el concepto de tiempo de reverberación, T , técnicamente definido como el tiempo que demora el sonido en bajar 60 dB por debajo de su nivel inicial. El tiempo de reverberación dependió de cuán absorbentes sean las superficies de los materiales a utilizar (Salinas J., 2013, p. 46).

En la figura 11 se colocó el listado de algunos materiales con su coeficiente de absorción de diversos materiales en función de la frecuencia.

Figura 11. Coeficientes de absorción de diversos materiales en función de la frecuencia (según varias fuentes). Los valores no suministrados no estaban disponibles.

Material	Coeficiente de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Hormigón sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Yeso sobre metal desplegado	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
Alfombra de goma 0,5 cm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Alfombra de lana 1,2 kg/m ²	0,10	0,16	0,11	0,30	0,50	0,47
Alfombra de lana 2,3 kg/m ²	0,17	0,18	0,21	0,50	0,63	0,83
Cortina 338 g/m ²	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortina 475 g/m ² fruncida al 50%	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,90	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0,15	0,25	0,50	0,94	0,92	0,99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventana abierta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Panel ciellorraso Spanacustic (Manville) 19 mm	—	0,80	0,71	0,86	0,68	—
Panel ciellorraso Acustidom (Manville) 4 mm	—	0,72	0,61	0,68	0,79	—
Panel ciellorraso Prismatic (Manville) 4 mm	—	0,70	0,61	0,70	0,78	—
Panel ciellorraso Profil (Manville) 4 mm	—	0,72	0,62	0,69	0,78	—
Panel ciellorraso fisurado Auratone (USG) ⁵ / ₈ "	0,34	0,36	0,71	0,85	0,68	0,64
Panel ciellorraso fisurado Cortega (AWI) ⁵ / ₈ "	0,31	0,32	0,51	0,72	0,74	0,77
Asiento de madera (0,8 m ² /asiento)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Asiento tapizado grueso (0,8 m ² /asiento)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Personas en asiento de madera (0,8 m ² /persona)	0,34	0,39	0,44	0,54	0,56	0,56
Personas en asiento tapizado (0,8 m ² /persona)	0,53	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59
Personas de pie (0,8 m ² /persona)	0,25	0,44	0,59	0,56	0,62	0,50

Fuente: Salinas J., 2013, p. 47

2.4 Propuestas para la prevención y control

Se debe dar capacitación periódica al personal que labora en el área para que realice trabajos de mantenimiento proactivo, como limpieza y calibración de la máquina.

Debe la empresa de proveer equipos de protección personal para que puedan realizar las diferentes actividades que demanda el proceso.

Con los resultados obtenidos en las mediciones, se identificó que los compresores externos que se encuentran a 3 metros del puesto de trabajo pudieron influenciar a la exposición de ruido, y se consideró que se diseñe un modelo de confinamiento para los compresores.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación del peligro

Por medio de la Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos de la INSHT, se diagnostica que existe un riesgo moderado en el área de la Encoladora por exposición a ruido.

A continuación se observa en el tabla 4 la identificación del peligro.

Tabla 4. Identificación del peligro

			Riesgo Físico
ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	Ruido
ENCOLADORA	OPERADOR DE ENCOLADO	Recibir charla SSO, limpiar el área, abrir sistema para revisión de orden de trabajo, distribuir el trabajo a los ayudantes, pre alistar el producto, colocar el producto en pallets según pliegos, realizar muestras, verificar pliegos, revisar numeración de pliegos, calibrar la máquina, revisar portadas, pre alistar el alimentador de portadas, calibración del alimentador de portadas, realizar supervisión y control, revisar pliegos, realizar limpieza de caldero, desechar residuos de goma, despachar libros, apilar el producto en pallets, realizar mantenimiento proactivo y preventivo.	M
	AYUDANTE DE ENCOLADO	Recibir charla SSO, limpiar el área, recibir indicaciones de la orden de trabajo, pre alistar el producto, colocar el producto en pallets según pliegos, realizar muestras, verificar pliegos, revisar numeración de compaginación de pliegos, despachar libros, apilar el producto en pallets, mantenimiento por activo y preventivo.	M
	OPERADOR DE TRILATERAL	Recibir charla SSO, limpiar el área, revisar orden de trabajo, calibrar máquina, realizar prueba de corte y revisar medidas, realizar operación, calibrar stacker, revisar control de calidad, cambiar cuchillas, realizar mantenimiento proactivo y preventivo.	M
	AYUDANTE DE TRILATERAL	Recibir charla SSO, limpiar el área, abrir sistema para revisión de orden de trabajo, calibrar máquina, revisar producto (control de calidad), armar y grapar cajas, apilar en pallets, mantenimiento proactivo y predictivo.	M

Fuente: Elaboración propia

Por tal motivo se necesita reducir los niveles sonoros presentes en el área, es así que existen los siguientes puestos de trabajo.

En la tabla 5 se señala el proceso de la máquina Encoladora de una empresa gráfica.

Tabla 5. Proceso de la máquina Encoladora

Puesto de trabajo de la Encoladora	N° de trabajadores	Tiempo de exposición
Alsado de papel	2	8 horas
Pasada de producto	1	8 horas
Entrada de fresado	1	8 horas
Colocación de portadas	1	8 horas
Control de calidad	1	8 horas
Trilateral	1	8 horas
Salida del producto, empacado	3	8 horas

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado el peligro y reconocido el área, se realizará la medición para conocer los diferentes niveles de ruido que posee el área de encolado de una empresa gráfica.

3.1.1 Matriz de identificación de peligros

A continuación en la figura 12 se indica la matriz de identificación de peligros de una Empresa Gráfica el cual se indica la estimación de riesgo por exposición de ruido.

Figura 12. Matriz de identificación de peligros

MATRIZ DE IDENTIFICACION Y EVALUACION INICIAL DE RIESGOS											
AREA	PUESTO DE TRABAJO	NUMERO DE TRABAJADORES	Riesgo Físico								
			Incendios	Estrés térmico	Cont actos térmicos	Contactos eléctricos directos	Contactos eléctricos indirectos	Exposición a radiaciones no ionizantes	Ruido	Vibraciones	Iluminación
ENCOLADO	OPERADOR DE ENCOLADO	3	M	To	M		M		I		
	AYUDANTE DE ENCOLADO	3	M	To	To		M		I		
	OPERADOR DE TRILATERAL	1					M		I		
	AYUDANTE DE TRILATERAL	2					M		I		
TECNICOS RESPONSABLES											
Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional											
NOTA.- LA MATRIZ UTILIZADA ES LA TRES POR TRES ESPAÑOLA DE LA INSHT CON METODOLOGÍA AVALADA INTERNACIONALEMNTTE. AL FINAL DEL ARCHIVO SE INCLUYE LOS CRITERIOS CUALITATIVOS CORRESPONDIENTES UTILIZADOS EN BASE DE LA METODOLOGÍA.											

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1 Aislado de papel

Es el principio del proceso de encolado, en este puesto se va colocando las partes del producto (revistas, libros, catálogos, etc.) y agrupando según los requerimiento del cliente.

A continuación se observa en la tabla 6 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del proceso de encolado en el puesto de aislado de papel.

Tabla 6. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 1, Aislado de papel	2	77,4	93,4	81,1	73,7	73	70
	3	75,7	102	89,7	73,6	72	70
	3	74,4	92,4	80,1	73,2	71	70
		75,8	93,9	98,5	81,6		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 75,8 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 93,9, el nivel máximo A LA_{max} es de 98,5 y el nivel mínimo es de 81,6 dBA.

En la tabla 7 indica los resultados que luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 81,5 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 75,9 dBA.

Tabla 7. Bandas de octava, aislado de papel

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	73	72,4	72,7	76,6	71,9	72,8	69,9	66	59,6	46	75,8
	72,5	71,7	71,8	78,2	73,5	69,8	67,7	62,5	57,3	42,4	77,6
	72,8	71,2	71,3	77,1	72,4	68,5	66,2	60,8	56,4	40,8	76,8
Promedio de las mediciones											81,5
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	33,3	45,6	55,8	68,7	69,4	70,4	69,1	64,1	56,7	43,1	75,9

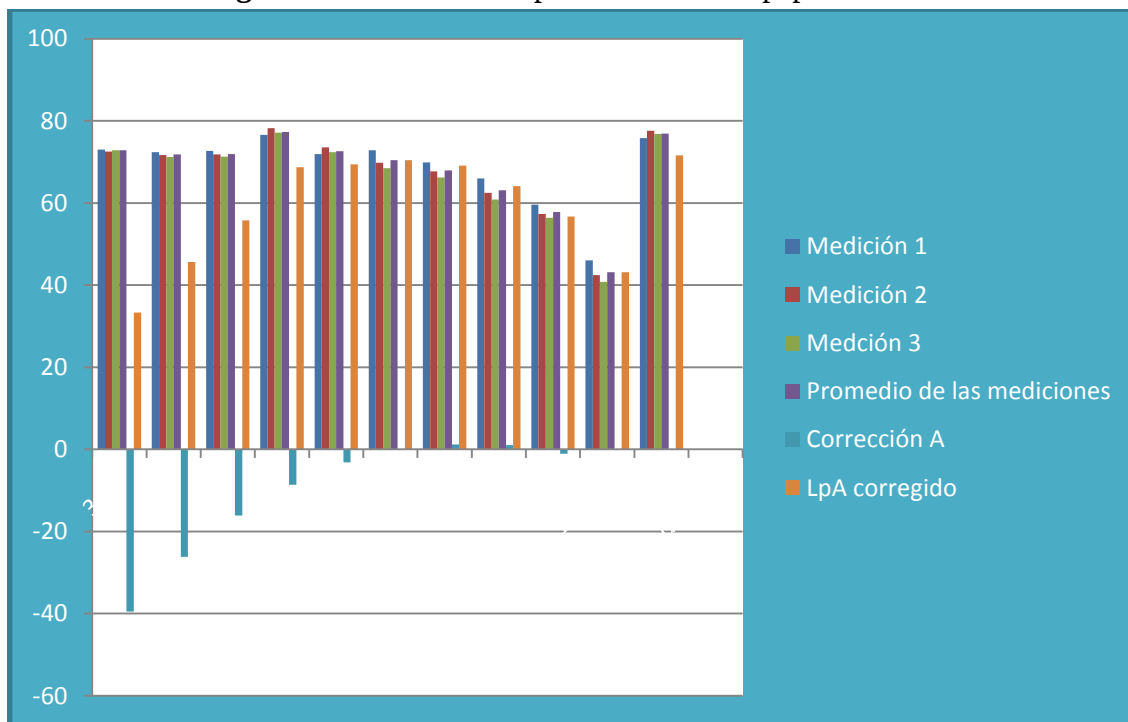
Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo se observa que el ruido que posee es de 76,9 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, nos indica en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 13 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 13. Medición del puesto aislado de papel



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 14 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 14. Aislado de papel



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Pasada de producto

Es donde el producto recorre la banda transportadora el principio del proceso de encolado, en este puesto se va colocando las partes del producto (revistas, libros, catálogos, etc.) y agrupando según los requerimiento del cliente.

A continuación se observa en la tabla 8 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto de pasada de producto.

Tabla 8. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 2, pasada de producto	2	76	92,6	81,4	73,9	72	70
	3	77,1	93,3	80,3	75,6	73	70
	3	77,1	92,9	78,9	76	73	70
		76,9	88,7	93,0	76,1		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 76,9 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 88,7, el nivel máximo A LA_{max} es de 93,0 y el nivel mínimo es de 76,1 dBA.

En la tabla 9 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 78,0 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 72,7 dBA.

Tabla 9. Bandas de octava, pasada de producto

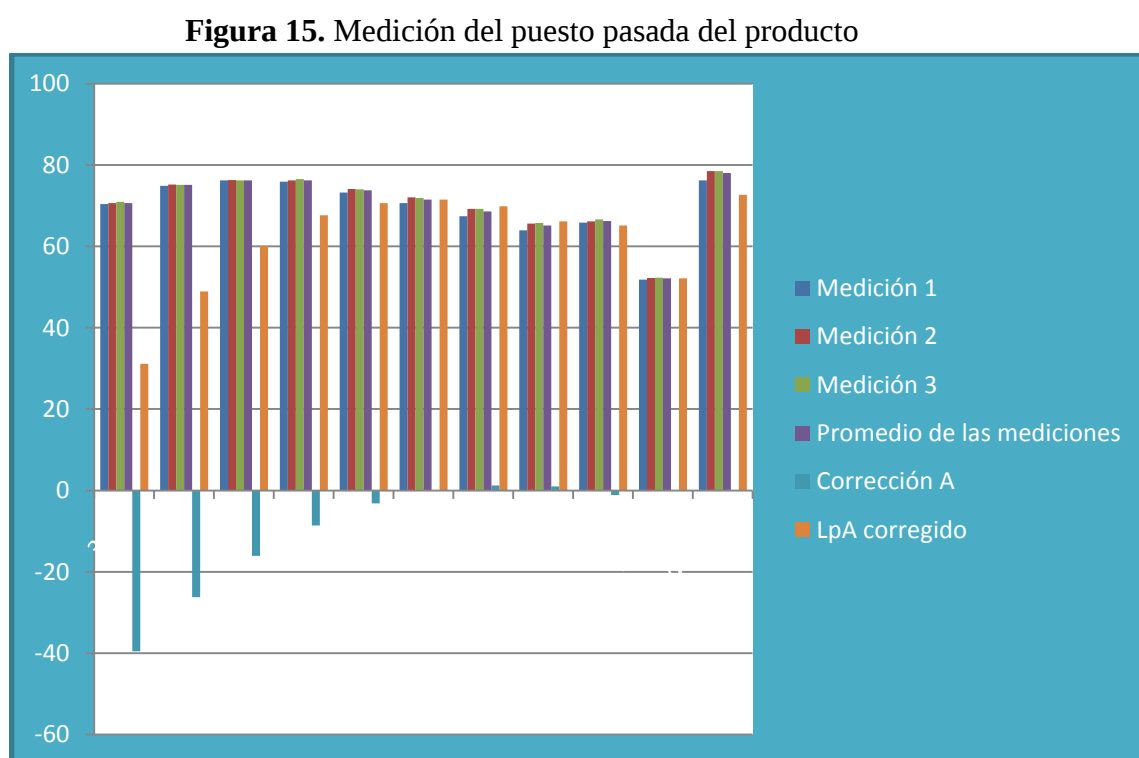
Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	70,4	74,9	76,2	75,9	73,2	70,6	67,4	63,9	65,8	51,8	76,2
	70,6	75,2	76,3	76,2	74,1	72	69,2	65,6	66,1	52,2	78,5
	70,9	75,1	76,2	76,5	74	71,9	69,2	65,7	66,6	52,3	78,5
Promedio de las mediciones	70,6	75,1	76,2	76,2	73,8	71,5	68,6	65,1	66,2	52,1	78,0
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	31,1	48,9	60,1	67,6	70,6	71,5	69,8	66,1	65,1	52,1	72,7

Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo el ruido es de 78,0 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, nos indica en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 15 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 16 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 16. Pasada de papel



Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Entrada de fresado

El producto entra al cuarto de fresado de la máquina y es donde viene el proceso de colocación de la pega en el borde para agrupar los pliegos o hojas del producto (revistas, libros, catálogos, etc.).

A continuación se observa en la tabla 10 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto de entrada de fresado.

Tabla 10. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 3, entrada de fresado	2	80,8	95,8	84,1	77,3	77	70
	3	81,6	96,2	84,4	79	79	70
	3	81,2	96,7	84,1	77,3	78	70
		81,3	92,0	96,3	79,9		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 81,3 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 92,0 el nivel máximo A LA_{max} es de 96,3 y el nivel mínimo es de 79,9 dBA.

En la tabla 11 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 79,8 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 72,7 dBA.

