

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



INSTITUTO DE POSGRADO



Instituto de
Postgrado

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

TEMA:

**“CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE LA PLANTA TEXTIL-UTN
APLICANDO LA NORMA NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 Y SU
INFLUENCIA EN LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS”**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Higiene y Salud
Ocupacional**

AUTOR:

Ing. Fausto Edmundo Gualoto Mafla

DIRECTOR:

MSc. Pablo Marcelo Puente Carrera

ASESORA:

PhD. Janeth Fernanda Jiménez Rey

IBARRA - ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020

FACULTAD DE POSGRADO

Ibarra, 22 de febrero del 2023

Dra. Lucía Yépez
DECANA FACULTAD DE POSGRADO UTN

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado **“CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE LA PLANTA TEXTIL-UTN APLICANDO LA NORMA NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 Y SU INFLUENCIA EN LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS”** del maestrante **Fausto Edmundo Gualoto Mafla**, de la Maestría de **HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Tutor	MSc. Pablo Marcelo Puente Carrera	 PABLO MARCELO PUENTE CARRERA
Asesora	PhD. Janeth Fernanda Jiménez Rey	 JANETH FERNANDA JIMENEZ REY

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo está dedicado a:

Con mucho cariño a mi esposa Diana quien, con paciencia, comprensión y confianza, me han permitido cumplir un sueño más en mi vida profesional.

A mis hijos, que son el más grande tesoro de mi vida, Melanie, Yasir y Aurorita, por su cariño, comprensión, apoyo incondicional cuando más los necesité, por entender que, durante el desarrollo de este trabajo, fue necesario sacrificar situaciones y momentos a su lado para así poder completar exitosamente mi trabajo investigativo.

Finalmente, a toda mi querida familia, porque con sus oraciones y el apoyo moral me dieron fuerzas para seguir adelante, por apoyarme y extenderme la mano en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo es fruto del esfuerzo, entrega y compromiso en cada momento transcurrido para conseguirlo. Quiero dedicar este trabajo investigativo, con profundo cariño primeramente a Dios y a toda mi familia.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que forman parte de la Carrera de Textiles de la UTN, en especial al MSc. Marco Naranjo, por todo ese apoyo incondicional, por confiar en mí y permitirme realizar todo el proceso investigativo.

De igual manera, mis agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Postgrado y a todos mis profesores de la maestría quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día en mi formación profesional.

Un agradecimiento especial a mis compañeros Ings. Héctor Guerrón, José Imacaña y Omar Godoy, por todo ese apoyo técnico, aportado con un granito de arena para la culminación de la parte práctica de mi trabajo investigativo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al MSc. Marcelo Puente, Tutor y principal colaborador durante todo este proceso, por su dirección, conocimiento, enseñanza y todo su tiempo, permitió el desarrollo de este trabajo de grado, como también agradecer a la PhD. Janeth Jiménez Rey asesora, quien fue un aporte fundamental en la consecución dicho de objetivo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



Instituto de
Postgrado

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte, con la finalidad que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1001921178		
PELLIDOS Y NOMBRES:	Gualoto Mafla Fausto Edmundo		
DIRECCIÓN:	Leopoldo Chávez 205 y Av. Carchi		
EMAIL:	fegualoto@uten.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 643843	TELÉFONO MÓVIL	996149206

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE LA PLANTA TEXTIL-UTN APLICANDO LA NORMA NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 Y SU INFLUENCIA EN LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS”
AUTOR:	Gualoto Mafla Fausto Edmundo
FECHA:	2 de marzo del 2023
PROGRAMA:	POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Higiene y Salud ocupacional
DIRECTOR:	MSc. Puente Carrera Pablo Marcelo

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de abril del año 2023

EL AUTOR

Firma

Nombre: Gualoto Mafla Fausto Edmundo

CI: 1001921178

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
CAPÍTULO I.....	16
1. EL PROBLEMA.....	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Antecedentes.....	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Justificación.....	22
CAPÍTULO II.....	23
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1. Marco teórico.....	23
2.1.1. El sonido.....	23
2.1.2. El ruido	24
2.1.3. Niveles de ruido.....	24

2.1.4. Tipos de ruido en función del tiempo.....	26
2.1.4.1. Ruido continuo	26
2.1.4.2. Ruido Intermitente.....	26
2.1.4.3. Ruido de Impacto.....	26
2.1.5. El ruido en función de la frecuencia.....	27
2.1.6. Curvas de ponderación en frecuencia.....	27
2.1.7. Fundamentos de la acústica	29
2.1.7.1. La acústica	29
2.1.7.2. Velocidad del ruido	29
2.1.7.3. La onda sonora.....	29
2.1.7.4. Longitud de onda.....	30
2.1.7.5. Periodo T	31
2.1.7.6 Frecuencia.....	31
2.1.7.7. Intensidad.....	31
2.1.7.8. Nivel de presión sonora	32
2.1.8. Percepción del Sonido	32
2.1.9. Efectos del ruido sobre el organismo	34
2.1.10. Influencia del ruido en los estudiantes y profesores.....	34
2.1.11. Control del ruido.....	35
2.1.12. Medición del ruido.....	37
2.1.13. Medidas del nivel sonoro.....	37

2.1.14. Sonómetro.....	38
2.1.15. Recomendaciones para realizar mediciones sonoras.....	39
2.1.16. Procedimiento para el cálculo del nivel sonoro equivalente	40
2.1.17. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.....	40
2.1.17.1. Método de las bandas de octava	40
2.1.18. NORMA EN ISO 11690-3	41
2.1.19. NORMA NTE INEN-ISO 9612	42
2.2. Marco legal.....	43
2.2.2. DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	44
2.2.3. RESOLUCIÓN 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	45
2.2.4. Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores	45
CAPÍTULO III	46
3. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. Descripción del área del estudio/ grupo de estudio	46
3.2. Enfoque y tipo de investigación	50
3.2.1. Enfoque.....	50
3.2.2. Tipos de investigación según su finalidad.....	50
3.2.2.1. <i>Investigación de campo</i>	50
3.2.2.2. <i>Investigación no experimental</i>	51

3.2.3. Resumen del Proceso.....	51
3.3. Desarrollo del proyecto aplicando la norma EN ISO 11690-3.....	53
3.3.1. Metodología para la predicción del ruido en salas de trabajo	53
3.3.1.1. Objetivos - Valores a alcanzar.....	53
3.3.1.2. Recopilación de datos de entrada	53
3.3.1.2.1. Descripción de la sala vacía.....	53
3.3.1.2.2. Descripción del equipamiento de la sala	54
3.3.1.2.3. Fuentes.....	54
3.3.1.2.4. Datos de referencia	55
3.3.1.3. Elección del método de predicción.....	56
3.3.1.3.1. Método de campo difuso	56
3.3.1.4. Cálculo predictivo.....	56
3.3.1.5. Resultados y conclusiones	57
CAPÍTULO IV	58
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
CAPÍTULO V.....	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. Conclusiones.....	77
5.2. Recomendaciones	79
ANEXOS	80
BIBLIOGRAFÍA	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas	47
Tabla 2 Absorción y forma de la sala	54
Tabla 3 Equipamiento de la sala.....	54
Tabla 4 Niveles posibles de detalle en la descripción de las fuentes	55
Tabla 5 Categorías de métodos de predicción	56
Tabla 6 Mediciones de: Aula 7G.....	66
Tabla 7 Mediciones de: Aula 8G.....	67
Tabla 8 Mediciones de: Aula 9G.....	68
Tabla 9 Mediciones de: Laboratorio de tintorería	69
Tabla 10 Mediciones de: Oficina.....	70
Tabla 11 Mediciones en la fuente de la planta textil	71
Tabla 12 Mediciones de: Planta textil	71
Tabla 13 Cálculo del $L_{p1}(A)$: Planta textil	72
Tabla 14 Cálculo de la potencia sonora (L_w).....	73
Tabla 15 Mediciones de las distancias en metros, desde la fuente (máquinas) hasta los lugares de trabajo (receptor).....	73
Tabla 16 Constante del recinto (R).....	74
Tabla 17 Cálculo del nivel de presión sonora (L_p)	74
Tabla 18 Cálculo L_p total predicción Vs L_p total medido	75
Tabla 19 Cálculo del tapón reutilizable 3M	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El movimiento físico del aire	23
Figura 2 Salud y niveles del ruido	25
Figura 3 Curvas de ponderación.....	28
Figura 4 La onda sonora	30
Figura 5 Longitud de onda.....	30
Figura 6 El oído interno.....	33
Figura 7 El sonómetro	39
Figura 8 Ubicación de la de la planta académica textil UTN.....	46
Figura 9 Plano de la planta académica planta baja	48
Figura 10 Plano de la planta académica planta alta.....	49
Figura 11 Medición del ruido en el aula 7G	52
Figura 12 Diagrama de flujo general para la predicción de ruido en salas de trabajo.....	57
Figura 13 Mediciones de: compresor y caldero.....	59
Figura 14 Nivel de presión sonora aula 7G	59
Figura 15 Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G.....	60
Figura 16 Exposición proyectada	60
Figura 17 Mediciones de: compresor, caldero y barca	60
Figura 18 Nivel de presión sonora Aula 7G	61
Figura 19 Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G.....	61
Figura 20 Exposición proyectada	61
Figura 21 Mediciones de: compresor, caldero, barca y centrífuga.....	62
Figura 22 Nivel de presión sonora aula 7G	62
Figura 23 Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G.....	62
Figura 24 Exposición proyectada	63

Figura 25 Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	63
Figura 26 Nivel de presión sonora.....	63
Figura 27 Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G.....	64
Figura 28 Exposición proyectada	64
Figura 29 Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1. .	64
Figura 30 Nivel de presión sonora.....	65
Figura 31 Presión sonora equivalente en ponderación A	65
Figura 32 Exposición proyectada	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Normas ISO	80
Anexo 2 Certificados de calibración	82
Anexo 3 Fotografías mediciones	84
Anexo 4 Fotografías mediciones distancias	88
Anexo 5 Tabla del cálculo de las mediciones.....	89
Anexo 6 Hoja técnica tapones 3M 1270 y 3M 1271	118
Anexo 7 Plan de control del ruido en la planta académica textil UTN	122