Tabla 11. Bandas de octava, entrada de fresado

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	70,4	74,9	76,2	75,9	73,2	70,6	67,4	63,9	65,8	51,8	76,2
	70,6	75,2	76,3	76,2	74,1	72	69,2	65,6	66,1	52,2	78,5
	70,9	75,1	76,2	76,5	74	71,9	69,2	65,7	66,6	52,3	78,5
Promedio de las mediciones	70,6	75,1	76,2	76,2	73,8	71,5	68,6	65,1	66,2	52,1	79,8
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	31,1	48,9	60,1	67,6	70,6	71,5	69,8	66,1	65,1	52,1	72,7

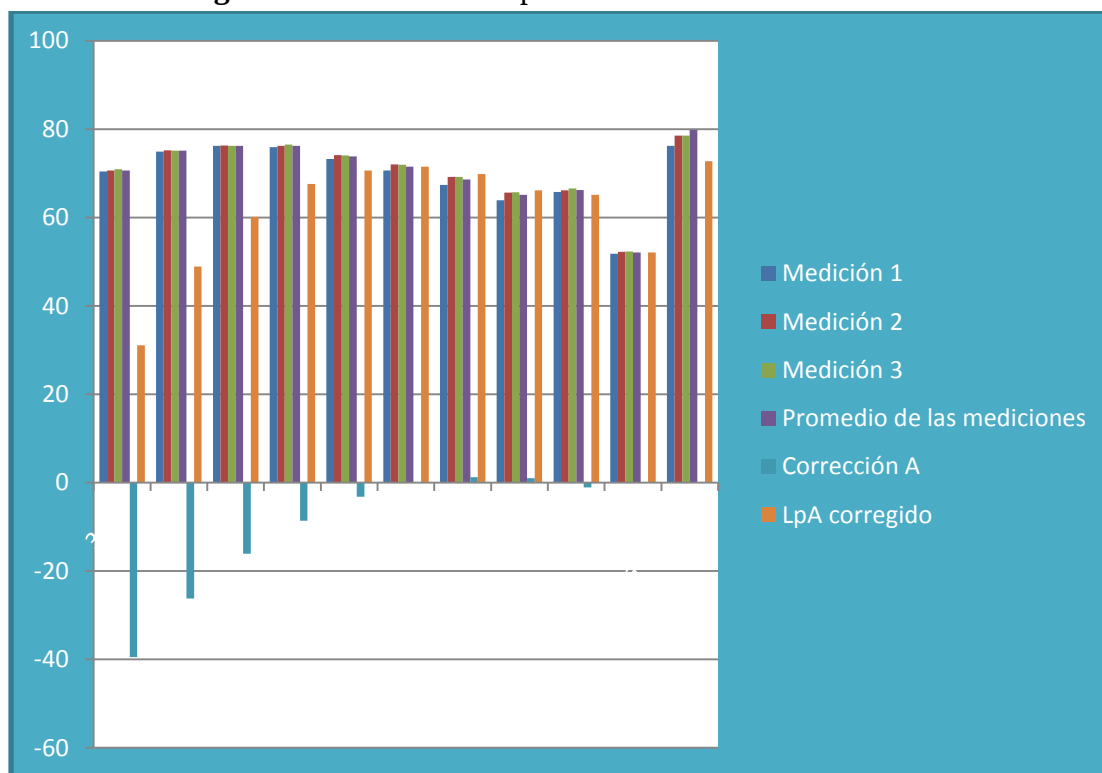
Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo el ruido es de 79,8 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, nos indica en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 17 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 17. Medición del puesto entrada de fresado



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 18 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 18. Entrada de fresado



Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Colocación de portadas

En este proceso el producto sale del cuarto de fresado de la máquina y se coloca la portada del producto el cual se adhiere a los pliegos o hojas del producto (revistas, libros, catálogos, etc.).

A continuación se observa en la tabla 12 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto de colocación de portadas.

Tabla 12. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 4, colocación de portadas	2	77	107,6	89,2	74,1	73	70
	3	75,4	90,8	78,1	73,4	71	70
	3	79,1	70,7	89	75,5	76	70
		77,5	98,7	101,7	83,2		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 77,5 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 98,7 el nivel máximo A LA_{max} es de 101,7 y el nivel mínimo es de 83,2 dBA.

En la tabla 13 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 76,8 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 71,5 dBA.

Tabla 13. Bandas de octava, colocación de portadas

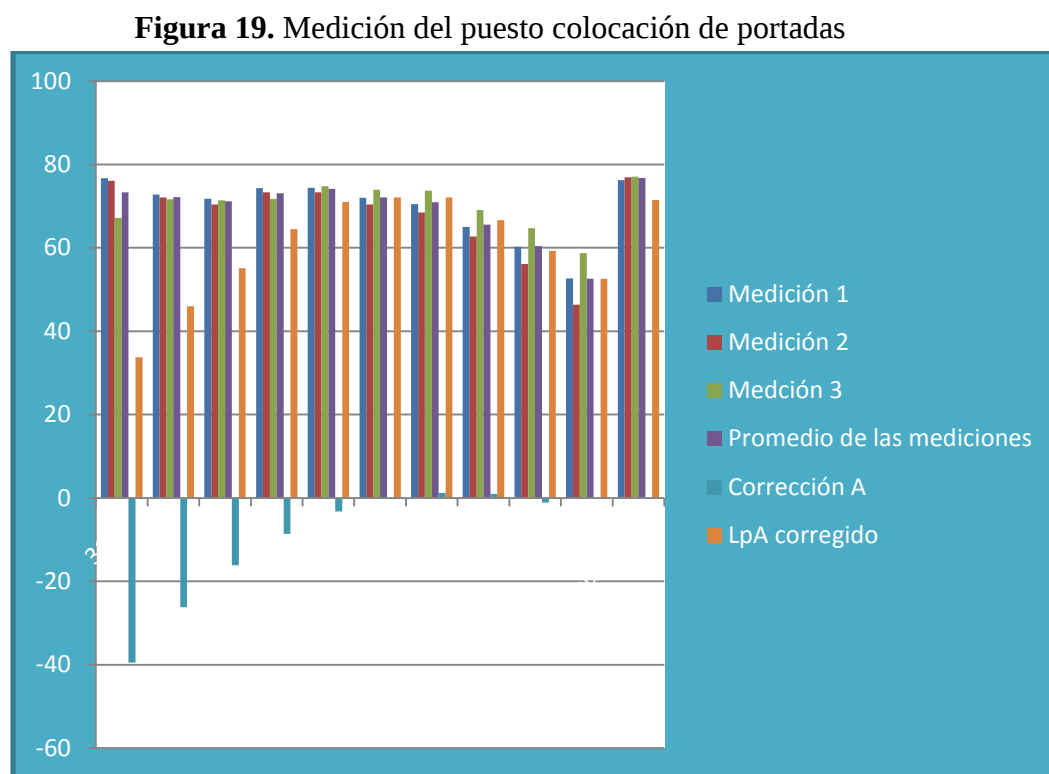
Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	76,7	72,8	71,8	74,3	74,4	72	70,5	65	60,3	52,7	76,2
	76,1	72,1	70,4	73,3	73,3	70,4	68,5	62,7	56,1	46,4	76,9
	67,2	71,6	71,4	71,7	74,8	73,9	73,7	69,1	64,7	58,7	77,1
Promedio de las mediciones	73,3	72,2	71,2	73,1	74,2	72,1	70,9	65,6	60,4	52,6	76,8
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	33,8	46,0	55,1	64,5	71,0	72,1	72,1	66,6	59,3	52,6	71,5

Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo vemos que el ruido que posee es de 76,8 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, nos indica en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 19 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 20 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 20. Colocación de portadas



Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Control de calidad

En este proceso el producto sale terminado en donde el trabajador realiza el control de calidad clasificando el producto defectuoso con el que ya sale para su despacho.

A continuación se observa en la tabla 14 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto de control de calidad.

Tabla 14. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 5, Control de calidad	2	81,4	99	88	74,8		70
	3	81,8	99,1	88,2	75,7		70
	3	81,5	99,3	87,9	75,9	81	70
		81,6	94,9	99,2	83,8		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 81,6 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 94,9 el nivel máximo A LA_{max} es de 99,2 y el nivel mínimo es de 83,8 dBA.

En la tabla 15 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 79,2 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 77,5 dBA.

Tabla 15. Bandas de octava, control de calidad

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	74,1	73,7	74	75,6	76,2	73	78	70,4	63,8	50,5	77,9
	74	73,8	74,5	75,7	76,5	72,9	78,5	70,7	63,2	50,1	79,9
	74,3	73,6	74,1	75,4	75,8	72,8	78,2	70,7	63,6	50,4	79,7
Promedio de las mediciones	74,1	73,7	74,2	75,6	76,2	72,9	78,2	70,6	63,5	50,3	79,4
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	34,6	47,5	58,1	67,0	73,0	72,9	79,4	71,6	62,4	50,3	77,5

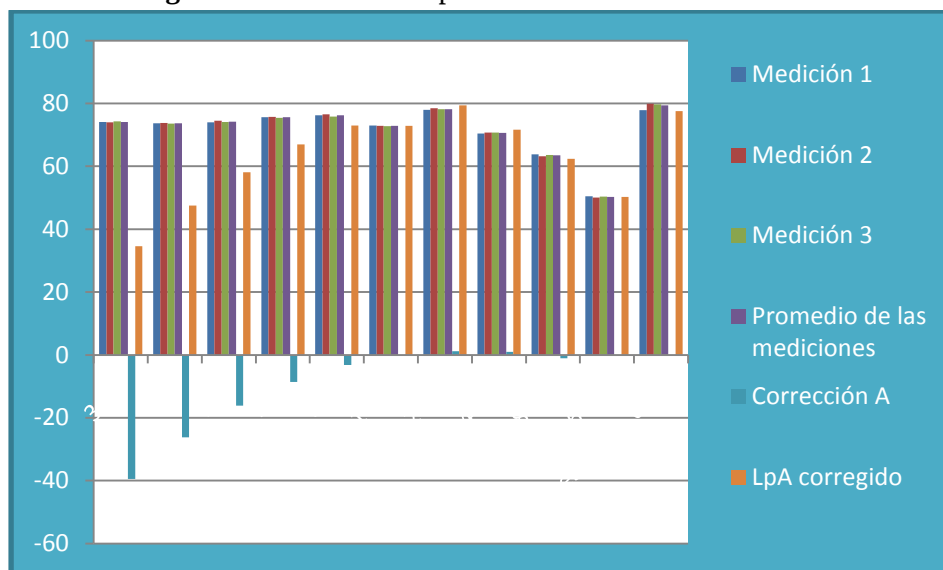
Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo vemos que el ruido que posee es de 79,2 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, que se encuentra en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 21 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 21. Medición del puesto control de calidad



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 22 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 22. Control de calidad



Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Trilateral

Luego de realizar el control de calidad el producto recorre por la banda transportador hasta el proceso de guillotina el cual corta los bordes de los ejemplares para concluir con un producto listo para su entrega.

A continuación se observa en la tabla 16 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto trilateral.

Tabla 16. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A L_{Aeq}	Nivel Pico A L_{Apeak}	Nivel Máximo A L_{Amax}	Nivel Mínimo A L_{Amin}	NR	NC
Puesto 6, Trilateral	2	81,5	108,5	86,3	78,9	79	70
	3	82,1	109,4	89	79,3	80	70
	3	81,8	109,6	86,7	79	79	70
		81,8	104,9	109,3	83,2		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A L_{Aeq} su promedio es de 81,8 dBA, el nivel pico A L_{Apeak} es de 104,9 el nivel máximo A L_{Amax} es de 109,3 y el nivel mínimo es de 83,2 dBA.

En la tabla 17 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 81,0 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 78,0 dBA.

Tabla 17. Bandas de octava, trilateral

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	74,3	75,7	73,8	80,8	78,2	74,6	76,2	70,6	67,7	67,1	79,6
	74,5	75,8	73,8	81,3	78,3	74,8	77,2	71,5	68,3	67,3	81,8
	75,7	75,7	73,5	80,5	78,1	74,7	76,7	71,1	68,1	67,2	81,5
Promedio de las mediciones	74,8	75,7	73,7	80,9	78,2	74,7	76,7	71,1	68,0	67,2	81,2
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	35,3	49,5	57,6	72,3	75,0	74,7	77,9	72,1	66,9	67,2	78,0

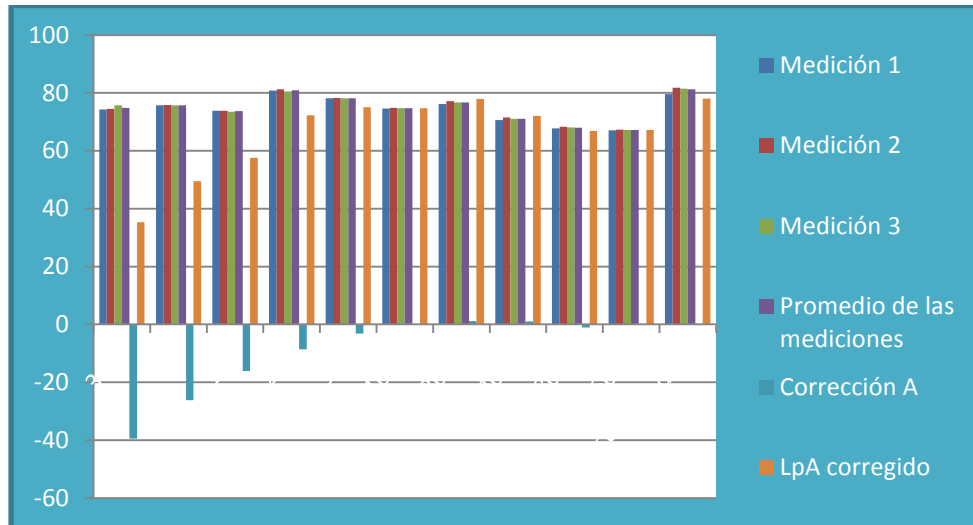
Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo vemos que el ruido que posee es de 81,0 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, que se encuentra en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 23 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 23. Medición del puesto trilateral



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 24 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 24. Trilateral



Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Salida de producto, despacho

En este proceso el trabajador empaca el producto terminado para su entrega a los diferentes clientes que posee la empresa.

A continuación se observa en la tabla 18 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del puesto de salida de producto, despacho.

Tabla 18. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo exposición	Nivel equivalente A Laeq	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin	NR	NC
Puesto 7, Salida del producto, empacado	2	78,8	112,7	92,7	74,9	75	70
	3	78,9	113,5	92,6	75,1	76	70
	3	79,3	117,7	95,7	75,8	76	70
		79,0	111,0	115,5	89,7		

Fuente: Elaboración propia

Observamos que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 79,0 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 111,0 el nivel máximo A LA_{max} es de 115,5 y el nivel mínimo es de 89,7 dBA.

En la tabla 19 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 80,2 dBA y con la corrección en la ponderación A tiene un total de 75,1 dBA.