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, analiza la base teórica respecto de las afectaciones que produce el ruido en actividades académicas, cuando este sobrepasa los 70 dB (A); para realizar esta caracterización, se utilizó la norma EN ISO 11690-3 Propagación del sonido y ruido predicción en salas de trabajo, cuya aplicación, permitió predecir los niveles de ruido en los distintos ambientes de la Planta Académica Textil-UTN, considerando la fuente generadora del ruido y sus niveles de atenuación en función de la distancia dentro de esta infraestructura, se evidencia como resultado que, las aulas, oficina, laboratorios de: tintorería, tejido de punto y confección, además la sección de tintorería y acabados, los valores de ruido se encuentran en el rango de 73,18 a 74,88 dB(A). Complementariamente, se utilizó la norma NTE INEN ISO 9612 Determinación de la exposición al ruido en el trabajo; método de ingeniería, que permitió realizar mediciones prácticas en las áreas anteriormente descritas, comprobando que, los niveles de ruido se encuentran entre 61,17 a 72,67 dB(A). Se logró establecer una tabla comparativa, de los niveles de ruido obtenidos de la tabla de predicción, con los de ruido medidos *in situ* con el sonómetro, pudiéndose apreciar, claras diferencias, debido a la existencia de paredes y puertas, que obstaculizan la propagación directa del ruido. Debido a que, algunas áreas sobrepasan los 70 dB(A) de ruido permitidos en la norma, se elaboró un plan de control de ruido, con medidas jerarquizadas en la fuente, en el medio y en el receptor; en tal virtud, se propone reubicar el compresor fuera de la planta; en la confección, se propone aislar con planchas de MDF y finalmente, utilizar un protector auditivo endoaural con un nivel de atenuación NRR 25, de uso obligatorio durante el desarrollo de las actividades dentro de la jornada laboral.

Palabras claves: Caracterización del ruido, normas INEN ISO 11690 y 9612, afectaciones en actividades académicas, control del ruido.

ABSTRACT

This research work analyzes the theoretical basis regarding the effects produced by noise in academic activities, when it exceeds 70 dB (A); to perform this characterization, EN ISO 11690-3 Sound propagation and noise prediction in work rooms was used, whose application allowed predicting noise levels in the different environments of the Textil-UTN Academic Plant, considering the noise generating source and its attenuation levels depending on the distance within this infrastructure, it is evident as a result that the classrooms, office, laboratories of: dyeing, knitting and sewing, in addition to the dyeing and finishing section, the noise values are in the range of 73.18 to 74.88 dB(A). In addition, the NTE INEN ISO 9612 standard Determination of exposure to noise at work was used; engineering method, which allowed practical measurements to be taken in the areas described above, proving that the noise levels are between 61.17 and 72.67 dB(A). It was possible to establish a comparative table of the noise levels obtained from the prediction table with the noise levels measured in situ with the sound level meter, showing clear differences due to the existence of walls and doors, which hinder the direct propagation of noise. Due to the fact that some areas exceed the 70 dB(A) of noise allowed by the standard, a noise control plan was drawn up, with hierarchical measures at the source, in the environment and at the receiver; therefore, it is proposed to relocate the compressor outside the plant; in the confection, it is proposed to insulate with MDF boards and finally, to use an endoaural hearing protector with an attenuation level NRR 25, of mandatory use during the development of the activities within the working day.

Key words:

Noise characterization, INEN ISO 11690 and 9612 standards, academic activities affectations, noise control.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La Universidad Técnica del Norte, está ubicada en la ciudad de Ibarra – Ecuador, en la actualidad, la UTN oferta cuarenta y cuatro carreras de grado distribuidas en cinco unidades académicas, dispone de una infraestructura de alta calidad en sus diversos campus y laboratorios. La Carrera de Textiles forma parte de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, siendo la única carrera del país en formar ingenieros textiles, esta cuenta con una planta académica textil para desarrollar las actividades académicas, posee en sus instalaciones máquinas textiles pertenecientes a las áreas de hilatura, tejeduría, tintorería y acabados; esta maquinaria al momento de su funcionamiento generan ruido que son percibidos por los miembros de la carrera, tanto en aulas, laboratorios y oficina que se encuentran dentro de planta académica.

Según Sánchez T, Sánchez L, Lozano & Canales (2020) afirman que la contaminación sonora es la presencia en el ambiente de ruido, cualquiera que sea el emisor, ya sea de origen natural o de origen producido por el hombre, que impliquen molestias, riesgos o daños en las personas que realizan actividades laborales. Estos ruidos también tienen implicaciones en las actividades académicas desde el punto de vista laboral, entre los efectos negativos más importantes destacan, déficit de atención, ansiedad, sensación de cansancio, falta de comunicación, concentración y un bajo rendimiento académico.

En la planta académica textil, no se ha realizado un estudio y una caracterización acústica del ruido, por lo que no sabemos el tipo de ruido, el nivel, la frecuencia, y cuál es la

afectación que pueden tener los miembros de la comunidad de la Carrera de Textiles por su exposición. Se percibe que podrían estar trabajando sobre los límites permitidos, perjudicando a la concentración de los docentes, afectando directamente el proceso de concentración, aprendizaje y sobre todo el rendimiento de los estudiantes conforme a lo mencionado por los autores de la referencia.

1.2. Antecedentes

En Taiwán Bingsong (2007), menciona en su disertación en el Instituto de Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Chang Jung menciona, en el estudio realizado sobre la Evaluación del Impacto en la Salud Laboral del Ruido en el Ambiente de Trabajo Durante el Mantenimiento de la unidades de centrales eléctrica, selecciona a cuatro unidades generadoras en los dos periodo anual de mantenimiento, realizó la medición de la intensidad del ruido en el edificio generador en una cuadrícula de 5 metros en frente de cada unidad, emplea el análisis de espectro de cada frecuencia del ruido a un metro de distancia, al personal le coloca un dosímetro para evaluar la exposición al ruido, el objetivo del estudio es medir, la exposición al ruido, el grado de pérdida auditiva y la percepción de los peligros del ruido a los trabajadores de mantenimiento.

Los resultados de las mediciones muestran que el volumen de ruido promedio del área de mantenimiento del generador está entre 78~86 dBA, y el de ruido promedio de la unidad en funcionamiento es de 85~93 dBA. En cuatro conjuntos de análisis de espectro de banda de octava, la frecuencia es de baja frecuencia 62.5 Hz, evidenciando que los resultados del control de salud mostraron que la pérdida de audición de los empleados de la central eléctrica con el 13%, era más grave que otras enfermedades, como las cardiovasculares con el 0,4%; las del sistema respiratorio con el 0,6%; las del sistema excretor con el 1,1% y del

sistema endocrino con el 1,7%. Concluyendo que la pérdida auditiva del personal del centro es más grave que la del personal de la central eléctrica, con una pérdida auditiva de baja frecuencia que representa un 52% y una pérdida auditiva de alta frecuencia que representa un 12%.

En Bulgaria en la Universidad de Sofía, Guarnaccia,, Mastorakis, & Quartieri, (2013) manifiestan que es una necesidad creciente la evaluación de la salud ocupacional, principalmente en lo relacionada a las actividades productiva, en la cual se producen elevados niveles de ruido. Una exposición continua de ruido puede afectar considerablemente en la salud y la calidad de vida de las personas.

Los autores de la investigación realizan un resumen de los efectos auditivos y no auditivos, del trabajo realizado a una empresa maderera, Las mediciones de la emisión de ruido se realizaron fuera del horario de trabajo. También, evaluaron el clima acústico durante una actividad normal de trabajo. Destacan la emisión individual de cada una de las fuentes que operan en fase de reposo y a una carga de muestra y utilizan al espectro como patrón de identificación. Sugieren la posibilidad de crear una base de espectros de ruido como el primer paso, para realizar acciones de mitigación y el empleo de herramientas de monitoreo ajustadas al análisis de frecuencia.

En Alemania Stolzel (2004), establece que, por la alta incidencia de paros cardíacos, realiza un estudio epidemiológico que investiga al ruido como factor principal de los ataques cardíacos, en Hospital Universitario Charite de Berlín.

La investigación relaciona las molestias del ruido provocado por el tráfico y la sensibilidad del ruido. Realiza una correlación mediante un análisis entre las dos variables,

toma en cuenta la posible influencia de factores psicológicos como el sexo, edad, y el estilo de vida de las personas, en el estudio Stolzel, realiza un estudio de caso a 2235 personas por un periodo de dos años. La recolección y evaluación a las personas se lo realizó en el hospital y a cada persona le entrevistó durante una hora, estas personas pertenecían a pacientes con problemas cardíacos agudos dentro de dos a diez días previo a la entrevista, otros pacientes sin complicaciones cardiacas se los utilizó como grupo de estudio de control. Con el estudio se pudo evidenciar que existe una correlación significativa, entre la sensibilidad al ruido y las molestias del ruido.

En México, Arenas, Gómez, & Vargas (2019) realizaron su investigación con el objetivo de evaluar el ruido existente en aulas de una escuela de nivel superior en la ciudad de Juárez México, las cuales tienen un antecedente histórico de alta percepción de ruido. Para realizar el estudio recopilaron 50 lecturas por muestra, en cuatro aulas y en cuatro puntos distintos, luego de realizar las lecturas, realizaron estadísticas por aula y determinaron si se está cumpliendo con la norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Con las estadísticas se evidenció el promedio más alto de ruido con la presencia de alumnos fue en el aula número 4 con 61.61 dBA y en el resultado en las aulas vacías el promedio más bajo se encontró en el aula 2, con 39.50 dBA. Concluyeron en su trabajo investigativo que los decibeles producidos en las cuatro aulas están dentro de los parámetros permitidos por la norma.

Sánchez (2020) menciona un estudio realizado en Perú con estudiantes de la Universidad Mayor de San Marcos; la contaminación sonora el ruido tiene muchas consecuencias en el aprendizaje de los estudiantes, manifiesta que existe mayor cantidad de efectos negativos que causan el ruido en los estudiantes como: distracción, aumento de

errores en sus tareas, imprecisión, falta de calidad en las respuestas, ansiedad, cansancio, alteración en la comunicación y principalmente les afecta en el rendimiento académico.

Gutiérrez, Díaz, Ruíz , & Flores (2020) en su estudio realizado en dos colegios, en la ciudad de Bluefields Nicaragua, midieron el ruido ambiental en el interior y exterior, utilizando un sonómetro Tipo 2, con los que estimaron las molestias acústicas. Las mediciones se realizaron durante una semana de 7:00 a 12:00 am. Los resultados obtenidos demostraron que los niveles de ruido tanto en interior y exterior en los dos colegios exceden los niveles permisibles. El nivel de ruido continuo equivalente registrado en el colegio San José (92.83 dBA) y ANDEN (83.14 dBA), indican que los docentes y estudiantes están expuestos a posibles problemas de salud que se ven expresados en estrés y dolores de cabeza.

Aguilar (2018) manifiesta que las condiciones desfavorables en las aulas afectan directamente en el aprendizaje, en el desempeño y en el desarrollo de las capacidades mentales percepción, memoria y la atención de los estudiantes. En el año 2015 el ministerio de educación de Chile incluyó criterios de diseño acústico para las áreas educativas. Esta investigación lo realizan mediante un comparativo con una normativa internacional y datos de mapas de ruido urbano de la ciudad de Santiago. Los resultados obtenidos de los criterios acústicos de las áreas educativas indican falencias con respecto a la normativa internacional, demostrando que los actuales niveles del ruido urbano, que el criterio del diseño acústico para los espacios educativos, no se puede aplicar a más del 70% de establecimiento educacionales de la ciudad de Santiago de Chile. Bobadilla , Contreras , & Medina (2018) en su trabajo de investigación sobre el efecto que produce en los docentes del colegio Amigos de la comuna de Pedro Aguirre Cerda de Santiago de Chile, el ruido del exterior causado por fuentes sonoras y la afectación en las prácticas pedagógicas. Para efectos del estudio utilizan