Tabla 19. Bandas de octava, salida de producto, despacho

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	79,8	72,7	73,7	77,7	76,3	72,2	73	67,6	61,7	54,9	78,5
	79,3	73,2	73,2	78,5	76,2	72,1	73,4	67,9	61,8	55,1	80,3
	79,3	72,9	73,1	80,5	76,5	72,3	73,7	67,4	61,4	54,8	80,9
Promedio de las mediciones	79,5	72,9	73,3	78,9	76,3	72,2	73,4	67,6	61,6	54,9	80,2
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	40,0	46,7	57,2	70,3	73,1	72,2	74,6	68,6	60,5	54,9	75,1

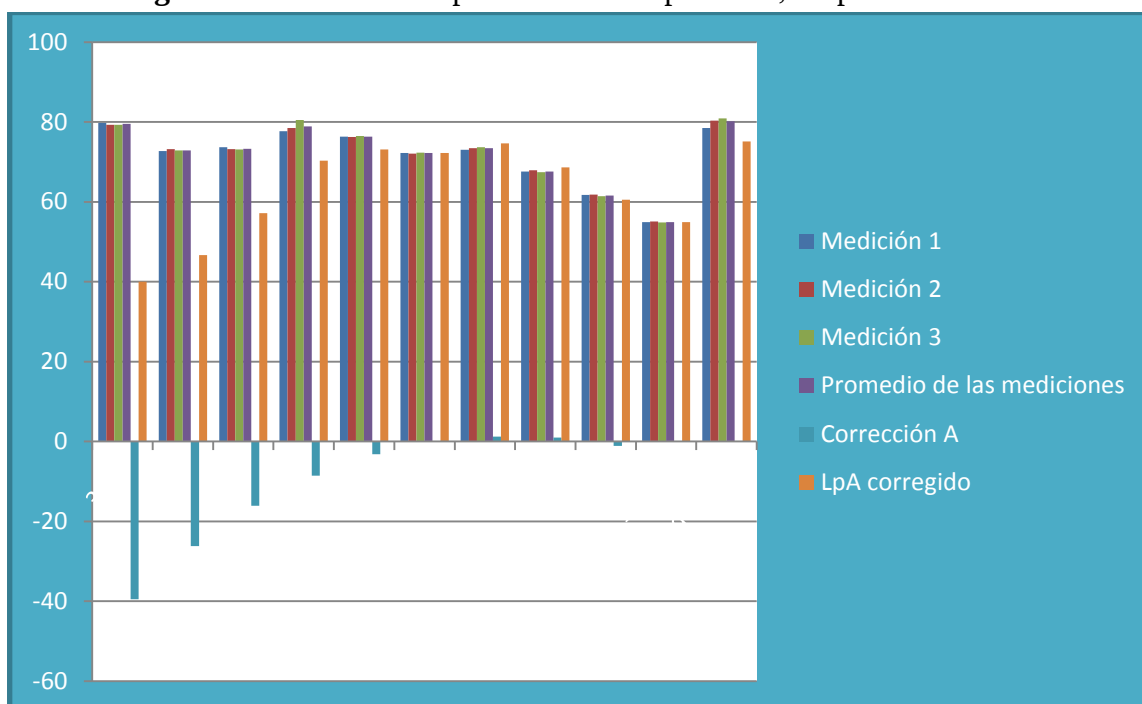
Fuente: Elaboración propia

En este puesto de trabajo vemos que el ruido que posee es de 81,0 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, que se encuentra en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 25 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 25. Medición del puesto salida de producto, despacho



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 26 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 26. Salida de producto, despacho



Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Compresor

Esta medición se la realizó exclusivamente a los compresores que se encuentran a tres metros del área del proceso de encolado, en el puesto de trabajo “aislado de papel”, en donde nos sirve para calcular a cuántos decibelios estos aparatos producen y poder establecer medidas de control, en este caso un encofinamiento del aparato.

A continuación se observa en la tabla 20 los datos del sonómetro que se utilizó en la medición del compresor.

Tabla 20. Datos del sonómetro

Punto medido	Tiempo	Nivel equivalente A	Nivel Pico A	Nivel Máximo A	Nivel Mínimo A	NR	NC
	exposición	L _{aeq}	L _{peak}	L _{amax}	L _{Amin}		
Puesto 9, Compresores	2	80,9	94,9	82,5	80,1		70
	3	80,9	95,2	82,4	79,7	82	70
	3	80,9	95,4	82,3	80,2	82	70
		80,9	90,9	95,2	78,1		

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en un tiempo de exposición de 8 horas laborales el nivel equivalente A LA_{eq} su promedio es de 80,9 dBA, el nivel pico A LA_{peak} es de 90,9 el nivel máximo A LA_{max} es de 95,2 y el nivel mínimo es de 78,1 dBA.

En la tabla 21 nos indica los resultados que encontramos luego de calcular los datos antes mencionados con el método de bandas de octava, de tal manera que con la fórmula para encontrar el nivel equivalente [Ec. 4] nos indica que el puesto de trabajo posee un ruido equivalente de 80,0 dBA.

Tabla 21. Bandas de octava, compresor

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	71,5	70,8	73,9	80	75,7	74	73,3	71,1	75,6	61,9	78,5
	72	70,2	74,1	80,3	75,9	74,1	73,4	70,8	75,4	61,9	80,4
	72	70,3	74,2	80,2	76,1	73,9	73,3	70,8	75,6	61,9	80,4
Promedio de las mediciones	71,8	70,4	74,1	80,2	75,9	74,0	73,3	70,9	75,5	61,9	80,0

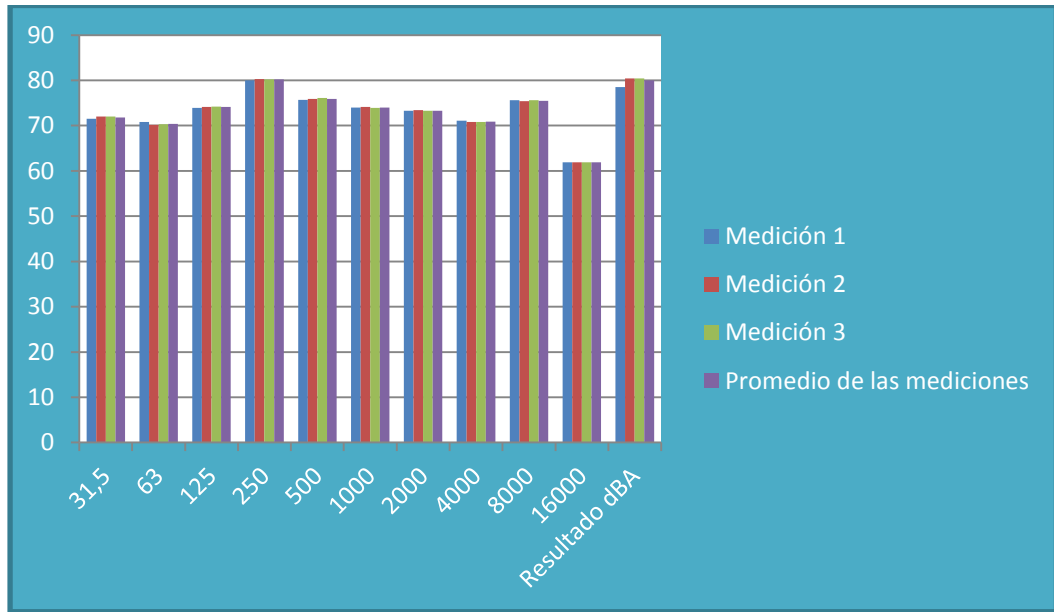
Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el compresor produce un nivel de presión sonora de 81,0 dBA el cual no afecta al individuo, es por tal motivo que la exposición a ruido es tolerable y no se necesita realizar medidas de control en ese puesto.

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, que se encuentra en la tabla 3 del capítulo II, que existe un discomfort acústico en el puesto de trabajo de aislado de papel del área de encolado de una Empresa Gráfica, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.

A continuación se representa en la figura 27 la variación que existe en las mediciones del puesto de trabajo.

Figura 27. Medición de Compresores



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 28 se coloca la fotografía del puesto de trabajo de la medición realizada.

Figura 28. Compresor



Fuente: Elaboración propia

3.2 Evaluación de las mediciones del área de encolado

Se observa los resultados obtenidos por el sonómetro en la tabla 22, la legislación ecuatoriana en su Decreto Ejecutivo 2393 en su artículo 55 numeral 6, se fija como límite máximo de nivel de presión sonora es de 85 decibelios en escala A del sonómetro, en un ambiente con ruido continuo en un tiempo de exposición de 8 horas laboral.

También nos indica el nivel de corrección de ponderación A, el nivel de atenuación del equipo de protección auditivo y cuánto nos reduciría el nivel sonoro encofinando el compresor en el área de trabajo.

Tabla 22. Resultados de las mediciones

TABLA DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES, NIVEL EQUIVALENTE PONDERACIÓN A LAeq,t									
Puesto de trabajo de la Encoladora	Resultados LAeq,t	Nivel de corrección ponderación A	Nivel de atenuación del EPI utilizado	Nivel de atenuación del EPI recomendado	Nivel de atenuación de la cabina	LAeq,t sonómetro	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin
Alsado de papel	81,5	75,9	47,7	68,6	---	75,8	93.9	98.5	81.6
Pasada de producto	82,6	76,9	50,1	69,0	---	76,9	88.7	93.0	76.1
Entrada de fresado	84,4	81,5	50,3	72,1	---	81,3	92.0	96.3	79.9
Colocación de portadas	81,2	77,3	48,1	67,9	---	77,5	98.7	101.7	83.2
Control de calidad	79,8	77,5	50,7	70,0	---	81,6	94.9	99.2	83.8
Trilateral	81,5	78,0	52,2	74,1	---	81,8	104.9	109.3	83.2
Salida del producto, empacado	84,7	79,3	49,9	71,2	---	79,0	111.0	115.5	89.7
Compresores	80,4	-----	-----	-----	55,37	80,9	90.9	95.2	78.1

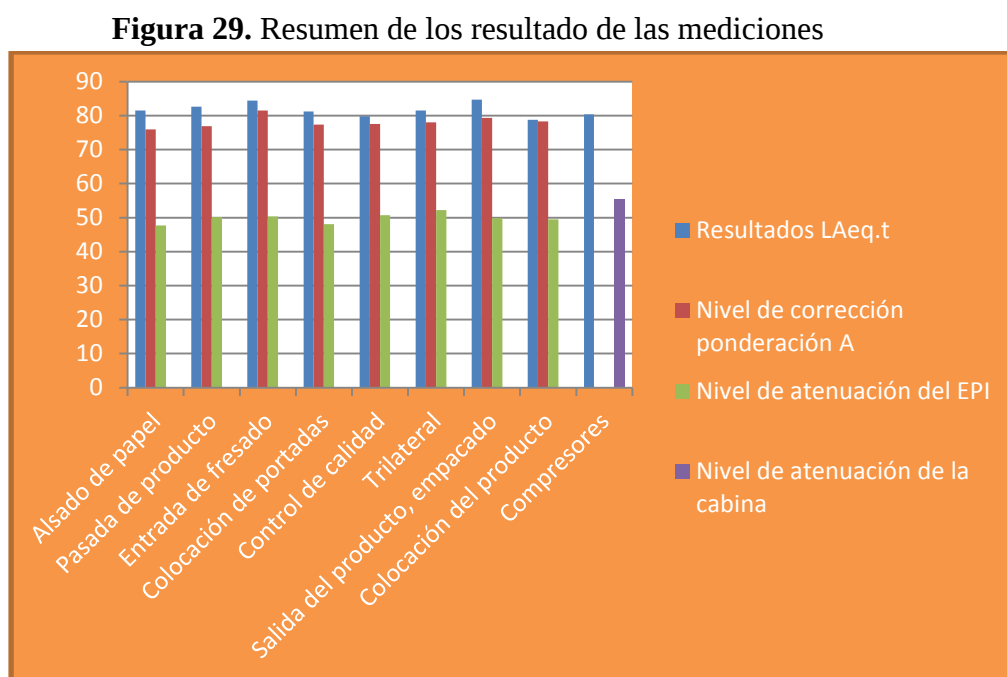
Fuente: Elaboración propia

La evaluación con la NTP 503 del INSHT, que se encuentra en la tabla 3 del capítulo II, indica los niveles de ruido que se debe establecer para el confort del trabajador. Es de esta manera que el límite máximo de nivel de presión sonora para una Empresa Gráfica es de 60-70 decibelios.

El resultado obtenido con el sonómetro en el área de encolado de una empresa gráfica va desde los 79,8 – 84,7 decibelios y con la corrección en ponderación A van desde los 75,9 – 81,5 decibelios.

La evaluación con la tabla de la NTP 503, Valores recomendados del índice NR para diferentes locales, indica que existe un discomfort acústico en el área, por ende es necesario proponer medidas preventivas y de control para mejorar el ambiente del puesto de trabajo de los trabajadores.

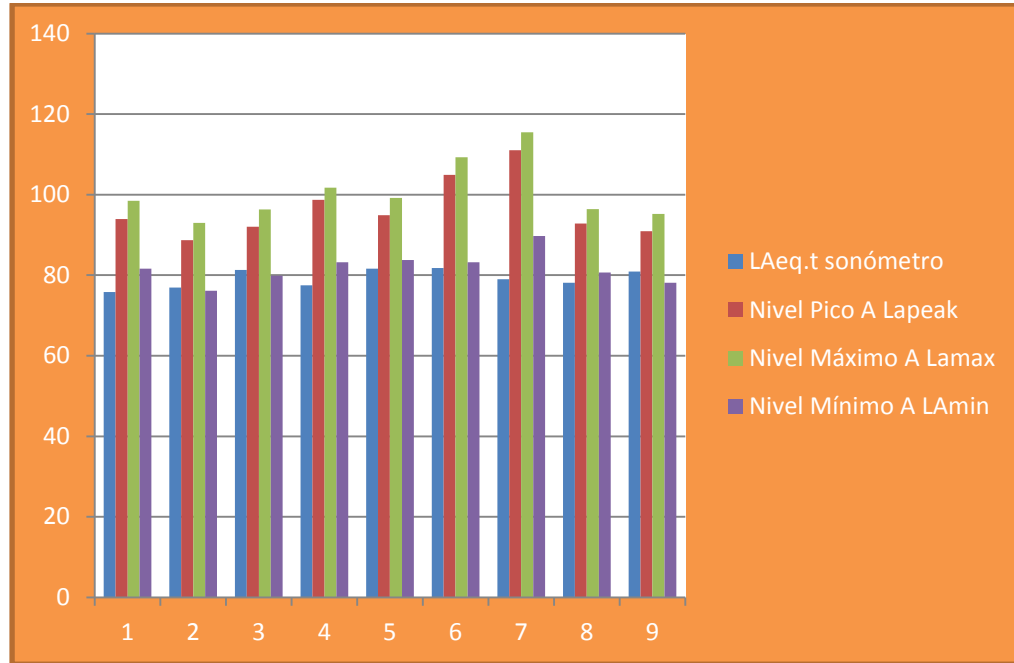
En la figura 29 se encuentra los resultados de las mediciones de los puestos de trabajo del área de encolado de una Empresa Gráfica.



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera en la figura 30 se encuentran los resultados que presenta el sonómetro Cirrus en los puestos de trabajo.

Figura 30. Resultado del sonómetro



Fuente: Elaboración propia

3.3 Propuestas para la prevención y control

En este punto se propone medidas de prevención y control para reducir la influencia al ruido y mejorar las condiciones de los puestos de trabajo de una empresa gráfica.

Capacitar al personal en temas de seguridad y manejo de equipos de protección auditiva, es una medida de prevención que se debe dar a todos los involucrados del área de encolado principalmente y a todos los trabajadores que se encuentran expuestos a 8 horas trabajando en un ambiente de discomfort acústico.

El dotar de equipos de protección auditiva es una medida de control que se da al trabajador para su uso diario en la empresa. El trabajador debe conocer las medidas básicas de

sanidad del equipo auditivo, para que pueda ser reutilizable la mayoría del tiempo durante las 8 horas de exposición laboral al ruido.

A continuación observamos los rangos que el fabricante del equipo ofrece en banda de octavas la protección auditivo al trabajador, atenuando lo suficiente para que no tengo efectos a su salud por la exposición a ruido en el trabajo.