un registro de observación no participativa del impacto del ruido externo en las prácticas pedagógicas de los profesores. El estudio lo realizan para 16 docentes, con edades promedio de 25 a los 50 años, utilizan el diseño fenomenológico, realizan una entrevista semi estructurada y un registro de observación para describir el contexto de la situación en estudio y su afectación por el ruido externo a los docentes en sus actividades académicas.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar una caracterización acústica de la planta textil de la UTN y su influencia en las actividades académicas, para el control del ruido con una propuesta técnica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar la información técnica legal aplicable, para lograr la caracterización acústica y su influencia en las actividades académicas.
- Identificar, medir y evaluar los ambientes de la planta textil, aplicando la Norma NTE INEN-ISO/TR 11690-3 y la Norma ISO 9612, para determinar los niveles de riesgo acústico.
- Proponer el control jerarquizado del riesgo ruido, mediante un documento técnico que permita a las autoridades aplicarlo, para el bienestar de la comunidad universitaria.

1.4. Justificación

Esta investigación se justifica considerando los siguientes aspectos relevantes:

La falta de un estudio que determine el nivel de intensidad de ruido y sus características generadas en la planta textil académica y los posibles efectos que pudieran afectar la salud de docentes, trabajadores administrativos y alrededor de 100 estudiantes, desde este punto de vista humano, la salud y la vida del personal y los estudiantes no tienen precio, son los principales activos de la institución y los que necesitan una mejor y eficiente gestión para garantizar su salud y seguridad.

Desde el punto de vista legal, la constitución de la república, los convenios internacionales, las leyes y reglamentos relacionados a seguridad y salud en el trabajo, obligan a las empresas e instituciones a garantizar un entorno seguro y saludable para desarrollar las actividades laborales, por lo tanto, la Universidad Técnica del Norte, debe cumplir con esta normativa.

En lo económico, debido a que un ambiente ruidoso puede ocasionar pérdidas de sensibilidad auditiva, estrés laboral y afectaciones psicológicas, provocando ausentismo laboral y una baja calidad en la ejecución de las actividades, afectando también la concentración mental y la eficiencia académica laboral, repercutiendo económicamente y en la calidad del trabajo realizado.

Finalmente, desde el punto de vista institucional este estudio podrá lograr caracterizar el ruido y permitir realizar la gestión técnica adecuada, para garantizar la seguridad y salud, reflejando hacia la comunidad la preocupación institucional del cuidado del ser humano, el ambiente y sus instalaciones, cumpliendo su misión de ser una universidad sustentable.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

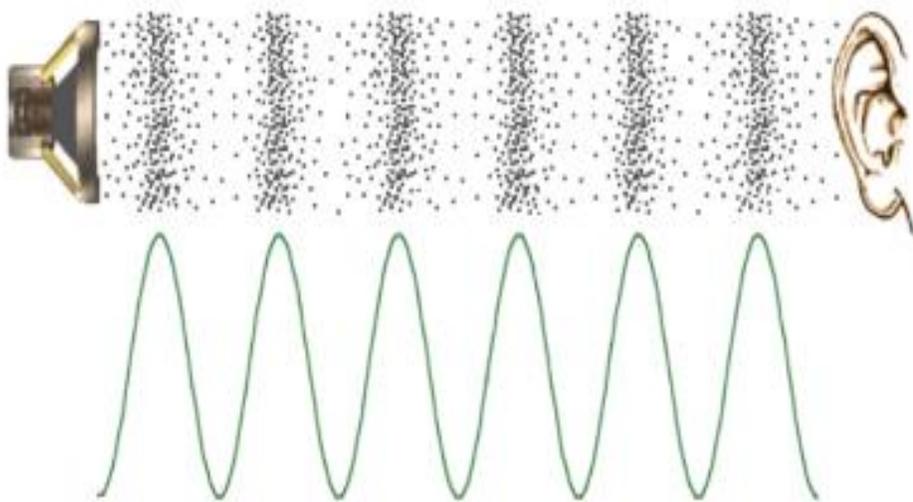
En el marco teórico se sustenta, en base a la revisión bibliográfica de libros, artículos científicos, tesis y archivos del internet, información relacionada con la temática propuesta, los cuales ayudaron en la realización de la investigación del trabajo de grado.

2.1.1. El sonido

El sonido es considerado un fenómeno físico del movimiento del aire, en donde este se encarga de emitir una fuente emisora, la misma que genera una serie de ondas de presión sonora que el ser humano percibe como sonido al entrar en contacto con su oído (ZAFRA, 2018, p. 61).

Figura 1

El movimiento físico del aire



Nota. En la figura se muestra el movimiento físico del aire, tomado de (ZAFRA, 2018, p. 61)

2.1.2. El ruido

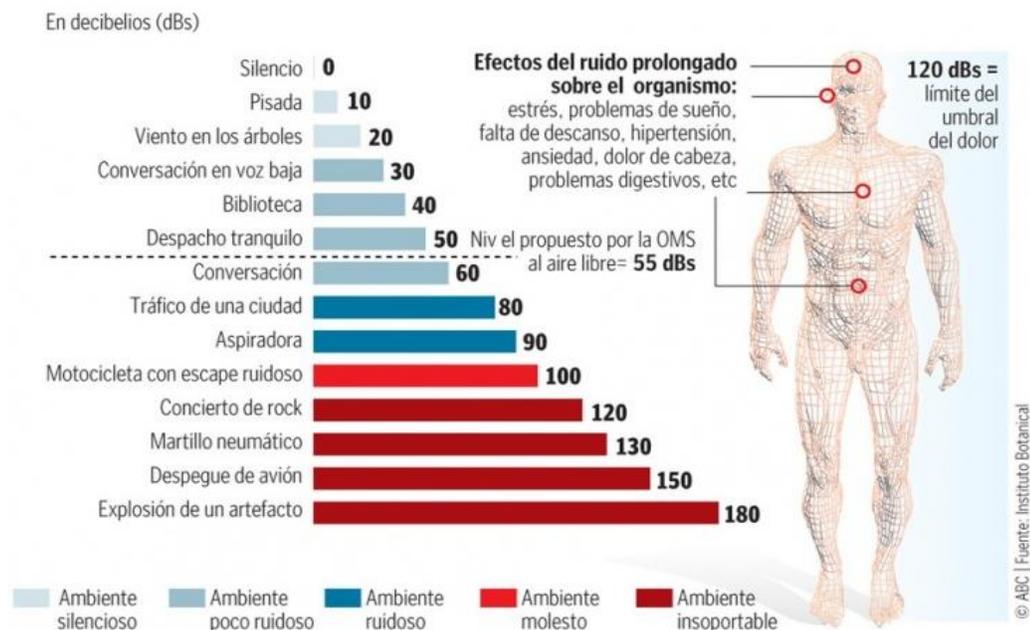
Se considera ruido a todo sonido con extremada acumulación, provocando sensaciones de desagrado para cualquier individuo que esté sometido a tal, teniendo en cuenta que esto puede depender de la sensibilidad de cada persona. Además de ello la sobre exposición de seres vivos al ruido produce múltiples afectaciones para su salud, provocando daños permanentes dentro de su organismo tales como la pérdida de la capacidad auditiva, traumas mentales entre otros, los cuales pueden llegar en casos extremos a la muerte. La presencia de la excesiva acumulación de ruido provoca incomodidad para seres humanos sin importar su edad, esto produce un desenvolvimiento con poca fluidez en sus rutinas diarias, de forma especial si se consideran los problemas que genera dentro de una institución educativa, las consecuencias son muchos mayores ya que en dicho lugar la acumulación de sonidos fuertes como lo es el ruido produce en los estudiantes una desconcentración evidente, afectando incluso al docente, al tener que realizar mayor esfuerzo para poder impartir la clase. (Belén, 2020, p. 20)

2.1.3. Niveles de ruido

Salesa (2017) menciona que los niveles del ruido se presentan en el ambiente desde 0 dB a 180 dB, siendo la medición de 0 dB un silencio total en el ambiente, un entorno relajante se encuentra entre los 40 dB, lo compara con el ambiente de una biblioteca, nivel donde se logra un mayor entendimiento sobre el tema académico, un incremento del nivel de ruido hasta los 60 dB afecta la captación de los estudiantes y lo comparan con una conversación de personas, afectando la atención y la concentración de los estudiantes en las aulas, los niveles de ruido entre los 80 dB, es el rango que genera la congestión vehicular,

provocando un ambiente poco saludable para la estancia de cualquier persona, los 90 dB se asemeja al tareas domésticas, tales como la limpieza con una aspiradora o el ruido producido por una batidora, 100 dB, equivale a los niveles de ruido que se produce dentro de una discoteca, ruidos que se producen por la acumulación de música en alto volumen, los 130 dB es el producto de niveles de ruido generado por el trabajo de las constructoras, los producidos por herramientas y maquinarias como por ejemplo los martillos neumáticos, los niveles superiores a los 130 dB, se los considera ruidos muy perjudiciales para la salud de los seres humanos, los 150 dB, son los generados por el despegue de un avión y finalmente 180 dB, se convierte en unos de los mayores ruidos, estos son generados por la explosión de un artefacto.

Figura 2
Salud y niveles del ruido



Nota. En la figura se muestran los efectos del ruido prolongado en el organismo, tomado de

(Salesa, 2017)

2.1.4. Tipos de ruido en función del tiempo

En la naturaleza existen diversos tipos de ruidos, la mayor parte de ellos transitorios, es decir, ocurren en un instante de tiempo y nunca se repiten de la misma manera. Son generados por una liberación brusca de energía y las frecuencias que los componen no guardan ninguna relación. Ejemplo: el ruido de una explosión. (Jaramillo Jaramillo, 2007, p. 25)

2.1.4.1. Ruido continuo

Se presenta cuando el nivel de presión sonora es prácticamente constante durante el periodo de observación (a lo largo de la jornada de trabajo). El ruido y sobre todo de este tipo es común dentro de las industrias relacionadas con la producción textil y un taller de herramientas automáticas, donde el nivel de ruido no varía significativamente durante todo el día de trabajo. (Sanchez, 2020, p. 24)

2.1.4.2. Ruido Intermitente

Esto es cuando hay una caída repentina periódica al nivel ambiental y de regreso al nivel superior. La capa superior debe mantenerse durante más de un segundo, antes de que se produzca otra caída. Este tipo de ruido es característico en plantas de fundición, aserraderos, industria metal mecánica. (Sanchez, 2020, p. 24)

2.1.4.3. Ruido de Impacto

La característica principal del ruido de choque es un aumento repentino del ruido, la duración es inferior a 35 milisegundos y la duración total es inferior a 500 milisegundos. Ejemplos de este tipo de ruido son las explosiones, máquinas compactadoras. La intensidad del ruido influye en cuanto a su carácter de estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Generalmente se acepta que el ruido continuo

es más tolerable que el ruido continuo. El ruido predominantemente en frecuencias superiores a 500 Hz generalmente se considera más dañino que el ruido en frecuencias dominantes más bajas. (Sanchez, 2020, p. 24)

2.1.5. El ruido en función de la frecuencia

El número de oscilaciones o variaciones de presión en un segundo, se determina como frecuencia del sonido. Su unidad es el Hertzio (Hz).