3.3.1 Equipos de protección auditivos

En la tabla 23 se observa como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Aislado de papel con 47,7 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

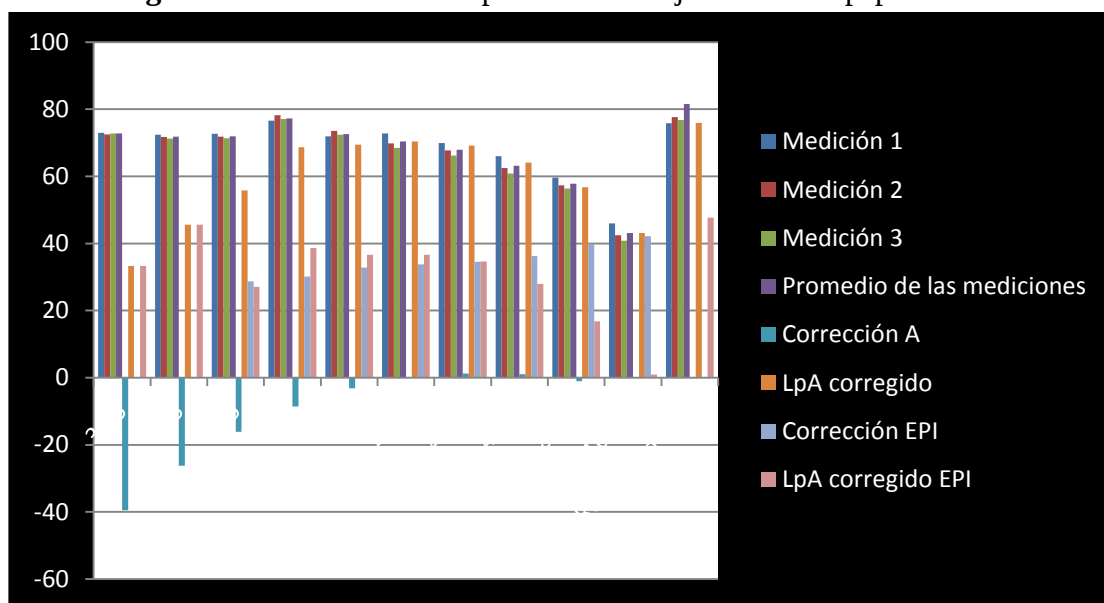
Tabla 23. Aislado de papel

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	73	72,4	72,7	76,6	71,9	72,8	69,9	66	59,6	46	75,8
	72,5	71,7	71,8	78,2	73,5	69,8	67,7	62,5	57,3	42,4	77,6
	72,8	71,2	71,3	77,1	72,4	68,5	66,2	60,8	56,4	40,8	76,8
Promedio de las mediciones	72,8	71,8	71,9	77,3	72,6	70,4	67,9	63,1	57,8	43,1	81,5
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	33,3	45,6	55,8	68,7	69,4	70,4	69,1	64,1	56,7	43,1	75,9
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	33,3	45,6	27,1	38,6	36,6	36,6	34,6	27,9	16,8	0,9	47,7

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 31 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 31. EPI auditivo del puesto de trabajo aislado de papel



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo Aislado de papel, el valor obtenido es de 68,9 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

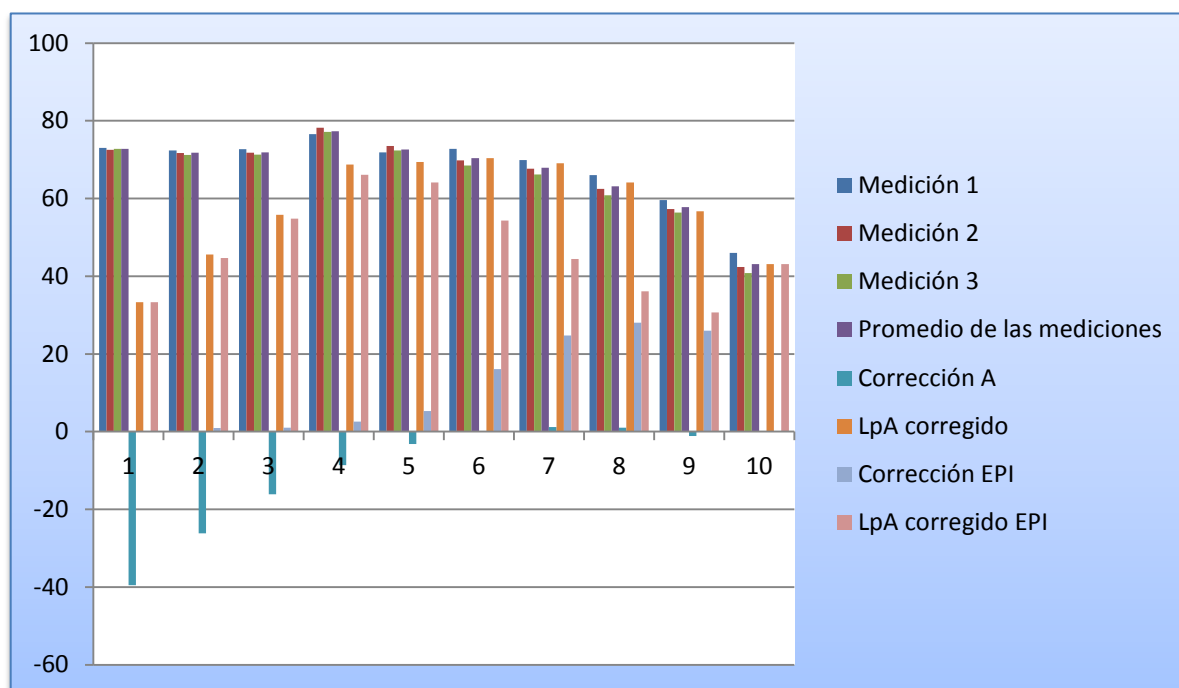
Tabla 24. EPI alerta, aislado de papel

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	73	72,4	72,7	76,6	71,9	72,8	69,9	66	59,6	46	75,8
Medición 2	72,5	71,7	71,8	78,2	73,5	69,8	67,7	62,5	57,3	42,4	77,6
Medición 3	72,8	71,2	71,3	77,1	72,4	68,5	66,2	60,8	56,4	40,8	76,8
Promedio de las mediciones	72,8	71,8	71,9	77,3	72,6	70,4	67,9	63,1	57,8	43,1	81,5
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	33,3	45,6	55,8	68,7	69,4	70,4	69,1	64,1	56,7	43,1	75,9
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	33,3	44,7	54,8	66,1	64,1	54,3	44,4	36,1	30,7	43,1	68,9

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 32 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 32. EPI alerta, aislado de papel



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Pasada del producto con 50,1 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

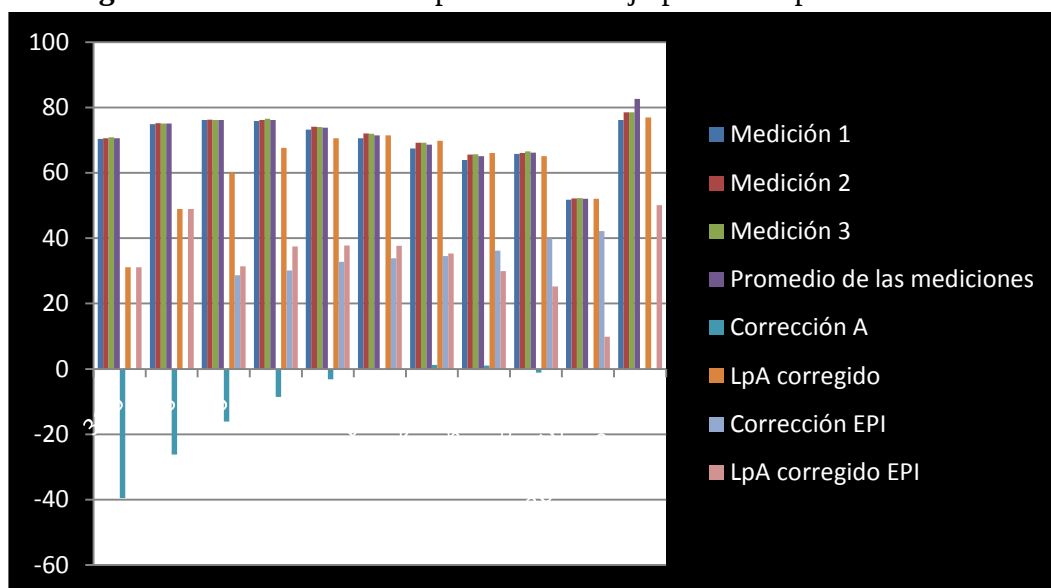
Tabla 25. Pasada del producto

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	70,4	74,9	76,2	75,9	73,2	70,6	67,4	63,9	65,8	51,8	76,2
	70,6	75,2	76,3	76,2	74,1	72	69,2	65,6	66,1	52,2	78,5
	70,9	75,1	76,2	76,5	74	71,9	69,2	65,7	66,6	52,3	78,5
Promedio de las mediciones	70,6	75,1	76,2	76,2	73,8	71,5	68,6	65,1	66,2	52,1	82,6
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	31,1	48,9	60,1	67,6	70,6	71,5	69,8	66,1	65,1	52,1	76,9
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	31,1	48,9	31,4	37,5	37,8	37,7	35,3	29,9	25,2	9,9	50,1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 33 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 33. EPI auditivo del puesto de trabajo pasada de producto



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo pasada del producto, el valor obtenido es de 69 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

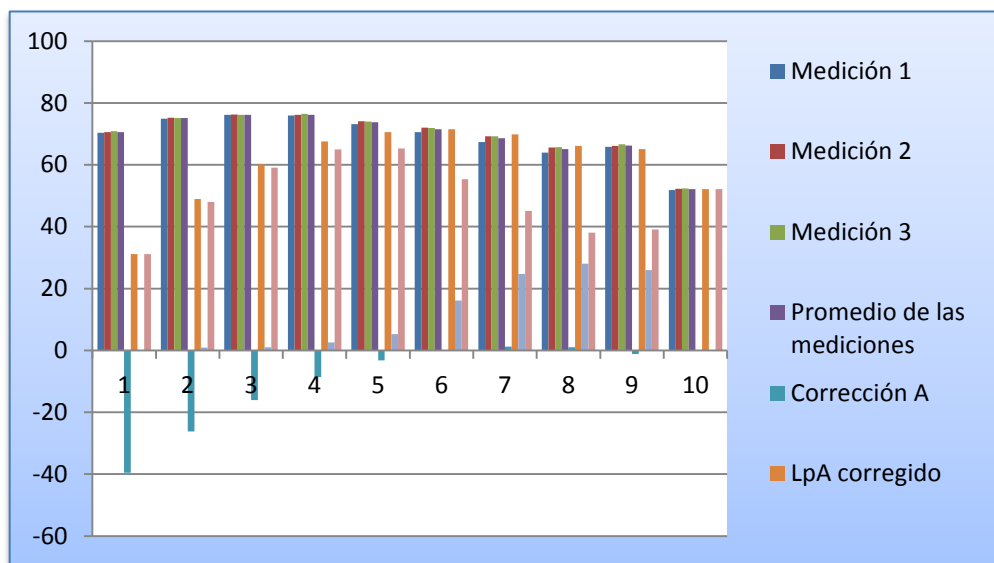
Tabla 26. EPI alerta, pasada del producto

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	70,4	74,9	76,2	75,9	73,2	70,6	67,4	63,9	65,8	51,8	76,2
Medición 2	70,6	75,2	76,3	76,2	74,1	72	69,2	65,6	66,1	52,2	78,5
Medición 3	70,9	75,1	76,2	76,5	74	71,9	69,2	65,7	66,6	52,3	78,5
Promedio de las mediciones	70,6	75,1	76,2	76,2	73,8	71,5	68,6	65,1	66,2	52,1	82,6
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	31,1	48,9	60,1	67,6	70,6	71,5	69,8	66,1	65,1	52,1	76,9
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	31,1	48	59,1	65	65,3	55,4	45,1	38,1	39,1	52,1	69

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 34 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 34. EPI alerta, pasada del producto



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo entrada de fresado con 50,3 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

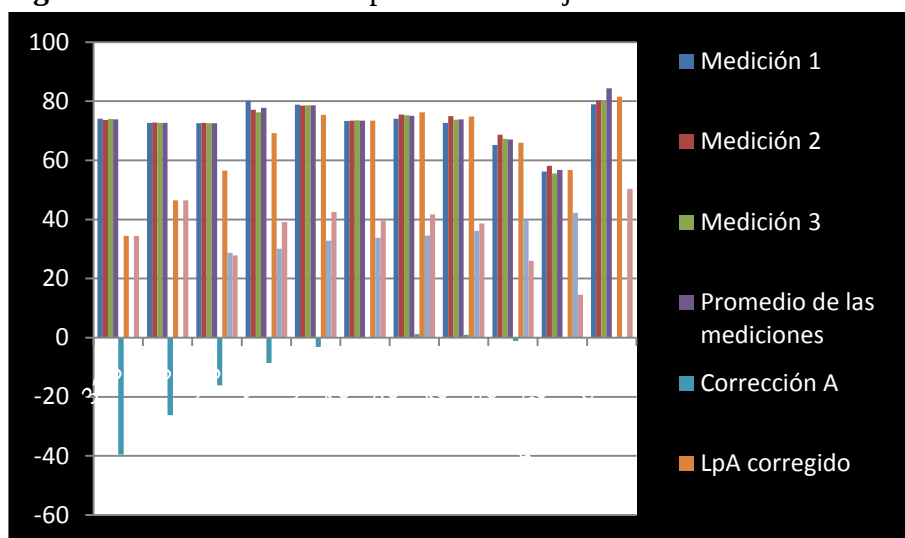
Tabla 26. Entrada de fresado

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	74,1	72,7	72,5	80,1	78,8	73,3	74,1	72,7	65,2	56,2	78,9
	73,6	72,8	72,7	77,1	78,5	73,4	75,5	74,9	68,7	58,2	80,2
	74	72,7	72,6	76,2	78,6	73,5	75,3	73,7	67,2	55,6	79,9
Promedio de las mediciones	73,9	72,7	72,6	77,8	78,6	73,4	75,0	73,8	67,0	56,7	84,4
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	34,4	46,5	56,5	69,2	75,4	73,4	76,2	74,8	65,9	56,7	81,5
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	34,4	46,5	27,8	39,1	42,6	39,6	41,7	38,6	26,0	14,5	50,3

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 35 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 35. EPI auditivo del puesto de trabajo entrada de fresado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo entrada de fresado, el valor obtenido es de 72,1 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

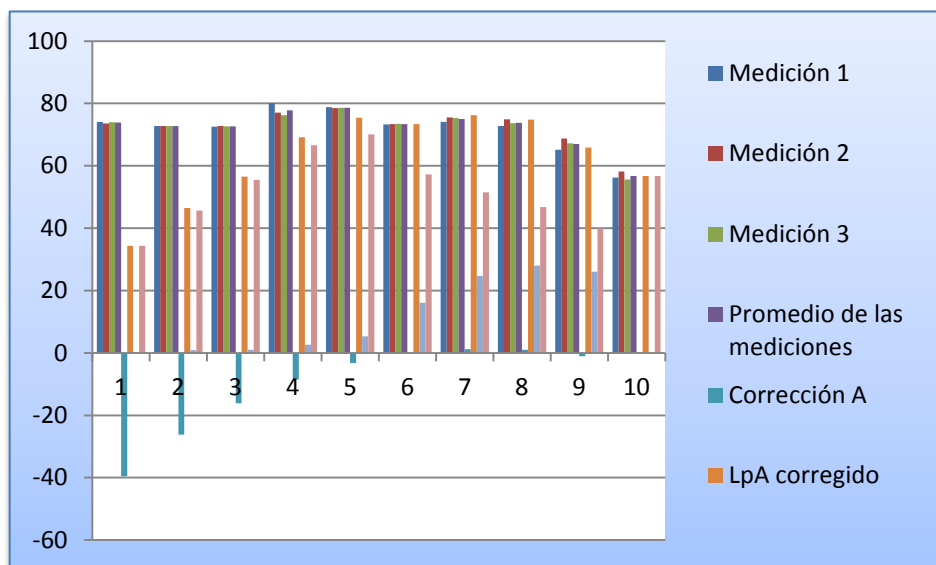
Tabla 27. EPI alerta, entrada de fresado