Las personas percibimos los sonidos que se encuentran en el intervalo entre los 20 y los 20.000 Hz. Por debajo del umbral inferior de percepción se encuentran los infrasonidos y por encima de dicho umbral se encuentran los ultrasonidos. (Robert & Cortés, 2013, p. 12)

2.1.6. Curvas de ponderación en frecuencia

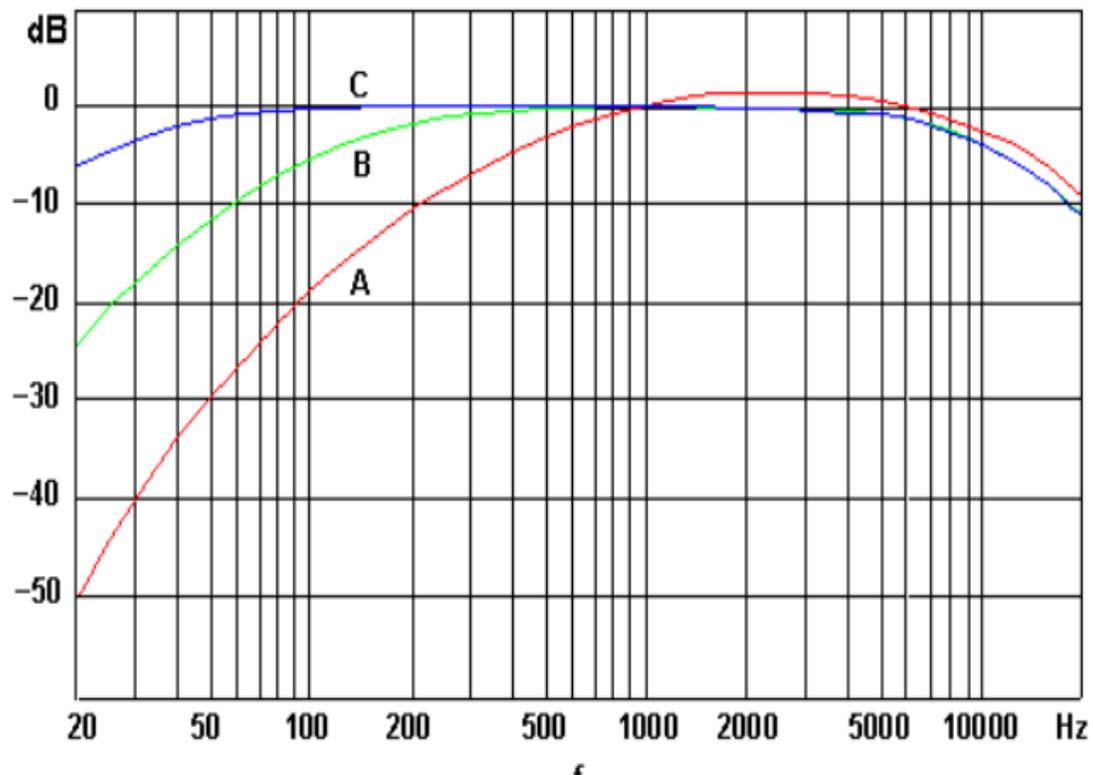
El oído humano, no tiene la misma sensibilidad a las diferentes frecuencias, un ruido será tanto más molesto, cuando mayor proporción de altas frecuencias contenga, basándose en las curvas de ponderación del oído humano, se definen una serie de filtros con la pretensión de ponderar la señal recibida por el micrófono, de acuerdo con la sensibilidad del oído humano, es decir, la atenuando las frecuencias bajas, y poder reflejar un nivel sonoro representativo de las sensaciones de ruido realmente recibido. (Conceptos Básicos del ruido ambiental, p. 14)

Para determinar esta sensibilidad, se utiliza en las medidas del ruido el concepto de filtros de ponderación, los cuales actúan de tal manera que los niveles de presión de cada banda de frecuencia, sean corregidos en función de la frecuencia, según las curvas de

ponderación, siendo los más conocidos los denominados A, B, C y D. Conceptos Básicos del ruido ambiental, p. 14

El filtro en ponderación 'A', cubre el rango completo de frecuencia de 20 Hz a 20 kHz, porque es la que más se aproxima a la sensibilidad de frecuencia del oído humano. Así que el valor ponderado en A de una fuente de ruido es una aproximación a cómo percibimos el ruido (Conceptos Básicos del Ruido Ambiental, p. 14)

Figura 3
Curvas de ponderación



Nota. En la figura se muestra la curva de ponderación, tomado de (CONCEPTOS BÁSICOS DEL RUIDO AMBIENTAL, p. 14)

2.1.7. Fundamentos de la acústica

Los fundamentos de la acústica, en relación a la comprensión y aplicación de una metodología para la medición y prevención del ruido como riesgo físico laboral. Para la comprensión se revisan los siguientes conceptos:

2.1.7.1. La acústica

Generalmente, se acepta que el ruido continuo es más tolerable que el ruido continuo. El ruido predominantemente en frecuencias superiores a 500 Hz generalmente se considera más dañino que el ruido en frecuencias dominantes más bajas. (Domingo, 2014, p. 1)