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	74,1	72,7	72,5	80,1	78,8	73,3	74,1	72,7	65,2	56,2	78,9
Medición 2	73,6	72,8	72,7	77,1	78,5	73,4	75,5	74,9	68,7	58,2	80,2
Medición 3	74	72,7	72,6	76,2	78,6	73,5	75,3	73,7	67,2	55,6	79,9
Promedio de las mediciones	73,9	72,7	72,6	77,8	78,6	73,4	75	73,8	67	56,7	84,4
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	34,4	46,5	56,5	69,2	75,4	73,4	76,2	74,8	65,9	56,7	81,5
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	34,4	45,6	55,5	66,6	70,1	57,3	51,5	46,8	39,9	56,7	72,1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 36 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 36. EPI alerta, entrada de fresado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Colocación de portadas con 48,1 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

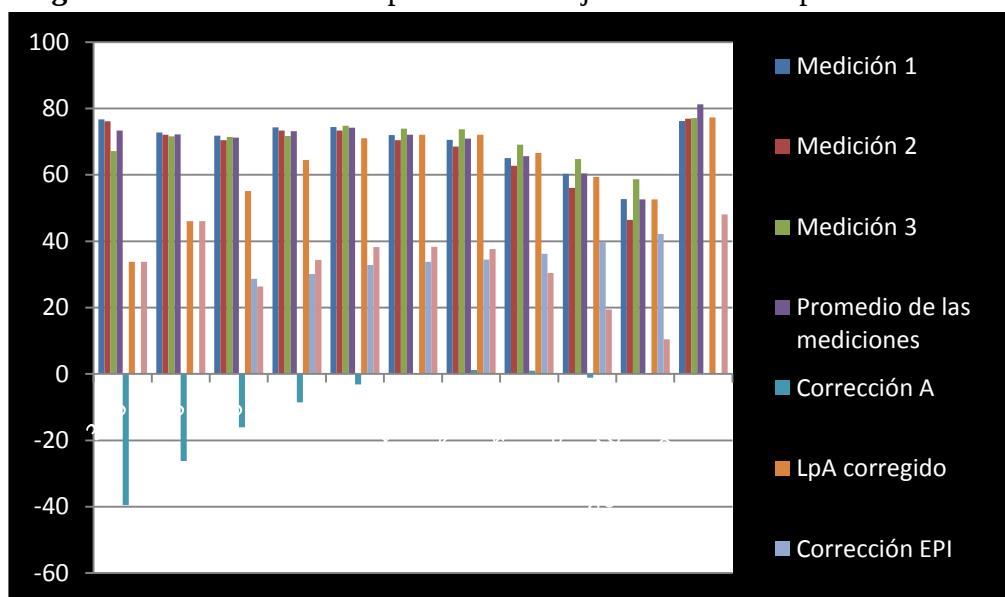
Tabla 28. Colocación de portadas

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	76,7	72,8	71,8	74,3	74,4	72	70,5	65	60,3	52,7	76,2
	76,1	72,1	70,4	73,3	73,3	70,4	68,5	62,7	56,1	46,4	76,9
	67,2	71,6	71,4	71,7	74,8	73,9	73,7	69,1	64,7	58,7	77,1
Promedio de las mediciones	73,3	72,2	71,2	73,1	74,2	72,1	70,9	65,6	60,4	52,6	81,2
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	33,8	46,0	55,1	64,5	71,0	72,1	72,1	66,6	59,3	52,6	77,3
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	33,8	46,0	26,4	34,4	38,2	38,3	37,6	30,4	19,4	10,4	48,1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 37 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 37. EPI auditivo del puesto de trabajo colocación de portadas



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo colocación de portadas, el valor obtenido es de 67,9 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

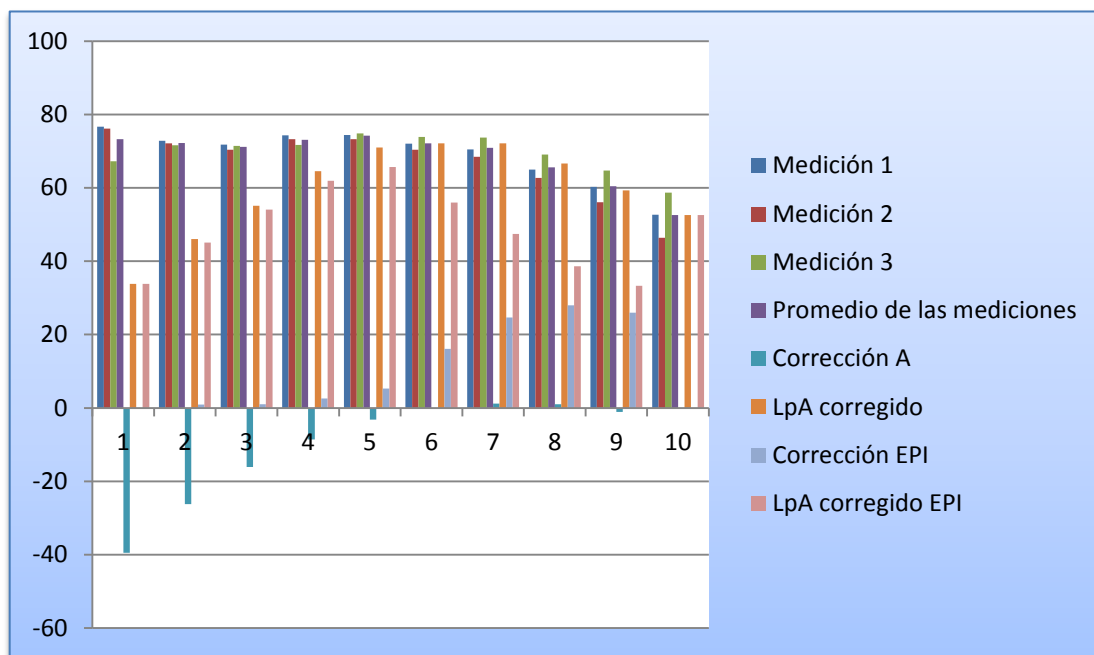
Tabla 29. EPI alerta, colocación de portadas

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	76,7	72,8	71,8	74,3	74,4	72	70,5	65	60,3	52,7	76,2
Medición 2	76,1	72,1	70,4	73,3	73,3	70,4	68,5	62,7	56,1	46,4	76,9
Medición 3	67,2	71,6	71,4	71,7	74,8	73,9	73,7	69,1	64,7	58,7	77,1
Promedio de las mediciones	73,3	72,2	71,2	73,1	74,2	72,1	70,9	65,6	60,4	52,6	81,2
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	33,8	46	55,1	64,5	71	72,1	72,1	66,6	59,3	52,6	77,3
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	33,8	45,1	54,1	61,9	65,7	56	47,4	38,6	33,3	52,6	67,9

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 38 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 38. EPI alerta, colocación de portadas



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Control de calidad con 50,7 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

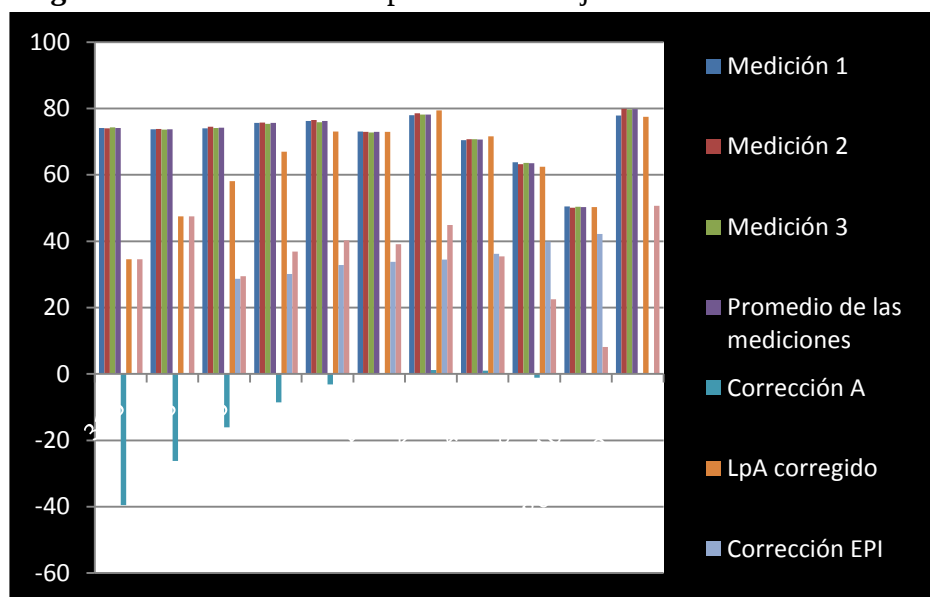
Tabla 30. Control de calidad

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	74,1	73,7	74	75,6	76,2	73	78	70,4	63,8	50,5	77,9
	74	73,8	74,5	75,7	76,5	72,9	78,5	70,7	63,2	50,1	79,9
	74,3	73,6	74,1	75,4	75,8	72,8	78,2	70,7	63,6	50,4	79,7
Promedio de las mediciones	74,1	73,7	74,2	75,6	76,2	72,9	78,2	70,6	63,5	50,3	79,8
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	34,6	47,5	58,1	67,0	73,0	72,9	79,4	71,6	62,4	50,3	77,5
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	34,6	47,5	29,4	36,9	40,2	39,1	44,9	35,4	22,5	8,1	50,7

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 39 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 39. EPI auditivo del puesto de trabajo control de calidad



Fuente: Elaboración propia

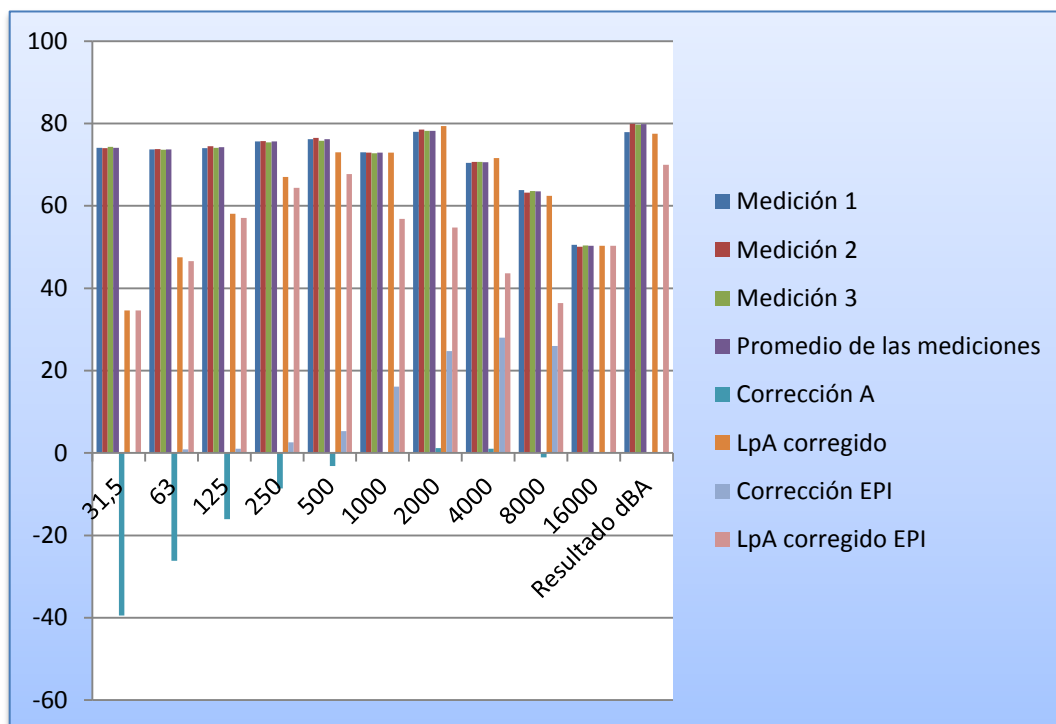
En la tabla 31 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo control de calidad, el valor obtenido es de 70 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

Tabla 31. EPI alerta, control de calidad

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	74,1	73,7	74	75,6	76,2	73	78	70,4	63,8	50,5	77,9
Medición 2	74	73,8	74,5	75,7	76,5	72,9	78,5	70,7	63,2	50,1	79,9
Medición 3	74,3	73,6	74,1	75,4	75,8	72,8	78,2	70,7	63,6	50,4	79,7
Promedio de las mediciones	74,1	73,7	74,2	75,6	76,2	72,9	78,2	70,6	63,5	50,3	79,8
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	34,6	47,5	58,1	67	73	72,9	79,4	71,6	62,4	50,3	77,5
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	34,6	46,6	57,1	64,4	67,7	56,8	54,7	43,6	36,4	50,3	70

A continuación se coloca la figura 40 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 40. EPI alerta, control de calidad



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Trilateral con 52,2 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

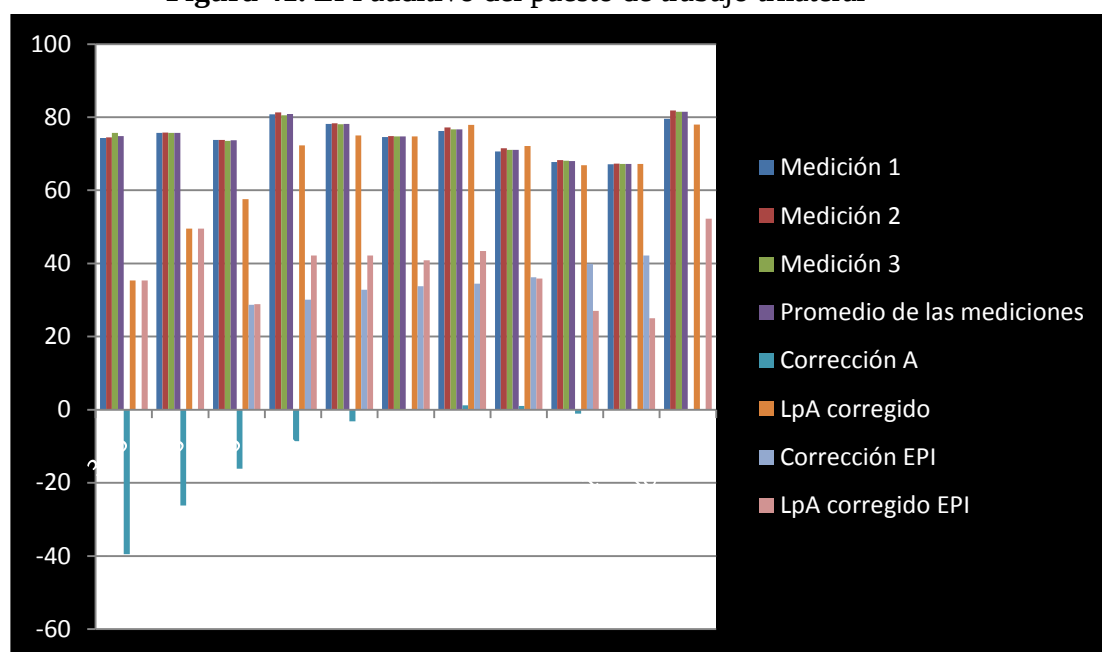
Tabla 32. Trilateral

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	74,3	75,7	73,8	80,8	78,2	74,6	76,2	70,6	67,7	67,1	79,6
	74,5	75,8	73,8	81,3	78,3	74,8	77,2	71,5	68,3	67,3	81,8
	75,7	75,7	73,5	80,5	78,1	74,7	76,7	71,1	68,1	67,2	81,5
Promedio de las mediciones	74,8	75,7	73,7	80,9	78,2	74,7	76,7	71,1	68,0	67,2	81,5
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	35,3	49,5	57,6	72,3	75,0	74,7	77,9	72,1	66,9	67,2	78,0
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	35,3	49,5	28,9	42,2	42,2	40,9	43,4	35,9	27,0	25,0	52,2

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 41 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 41. EPI auditivo del puesto de trabajo trilateral



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo trilateral, el valor obtenido es de 74,1 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

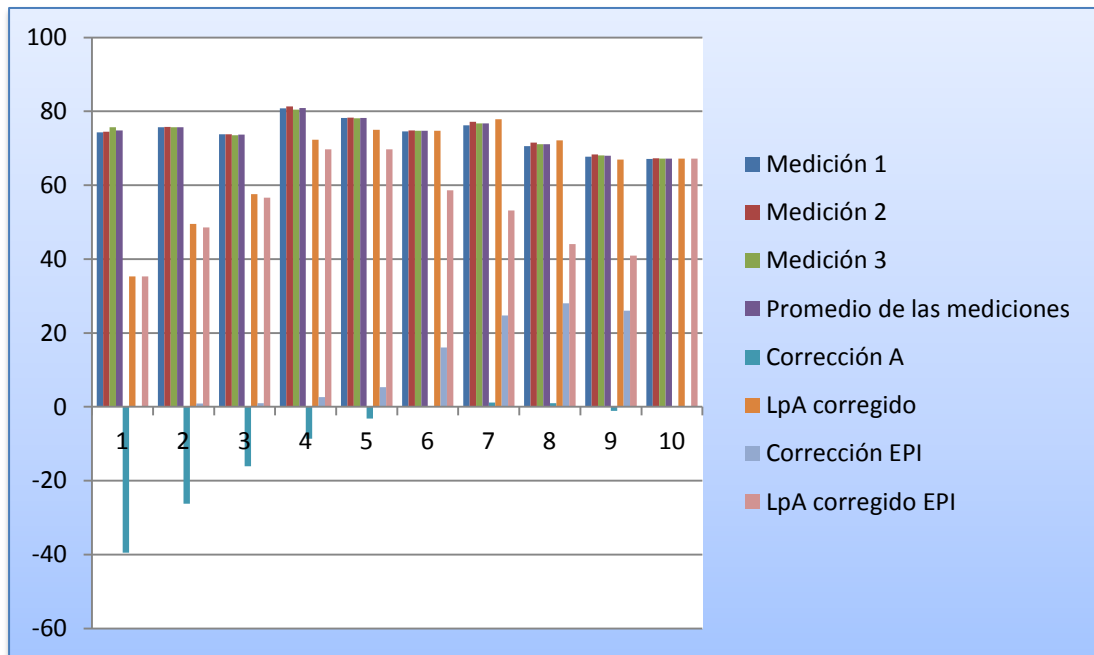
Tabla 33. EPI alerta, trilateral

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	74,3	75,7	73,8	80,8	78,2	74,6	76,2	70,6	67,7	67,1	79,6
Medición 2	74,5	75,8	73,8	81,3	78,3	74,8	77,2	71,5	68,3	67,3	81,8
Medición 3	75,7	75,7	73,5	80,5	78,1	74,7	76,7	71,1	68,1	67,2	81,5
Promedio de las mediciones	74,8	75,7	73,7	80,9	78,2	74,7	76,7	71,1	68	67,2	81,5
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	35,3	49,5	57,6	72,3	75	74,7	77,9	72,1	66,9	67,2	78
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	35,3	48,6	56,6	69,7	69,7	58,6	53,2	44,1	40,9	67,2	74,1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 42 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 42. EPI alerta, trilateral



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34 vemos como protege el equipo de protección al trabajador en el puesto de trabajo Salida del producto con 49,9 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

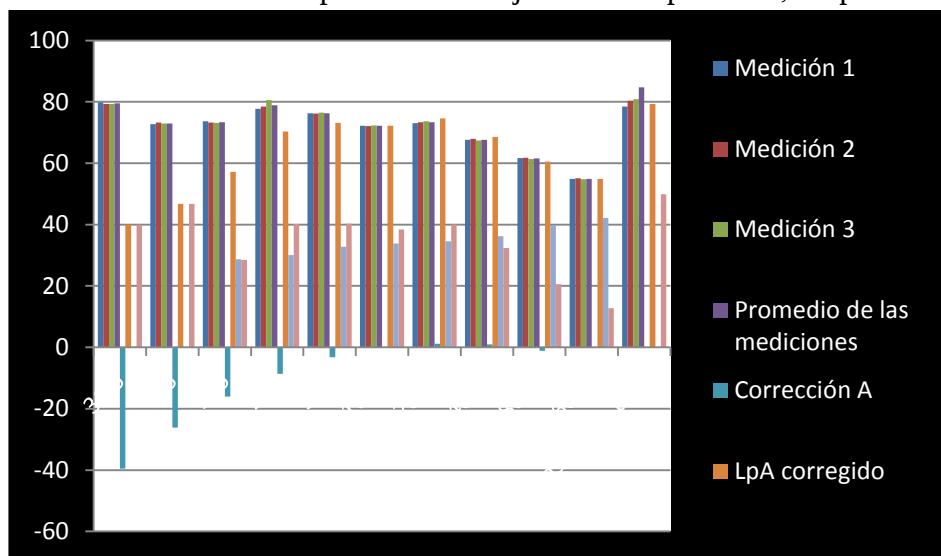
Tabla 34. Salida del producto, despacho

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
	79,8	72,7	73,7	77,7	76,3	72,2	73	67,6	61,7	54,9	78,5
	79,3	73,2	73,2	78,5	76,2	72,1	73,4	67,9	61,8	55,1	80,3
	79,3	72,9	73,1	80,5	76,5	72,3	73,7	67,4	61,4	54,8	80,9
Promedio de las mediciones	79,5	72,9	73,3	78,9	76,3	72,2	73,4	67,6	61,6	54,9	84,7
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		
LpA corregido	40,0	46,7	57,2	70,3	73,1	72,2	74,6	68,6	60,5	54,9	79,3
Corrección EPI			28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	39,9	42,2	
LpA corregido EPI	40,0	46,7	28,5	40,2	40,3	38,4	40,1	32,4	20,6	12,7	49,9

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 43 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

Figura 43. EPI auditivo del puesto de trabajo salida de producto, despacho



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 se calcula el modelo de alerta del Equipo de protección auditivo con las mediciones en el puesto de trabajo salida del producto, despacho, el valor obtenido es de 71,2 dBA en el área de encolado de una empresa gráfica.

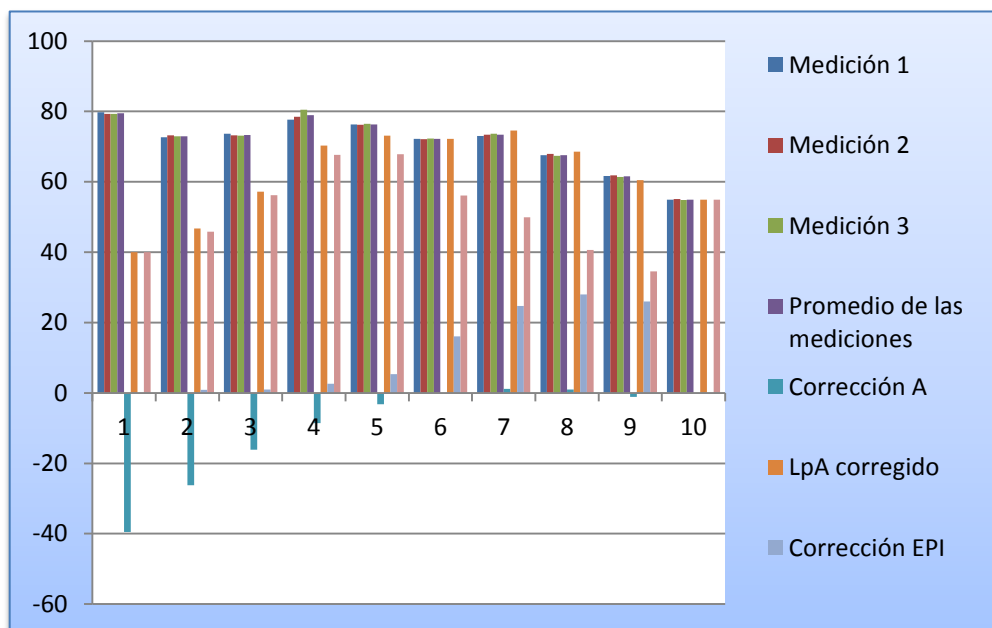
Tabla 35. EPI alerta, salida del producto, despacho

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Resultado dBA
Medición 1	79,8	72,7	73,7	77,7	76,3	72,2	73	67,6	61,7	54,9	78,5
Medición 2	79,3	73,2	73,2	78,5	76,2	72,1	73,4	67,9	61,8	55,1	80,3
Medición 3	79,3	72,9	73,1	80,5	76,5	72,3	73,7	67,4	61,4	54,8	80,9
Promedio de las mediciones	79,5	72,9	73,3	78,9	76,3	72,2	73,4	67,6	61,6	54,9	84,7
Corrección A	-39,5	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
LpA corregido	40	46,7	57,2	70,3	73,1	72,2	74,6	68,6	60,5	54,9	79,3
Corrección EPI		0,9	1	2,6	5,3	16,1	24,7	28	26		
LpA corregido EPI	40	45,8	56,2	67,7	67,8	56,1	49,9	40,6	34,5	54,9	71,2

Fuente: Elaboración propia

A continuación se coloca la figura 44 donde se indica los niveles de corrección con el equipo de protección marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14.

Figura 44. EPI alerta, salida del producto, despacho



Fuente: Elaboración propia

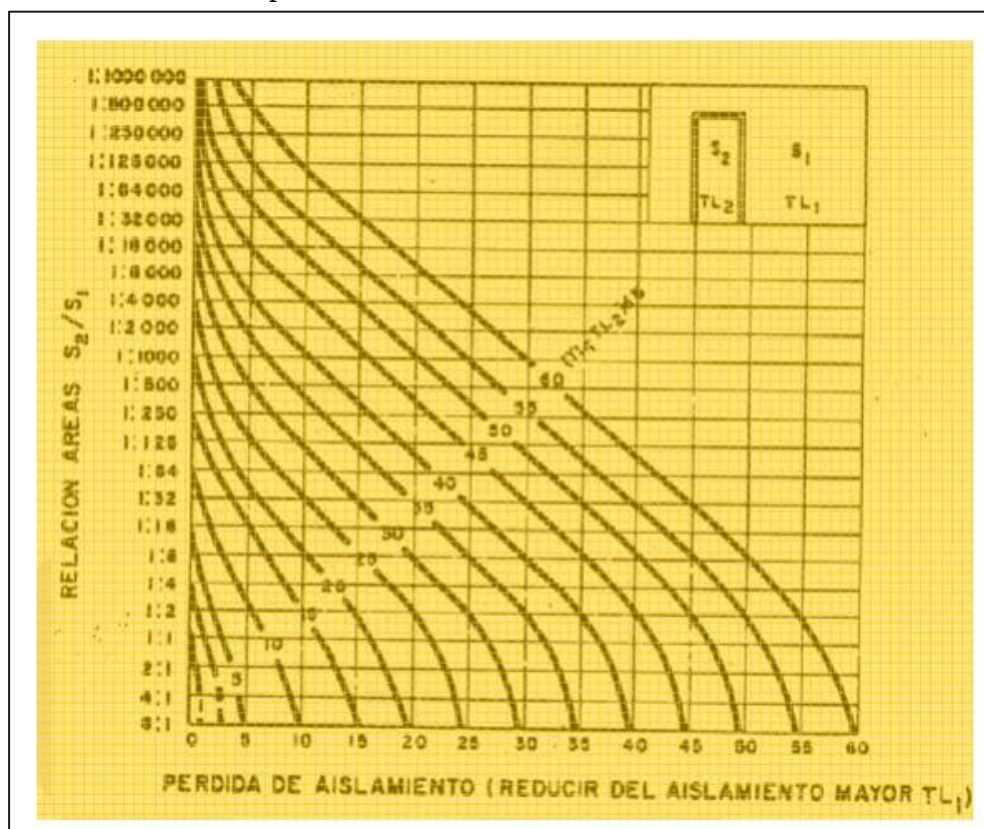
3.3.2 Atenuación de compresor

Para realizar una medida de control, es necesario encontrar los puntos de ruido del área o de la máquina. En este caso como la encoladora es una máquina a velocidad, esta posee varios compresores, algunos se encuentran dentro de la máquina que por su diseño no es factible realizar un sistema que permita disminuir los nivel de presión sonora, pero también existen compresores afuera de la máquina libres sin protección a una distancia de 3 metros del puesto de trabajo. Las medidas del compresor son de 0,80 cm de largo; 0,40 cm de ancho; y, 0,80 cm de alto.

Por tal motivo el diseño de una cabina para confinar al compresor externo es factible, el cual permitirá disminuir el nivel de presión sonora del área de encolado. Este confinamiento permitirá confinar a otros compresores que se encuentran libres en toda la Empresa Gráfica.

En la figura 45 curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión resultante al considerar dos superficies de materiales nos indicarán cual es la atenuación de corrección de los materiales tol y lana de vidrio, los cuales nos ayudarán para la elaboración de la cabina para el confinamiento del compresor.

Figura 45. Curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión resultante al considerar dos superficies de materiales distintos



Fuente: Salgado, 2014

A continuación en la tabla 36 se coloca el dato del tol para saber el área total de nuestra estructura, este será S_1 (Superficie 1).

Tabla 36. Tol

CALCULO DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN DE UNA CABINA DE TOL		
MATERIAL	ÁREAS	SUPERFICIE
PAREDES	4,4 X 2,2	9,68
TECHO	1 X 1,2	1,2
PUERTA	1X1,2	1,2
ESPACIO PARA CIRCULACIÓN DE AIRE	0,20 X 0,15	0,03
TOTAL		12,11

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la tabla 37 se coloca el dato de la lana de vidrio para saber el área total de nuestra estructura, este será S_2 (Superficie 2).

Tabla 37. Lana de vidrio

CALCULO DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN DE LANA DE VIDRIO		
MATERIAL	ÁREA	SUPERFICIE
PAREDES	2.8 X2,2	6,16
TECHO	1X0,6	0,6
PUERTA	1X0,6	0,6
TOTAL		7,36

Fuente: Elaboración propia

Estos datos nos ayudan a saber la relación del área S_2/S_1 con la pérdida de aislamiento, en donde se encuentra en la figura 45.

A continuación el resultado se coloca en la figura 45 para conocer los valores de la pérdida por transmisión de los materiales mencionados.

$$\text{Pérdida por transmisión} = \frac{S_2}{S_1} \quad [\text{Ec. 13}]$$

$$\text{Pérdida por transmisión} = \frac{1}{1,97}$$

A continuación, en la tabla 38 los datos que nos permiten conocer la atenuación de la pérdida por transmisión utilizando estos materiales.

Tabla 38: Cálculo para la atenuación de la pérdida por transmisión de tol y lana de vidrio.

Frecuencia (Hz)	TL1	TL2	TL1 - TL2	AT
31,5	0	0	0	0
63	9	0	9	6
125	14	0,15	14	9
250	21	0,25	21	14
500	27	0,4	27	18
1000	32	0,5	32	20
2000	37	0,65	36	23
4000	43	0,7	42	25
8000	42	0	42	25
16000	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 colocamos la medición en bandas de octavas del diseño con la reducción de la cabina para el compresor por medio de la pérdida de transmisión y ayudado de la figura 46 quien nos indica las curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión, en donde nos da como resultado 55,79 dBA y se encuentra en los rangos mínimos de confort acústico para una empresa gráfica.

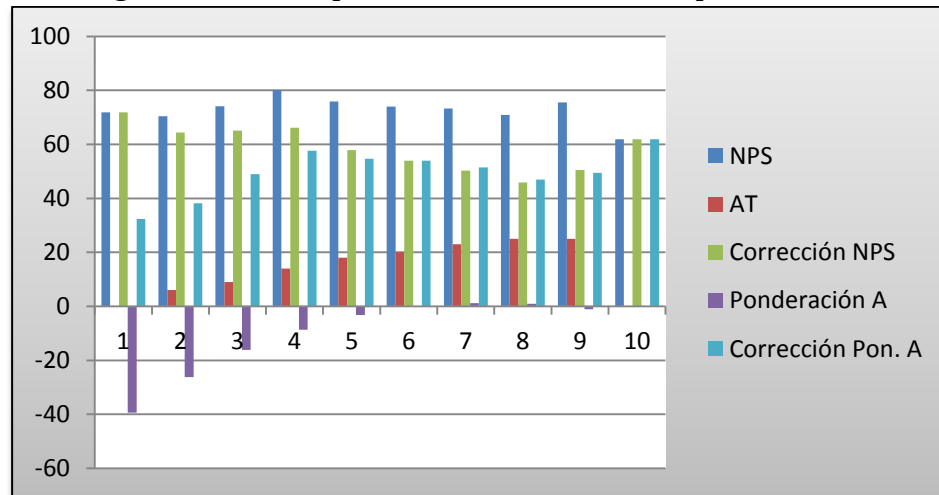
Tabla 39. Medición de la cabina

Banda de octava	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
NPS	71,8	70,4	74,1	80,2	75,9	74,0	73,3	70,9	75,5	61,9
AT	0	6	9	14	18	20	23	25	25	0
Corrección NPS	71,8	64,4	65,1	66,2	57,9	54,0	50,3	45,9	50,5	61,9
Ponderación A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	0
Corrección Pon. A	32,4	38,2	49,0	57,6	54,7	54,0	51,5	46,9	49,4	61,9
Total	55,79									

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 46 se encuentra el diseño de una cabina para el encofinamiento del compresor y que el nivel de presión sonora sea de 55,79 dBA en el área de encoladora de una Empresa Gráfica.

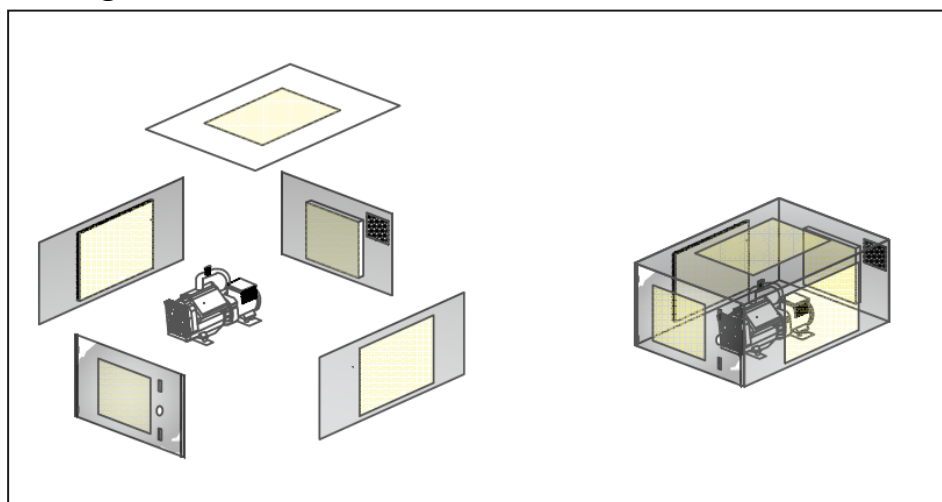
Figura 46. Diseño para encofinamiento de compresor



Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 47 se observa el diseño de la cabina que estará confinando al compresor y por ende reducirá el nivel de presión sonora a lo ya mencionada anteriormente, el cual dará solución para la eliminación de equipos de protección individual acusticos.

Figura 47. Diseño de modelo de cabina de isonirización



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. La identificación de evaluación de riesgos se realiza mediante la matriz de la INHST en el cuál la estimación del riesgo de ruido es importante, y por tal motivo se efectuó a realizar la medición para conocer el nivel de presión sonora del área de encolado.

1. El nivel de presión sonora del área de encolado de una Empresa Gráfica se encuentra con la medición del sonómetro en filtro A entre 78,8 – 84,7 dBA.

2. La corrección en ponderación A en bandas de octava de la medición es de 75,9 – 81,5 dBA.

3. El equipo de protección auditivo que se utiliza en la Empresa Gráfica está sobreprotegiendo al trabajador entre 47,7 – 52,2 dBA. La norma indica que los valores de seguridad se encuentran en un rango de 60 – 70 dBA, según la norma de la INHST NTP 503, que son los rangos conversacionales.

4. En el área de encolado el trabajador no se encuentra sobreexposto a niveles de presión sonora, pero si tiene un discomfort acústico en donde la INSHT NTP 503 en talleres nos dice que el límite de confort acústico es de 60-70 dBA.

5. En la siguiente tabla se observa los diferentes niveles de presión sonora de cada puesto de trabajo del área de encolado y las correcciones del equipo de protección individual, el que está usando la empresa marca 3M Tapones Auditivos con Cordón 1270 y 1271.

.

TABLA DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES, NIVEL EQUIVALENTE PONDERACIÓN A LAeq,t							
Puesto de trabajo de la Encoladora	Resultados LAeq,t	Nivel de corrección ponderación A	Nivel de atenuación del EPI utilizado	LAeq,t sonómetro	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin
Alsado de papel	81,5	75,9	47,7	75,8	93.9	98.5	81.6
Pasada de producto	82,6	76,9	50,1	76,9	88.7	93.0	76.1
Entrada de fresado	84,4	81,5	50,3	81,3	92.0	96.3	79.9
Colocación de portadas	81,2	77,3	48,1	77,5	98.7	101.7	83.2
Control de calidad	79,8	77,5	50,7	81,6	94.9	99.2	83.8
Trilateral	81,5	78,0	52,2	81,8	104.9	109.3	83.2
Salida del producto, empacado	84,7	79,3	49,9	79,0	111.0	115.5	89.7
Compresores	80,4	-----	-----	80,9	90.9	95.2	78.1

4.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar un mantenimiento preventivo y predictivo periódicamente para dar seguimiento a la máquina y evitar daños a futuro de la máquina.
2. Diseñar una cabina con tol y lana de vidrio para confinar cada compresor, de tal manera disminuir los niveles sonoros de cada equipo, de tal manera eliminar el uso de orejeras y tapones.
3. Capacitar e informar al trabajador del riesgo que se tiene en la empresa, esto quiere decir, que todo trabajador debe conocer lo mínimo sobre la exposición a ruido.
4. Verificar cual es la atenuación en bandas de octavas para las frecuencias conversacionales si son afectadas, esto quiere decir las frecuencias que van de 500 Hz a 3000 Hz. De tal motivo se recomienda el uso de EPI auditivos que atenué entre 60 – 70 dBA.

5. Utilizar Equipos de Protección Individual (EPI) verificando la homologación de cada uno de los equipos en su etiqueta y en donde los valores de atenuación del equipo sean de 14 dBA o de alerta verde, caso contrario pedir al fabricante que le proporcione dicho dato.

6. Utilizar el equipo de protección individual marca 3M E-A-R™ UltraFit™ 14 el cual atenúa entre 68 – 74 decibelios el cual cumple con la norma. A continuación en la siguiente tabla de resultados se observa los diferentes niveles de presión sonora de cada puesto de trabajo del área de encolado y los datos que se obtuviesen diseñando una cabina con las características de los materiales utilizados.

TABLA DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES, NIVEL EQUIVALENTE PONDERACIÓN A LAeq,t								
Puesto de trabajo de la Encoladora	Resultados LAeq,t	Nivel de corrección ponderación A	Nivel de atenuación del EPI recomendado	Nivel de atenuación de la cabina	LAeq,t sonómetro	Nivel Pico A Lapeak	Nivel Máximo A Lamax	Nivel Mínimo A LAmin
Alsado de papel	81,5	75,9	68,6	---	75,8	93.9	98.5	81.6
Pasada de producto	82,6	76,9	69,0	---	76,9	88.7	93.0	76.1
Entrada de fresado	84,4	81,5	72,1	---	81,3	92.0	96.3	79.9
Colocación de portadas	81,2	77,3	67,9	---	77,5	98.7	101.7	83.2
Control de calidad	79,8	77,5	70,0	---	81,6	94.9	99.2	83.8
Trilateral	81,5	78,0	74,1	---	81,8	104.9	109.3	83.2
Salida del producto, empacado	84,7	79,3	71,2	---	79,0	111.0	115.5	89.7
Compresores	80,4	-----	-----	55,37	80,9	90.9	95.2	78.1

BIBLIOGRAFIA:

1. Bascuñan M., Barrio M., González M., Gómez R., López J., Parrilla C., Vega R., Rodríguez, 2006, Hipoacusia laboral. Recuperado de:
<http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/06/Hipoacusia-laboral.pdf>
(Mayo, 2015).
2. Bernal, F.; Castejón, E.; Cavallé, N.; Hernandez, A.; INSHT, 2006. *Higiene industrial*. (3ra. ed). Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
3. CIRRUS, 2013. Recuperado de:
http://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/datasheets/cr16x_august_2013_es_r5.pdf (Mayo, 2015).
4. CLINICA DAM, 2014. *Hipoacusia*. Recuperado de:
<https://www.clinicadam.com/salud/5/003044.html> (Mayo, 2015).
5. DECRETO EJECUTIVO 2393, 17/nov/1986. *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*, Registro Oficial 565.
6. ES-EU OSHA -AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO, *El ruido en el trabajo, ¿qué problemas puede ocasionar?* Recuperado de: https://osha.europa.eu/es/topics/noise/problems_noise_cause_html (Mayo, 2015).
7. Estellés R., 2005-10, *Aislación acústica*. Recuperado de:
<http://www.farq.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp->

content/blogs.dir/27/files/2012/02/07-AISLACION-ACUSTICA.pdf (Mayo, 2015)

8. Falagán M. (2005). *Higiene Industrial Aplicada “Ampliada”*. (1ra. ed). España. Fundación Luis Fernández Velasco.
9. Falagán M., Canga A., Ferrer P., Fernández J. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. (1ra. ed). Oviedo – España. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
10. Fiora P., 1999, La prevención del ruido en la empresa. Recuperado de:
https://books.google.com.ec/books?id=ucl-0cx9b58C&pg=PA190&lpg=PA190&dq=Medidas+de+control+en+la+fuelle,+via+de+transmisi%C3%B3n,+receptor&source=bl&ots=-k5pa3_qDB&sig=PBjhyi3944I-ZbhHfnEFDDs0a_c&hl=es-419&sa=X&ei=rvhbVcn2BYbgsATPiIGACw&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false (Mayo, 2015).
11. Floría P. y Gonzáles D., 2014, *Casos prácticos de prevención de riesgos laborales*, (3ra. ed), Madrid-España, Fundación CONFEMETAL.
12. Gil, F., 2005. *Tratado de medicina del trabajo*. (1ra. ed). Barcelona (España). MASSON, S.A.
13. Gómez G. (2008). *Manual para la formación en Prevención de Riesgos Laborales*. (5ta. ed). Madrid. Wolters Kluwer España, S.A.

14. Gomez O., 2006. *Audiología básica*. Recuperado de:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/3532/1/Audiolog%C3%ADaB%C3%A1sica-OGG.pdf>
(Mayo, 2015).
15. Henao F. (2007). *Riesgos Físicos I, Ruido, Vibraciones y Presiones Anormales*. (1ra. ed). Bogotá - Colombia. Ecoe Ediciones.
16. INSHT, 1994, *Aspectos ergonómicos del ruido: Evaluación*. Recuperado de:
<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf> (Mayo, 2015).
17. INSHT, 1997, *Evaluación de riesgos laborales*. Recuperado de:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf (Mayo, 2015).
18. INSHT, 1998. Recuperado de:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_503.pdf (Mayo, 2015).
19. INSHT, 2006. Recuperado de:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf (Mayo, 2015).
20. INSHT. 1991. *Norma Técnica Práctica 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos*. Recuperado de:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_503.pdf

os/201a300/ntp_270.pdf (Mayo, 2015).

21. Miraya F., 2013. *Niveles Sonoros*. Recuperado de:
<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm> (Mayo, 2015).
22. Salgado, F. (2012). Material del Curso de Higiene Industrial. Universidad Internacional SEK
23. Salinas J., 2013, *Procesos constructivos nivel III. Acústica arquitectónica*. Recuperado de: <http://www.procesosfau.com.ar/wp-content/uploads/2013/09/Acustica-Arquitectura.pdf> (Mayo, 2015).
24. UGR Universidad de Granada, 2015. *Medición de ruido*. Recuperado de:
http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf (Mayo, 2015).
25. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID, 2013. *Exposición laboral al ruido*. Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2013-02-19-12-%20ME.TRI.018%20exposici%C3%B3n%20al%20ruido.pdf> (Mayo, 2015)

ANEXOS

ANEXO 2. Áreas de trabajo de la Empresa Gráfica



Área rotativa



Área terminados



Área encolado



Área prensas

ANEXO 3. Equipo de medición (Sonómetro CIRRUS)

BÁSICO
OCUPACIONAL
MEDIOAMBIENTAL
AVANZADO
ESPECIAL



AuditStore™
Verificación de datos de medición

VoiceTag™
Grabación de notas de audio

optimus red

Sonómetros para mediciones acústicas en el área de trabajo y del ruido ocupacional



Los sonómetros **optimus red** cuentan con lo último en tecnología digital y diseño industrial para ofrecerte un instrumento idóneo para mediciones acústicas en el ámbito ocupacional y de la higiene industrial.

Aplicaciones

- Evaluaciones de ruido en el ámbito ocupacional y de higiene industrial
- Estudios de ruido en el trabajo y cálculos de exposición al ruido
- Selección de protección auditiva usando el método HML o de bandas de octava
- Test de ruido de maquinaria
- Asesoramiento sobre ordenanzas de ruido y ruido en la comunidad
- Mediciones acústicas generales

Características principales

- Fácil manejo y diseño ergonómico
- Medición simultánea de todos los parámetros de ruido del lugar de trabajo con dos medidores "virtuales" adicionales
- Grabación de notas de voz VoiceTag™
- Verificación de la medición AuditStore™
- Última tecnología digital con pantalla OLED en color, de alta resolución y teclado retroiluminado
- Mide hasta 140 dB (A) y 143 dB (C) Peak con rango de medición único
- Filtros de banda de octava 1/1 en tiempo real*
- Valores y curvas NR y NC en pantalla*
- Funciones pausa y atrás-borrar de serie
- Memoria de 4GB con opción de ampliar a 32GB
- Pila de larga duración
- Mide Hasta 170dB con el sistema de micrófono opcional MW-200EH

Para el ruido ocupacional y la higiene industrial es esencial que una medición de la exposición de los empleados sea rápida y fiable.

Los sonómetros **optimus red** son el instrumento ideal para dichas aplicaciones. Cuentan con una pantalla OLED de alta resolución en color, un amplio rango de medición de 120 dB (hasta 140 dB(A) y 143dB(C) Peak) y medición simultánea de todos los parámetros disponibles.

No debe configurarse ni ajustarse. Simplemente enciende, calibra y pulsa inicio. Así de simple.

Grabación de notas de voz (VoiceTag)

Antes de realizar cada medición puede grabar una nota de voz simplemente hablando hacia el micrófono.

Puede grabar notas sobre la localización de la medición, describir qué se está midiendo o simplemente guardar información que pueda ser útil más adelante.

El instrumento ideal para cualquier aplicación

Cuenta con dos medidores "virtuales" adicionales que funcionan a la vez, y así usted cumple con cualquier regulación, directriz o estándar.

Tanto si necesita cumplir con las normativas UK y EU, medir según OSHA HC y PEL, MSHA, ACGIH o cualquier otra regulación, un **optimus red** es el instrumento ideal.

Fácil manejo con tecnología avanzada

Los sonómetros **optimus** se han diseñado para ofrecer un manejo fácil como característica principal, lo que permita continuar con la medición y controlar el ruido.

Los instrumentos poseen la última tecnología digital y se han usado técnicas de diseño industrial para hacer que todo sea lo más claro y sencillo posible.

La pantalla OLED a color de alta resolución que pueda verse en todas las condiciones y el teclado se iluminará automáticamente en ambientes oscuros.

La carcasa es robusta y está recubierta de un acabado táctil que pueda usarse

incluso si lleva guantes.

Los resultados de la medición se muestran en un formato claro y sencillo junto con una tabla de ruido en tiempo real para que pueda ver cómo varía el ruido con el tiempo.

Todas las funciones del instrumento se miden simultáneamente y con un amplio rango de medición de 120 dB no necesita preocuparse por escoger el correcto. Un **optimus** puede medir hasta 140 dB(A) y 143 dB(C) Peak en este rango único.

Simplemente encienda, calibre y ya está listo para empezar.

La solución ideal para el ruido ocupacional

Los sonómetros **optimus red** son los instrumentos ideales para las mediciones del ruido ocupacional y la higiene industrial, así como para estudios acústicos básicos y le proporcionarán toda la información que necesita, directa a sus manos.

Regulaciones UK y EU de ruido en el ámbito laboral

Si su trabajo se basa en el control de ruido local según las regulaciones laborales o la Directiva europea de agentes físicos (ruido) de agentes físicos europeos, la pantalla Leq le proporcionará la información que necesita.

Los valores LAeq y LCPeak se miden al mismo tiempo, lo que permite determinar el LEX,d (LEX 8h) y los niveles de acción peak.

El valor LCeq-LAeq (C-A) también se mide y puede usarse para seleccionar la protección personal adecuada (EPP) usando el método HML. También se mide LAE junto con LCPeak para regulaciones que los usan en lugar de LCPeak.

OSHA, MSHA y otras regulaciones

Si necesita cumplir con normativas tales como OSHA HC y NC, MSHA HC o ACGIH, pueden configurarse rápidamente los dos instrumentos de medición de ruido "virtuales" en la pantalla Dosis para facilitar esta información.

Los Ajustes Rápidos dan acceso a un número de funciones preestablecidas incluyendo OSHA HC y NC, OSHA HC y ACGIH y MSHA HC y EC.

Con los ajustes personalizables podremos seleccionar alguna otra configuración que se necesita.

Una vez haya elegido el ajuste adecuado se guardará para que cada vez que use el instrumento tenga la información que necesita. Para los dos sonómetros "virtuales" se mostrará el LAeq, TWA, 90Dosis y % de Dosis Estimada.

Filtros de banda de octava para control de ruido y selección de protección auditiva

Los instrumentos C y D también incluyen filtros de banda de octava que medirán el sonido en 10 bandas de frecuencia diferentes.

La medición de banda de octava se realiza a la vez que el resto de mediciones y proporciona el nivel general en cada banda junto con un historial de las bandas incluidas en todo el periodo de medición.

Valores y curvas NR y NC en pantalla

Las variantes D cuentan con valores y curvas NR y NC, un complemento para las mediciones con banda de octava 1/1.

Esta información puede ser muy útil para comprobar el rendimiento de sistemas HVAC y los niveles de ruido en salas.



Mediciones básicas de nivel acústico

Los instrumentos **optimus red** también pueden usarse para mediciones acústicas básicas donde se necesita averiguar el nivel acústico, como los cumplimiento de ordenanzas de la comunidad y ruido y test de incendios y alarmas de emergencia.

Software NoiseTools

El paquete de software NoiseTools le ofrece una manera rápida y simple de descargar, analizar y crear un informe con los datos de la medición.

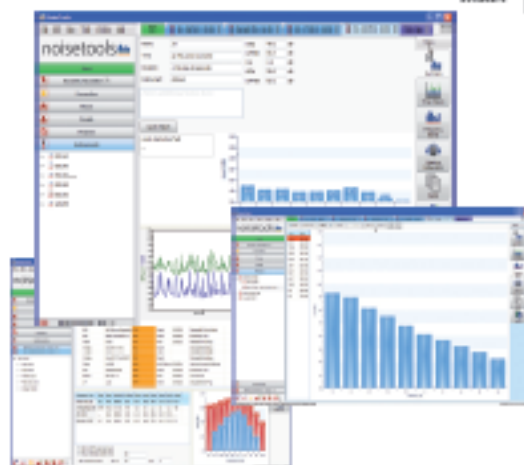
La pantalla inicial de resumen muestra la información más usada y, a través de simples iconos tendrá acceso a los datos medidos detallados. Se puede imprimir la pantalla de resumen para obtener así un informe de medición rápido.

Para usuarios avanzados, todas y cada una de las funciones medidas por el instrumento están disponibles para su revisión y análisis y los datos pueden exportarse para usarse más adelante.

Las grabaciones de las notas de voz VoiceTag pueden reproducirse para tener una referencia y se guardan automáticamente con los datos de medición.

Si los datos de banda de octava están disponibles, esta información puede usarse con el programa para calcular el nivel de protección de una gama de protección auditiva y tapones.

Para ayudarle a organizar sus datos de medición acústica y que pueda encontrarlos fácilmente, NoiseTools permite asignar cada medición a personas, lugares y proyectos.



Podrá ordenar sus mediciones por perímetros, personas, lugares o proyectos y también crear informes de medición rápida y fácilmenta.

Verificación de datos AuditStore

AuditStore es una tecnología nueva que permite asegurar al usuario que sus datos de medición son válidos y fiables.

AuditStore permite contrastar las mediciones que se han descargado al NoiseTools con la memoria de seguridad que tiene el instrumento.

Cada vez que se realiza una medición con un optimus se graban todos los datos en una memoria de seguridad separada independiente de la tarjeta de memoria principal.

Estos datos contienen información esencial sobre la medición, como por ejemplo la fecha, hora y duración, los valores LAeq, Peak (C) y LAfmax, LA10 y LA90 (si están disponibles) y la indicación de sobrecarga.

Gama de instrumentos y Kits de medición

Los sonómetros **optimus red** constan de las variantes A, B, C y D, y dentro de cada una pueden clasificarse como Clase 1 o Clase 2.

Todos los instrumentos pueden medir funciones de nivel de sonido además de Lmax y Lmin con toda la frecuencia y ponderación de tiempo.

Las versiones A miden los niveles de ruido integrados como los LAeq y LAE, C-A, Presión sonora Peak y los sonómetros virtuales lo hacen con DSHA/MSHA/ACGIH.

Las versiones B ofrecen las mismas funciones mencionadas arriba pero añadiendo la función de Registro de Datos (Data Logging) con lo que las mediciones pueden descargarse al software NoiseTools.

La grabación de notas de voz VoiceTag está disponible en las versiones B. Las versiones C añaden Filtros de banda de octava en tiempo real a las funciones de las versiones B que pueden usarse para seleccionar protección auditiva.

Además de los datos de medición acústica también se almacenará información sobre la última calibración.



Los datos de AuditStore pueden descargarse desde el instrumento cuando se necesiten y así las mediciones puedan cotejarse con el AuditStore.

El software NoiseTools comprobará que la información de medición guardada en la base de datos y que se muestra en pantalla coincide con los valores de la memoria de seguridad del AuditStore.

NoiseTools mostrará símbolos de verificación si la información coincide, una característica exclusiva que será muy útil en procedimientos legales.

Las variantes D añaden valores y curvas NR y NC que se muestran directamente en pantalla.

En la página siguiente detallamos las especificaciones y tabla de características.



ANEXO 4. Certificado de calibración

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR-162C
Description Sound Level Meter
Serial Number G068731

Calibration Procedure

The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.
Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards [A.0.6]. The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibrated by

Calibration Date

18 September 2014

Calibration Certificate Number

221878

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hummerby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

Certificate of Calibration



Certificate Number: **100164**
Date of Issue: **18 September 2014**

Instrument

Manufacturer: **Cirrus Research plc** Type: **Acoustic Calibrator**
Model Number: **CR:514** Serial Number: **72274**

Calibration Procedure

The sound calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual and in the half-inch configuration. The procedures and techniques used are as described in IEC 60942:2003 Annex B – Periodic Tests and three determinations of the sound pressure level, frequency and total distortion were made.

The sound pressure level was measured using a WS2F condenser microphone type MK:224 manufactured by Cirrus Research plc.

The results have been corrected to the reference pressure of 101.33 kPa using the manufacturer's data.

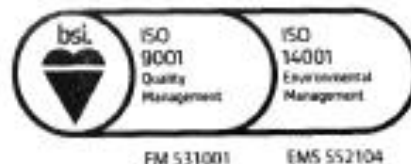
Date of Calibration: **27 August 2014**

Calibration Results

Measurement	Level (dB)	Frequency (Hz)	Distortion (% THD + Noise)
1	93.99	1000.0	0.44
2	94.01	1000.0	0.47
3	94.02	1000.0	0.32
Average	94.01	1000.0	0.41
Uncertainty	± 0.13	± 0.1	± 0.10

The reported uncertainties of measurement are expanded by a coverage factor of $k=2$, providing a 95% confidence level.

Cirrus Research plc, Acoustic Division, Building 100/101
Hummingby, North Yorkshire, YO26 9PL, UK. Tel: 01454 611111
Telephone: 0845 210 2434 Fax: 01454 611111
Email: sales@cirrusresearch.co.uk
Web: www.cirrusresearch.co.uk
UK Registration No: 987160



ANEXO 5. Equipo de protección, alerta verde

Hoya

Datos Técnicos



3M E-A-R™ UltraFit™ 14 y UltraFit™ 20 Tapones Auditivos

Descripción del Producto

Los Tapones Auditivos 3M E-A-R™ UltraFit™ 14 y 20 premoldeados y reutilizables están diseñados para minimizar la exposición a niveles de ruido molestos o dañinos bajos o moderados mediante su inserción en el oído minimizando el aislamiento del usuario. Estos productos están disponibles en versión con cordón para uso opcional.

Características Principales

- Diseño patentado en tres aletas
- Gracias a la tecnología patentada de filtro interior estos productos proporcionan atenuación baja o moderada, dependiendo de la referencia en cada caso.
- Fabricados con material suave y duradero.
- Una sola talla se ajusta a la mayoría de los usuarios.
- Compatible con sistema de validación E-A-RFit
- Fácil de limpiar
- Se suministran en versión caja Pillow Pack para guardar entre periodos de uso.

Aplicaciones

Los tapones auditivos E-A-R™ UltraFit™ 14 y 20 están especialmente diseñados para exposiciones a ruido bajo o moderado.

El tapón auditivo E-A-R™ UltraFit™ 14 para niveles de ruido bajos a la vez que permite un buen nivel de comunicación con el entorno. Gracias a este nivel de atenuación es la mejor elección para niveles de ruido por debajo de 85dB(A).

Los tapones auditivos E-A-R™ UltraFit™ 20 proporcionan una atenuación superior siendo por ello adecuados para ambientes con niveles de ruido moderados.

Estos productos han sido desarrollados para su uso en numerosas aplicaciones en el entorno tanto laboral como personal. Ejemplos de aplicaciones típicas incluyen:

- Agricultura
- Automoción
- Entorno de oficina con ambiente ruidoso
- Industria química y farmacéutica
- Ingeniería Ligera
- Industria de la madera

Normas & Certificaciones

Los Tapones Auditivos 3M E-A-R™ UltraFit™ 14 y 20 están ensayados y aprobados según la Norma Europea prEN352-2N. Este producto cumple con las exigencias esenciales de seguridad recogidas en el Anexo II de la Directiva europea 89/686/CEE, en España RD 1407/1992 y llevan por tanto marcado CE.

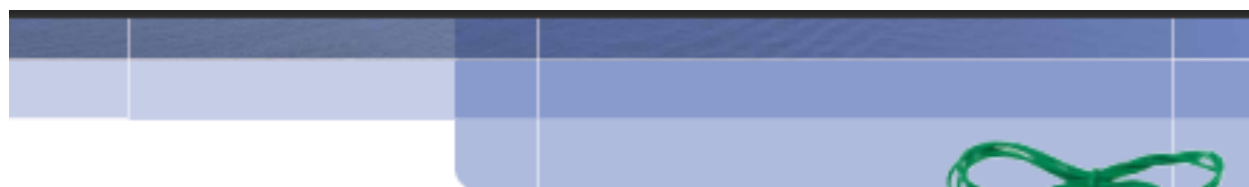
Estos productos han sido ensayados en su etapa de diseño y certificados por el Organismo Notificado INSPEC International Limited, 56 Leslie Hough Way, Salford, Greater Manchester M6 6AJ, UK (Organismo Notificado número 0194).

Materiales

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

Componentes	Materiales
Tapones Auditivos	Elastómero Termoplástico
Cordón	PVC reciclado





Valores de atenuación

E-A-R™ UltraFit™ 14

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
MI (dB)	3.9	2.9	4.3	8.3	18.3	25.9	31.4	29.9
sf (dB)	3.0	1.9	1.7	3.0	2.2	2.2	3.4	3.9
APVI (dB)	0.9	1.0	2.6	5.3	16.1	24.7	28.0	26.0

SNR = 14dB H = 22dB M = 10dB L = 5dB

E-A-R™ UltraFit™ 20

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
MI (dB)	7.2	9.0	11.9	17.5	23.9	28.9	32.1	35.8
sf (dB)	5.1	4.5	3.9	3.6	3.1	3.6	7.1	4.2
APVI (dB)	2.1	4.5	8.0	14.0	20.8	25.3	25.0	31.6

SNR = 20dB H = 25dB M = 17dB L = 10dB

Clave

APVI (dB) = MI - sf (dB)

MI = Atenuación media

sf = Desviación Estándar

APVI = Protección Conferida (diferencia entre la atenuación media y la estándar)

H = Atenuación a altas frecuencias (Nivel de reducción previsto para ruido $L_{p1} - L_{p0} = -2$ dB)

M = Atenuación a frecuencias medias (Nivel de reducción previsto para ruido $L_{p1} - L_{p0} = +2$ dB)

L = Atenuación a bajas frecuencias (Nivel de reducción previsto para ruido $L_{p1} - L_{p0} = +10$ dB)

SNR = Atenuación Global del protector (Nivel de protección ofrecido por el protector considerando todas las bandas de frecuencia entre 63 Hz y 8000 Hz).

E-A-R™ y UltraFit™ son trademark de 3M Company.

Nota Importante

3M no garantiza la idoneidad de sus productos para usos concretos. A partir de la información facilitada el cliente deberá valorar si el producto de 3M satisface su necesidad específica. Salvo en los casos en los que la normativa en vigor establezca lo contrario, 3M no asume ninguna responsabilidad por daños o pérdidas que de forma directa o indirecta se hubieran producido con ocasión de la utilización de sus productos o de la información técnica facilitada.

3M España, SA

Productos Protección Personal y del Medio Ambiente
c/ Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25
Madrid 28027
España
Tel: + 91 321 6281
Web: www.3m.com/es/seguridad

Por favor, recicla esta página.
© 3M 2010. Todos los derechos reservados.

3M

Versión 011 Agosto 2010