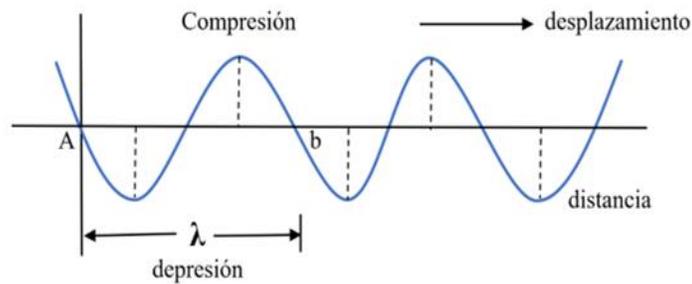
2.1.7.2. Velocidad del ruido

El estudio concierne primordialmente la acústica arquitectónica, es decir, la acústica de los recintos y en ello el medio de propagación siempre será el aire. El sonido viaja por el aire aproximadamente a 343 m/s. La cercanía de las partículas de ese medio, que transportan la onda al chocar unas con otras facilita su propagación. Se determina por consiguiente que, en un medio de propagación más denso y menos elástico que el aire, por ejemplo, el acero, la velocidad de propagación será más alta. (Jaramillo, 2007)

2.1.7.3. La onda sonora

Una onda sonora es una perturbación mecánica en la que la presión del aire aumenta y disminuye de manera más o menos rápida. La cantidad en que la presión del aire aumenta o disminuye es la amplitud de la onda. (Pierce & Noll, 2022)

Figura 4
La onda sonora

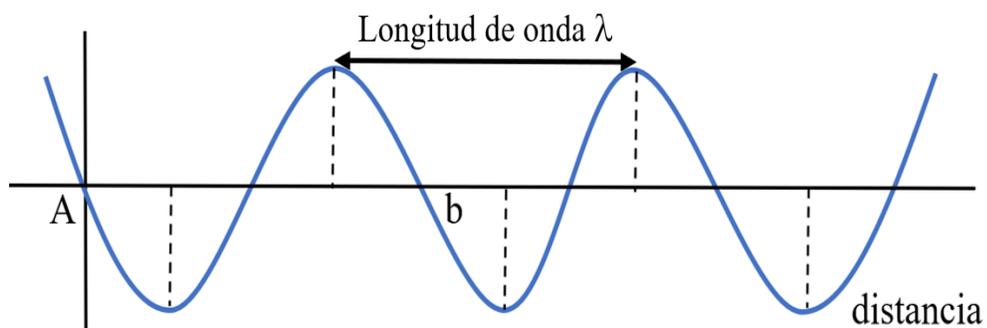


Nota. En la figura se muestra la onda sonora, elaboración por Fausto Gualoto

2.1.7.4. Longitud de onda

La longitud de onda es el espacio necesario para que se complete un ciclo de perturbación en su totalidad, si no se dispone de este espacio, la onda no podrá generarse en forma completa. En otras palabras, la longitud de onda es la distancia en la que se repite la onda senoidal (cresta a cresta, valle a valle, inicio de onda a inicio de onda). (Sierra, 2011, p. 4)

Figura 5
Longitud de onda



Nota. En la figura se muestra la longitud de la onda sonora, elaboración por Fausto Gualoto

La longitud de onda es igual

$$\lambda = \frac{v}{f} \text{ [m]}$$

Donde:

v es la velocidad y

f es la frecuencia

2.1.7.5. Periodo T

Es la duración de un ciclo completo de la onda (Jaramillo, 2007, p. 21).

2.1.7.6 Frecuencia

Se entiende por frecuencia, el número de oscilaciones o variaciones de presión en un segundo. Su unidad es el Hertzio (Hz), que equivale a un ciclo por segundo; los humanos perciben los sonidos que se encuentran en el intervalo que comprende los 20 y los 20.000 Hz. Por debajo del umbral inferior de percepción se encuentran los infrasonidos y por encima de dicho umbral se encuentran los ultrasonidos. (Robert & Cortés, 2013, p. 12)

La frecuencia es igual

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde: T es el periodo de la onda o el tiempo necesario para cumplir un ciclo en segundos.

Los sonidos cuya frecuencia están por debajo de los 20 Hz, se los considera infrasonidos y los sonidos cuyas frecuencias superan los 20.000 Hz, son los ultrasonidos, los dos tipos de sonidos se los considera sonidos inaudibles por el ser humano.

2.1.7.7. Intensidad

Es la energía que atraviesa una unidad de superficie normal a la dirección de la propagación de la onda, y está directamente relacionada con la presión sonora eficaz.

La intensidad de los sonidos varía inversamente con el cuadrado de la distancia desde el punto donde es evaluado el ruido. (SÁNCHEZ & SANTANA , 2015, p. 8)

2.1.7.8. Nivel de presión sonora

Debido al rango extraordinariamente amplio de la presión sonora, resulta conveniente utilizar una escala logarítmica para expresar sus valores. Así, se define el nivel de presión sonora (NPS) como:

$$\mathbf{NPS} = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

Donde P_{ef} , es el valor eficaz de la presión sonora y

P_{ref} , es la presión de referencia, que vale $P_{ref} = 20 \times 10^{-6} Pa$

El nivel de presión sonora para su cálculo se mide en decibeles (dB). Un incremento de 1 dB no representa un incremento fijo de la presión sino un aumento relativo de un 12,2%. (Miyara, 1999, pág. 10)

2.1.8. Percepción del Sonido

Como variables ambientales, el sonido es percibido por los humanos a través de ciertos receptores sensoriales (en este caso, los oídos). El recorrido de las ondas sonoras por diferentes partes del oído: El oído externo, que básicamente consiste en el pabellón auditivo, que recoge las ondas sonoras y las dirige al oído medio o a un grupo de elementos (membrana timpánica, huesecillos, tubo vestibular, etc.) convierte las ondas sonoras en movimientos mecánicos (vibraciones) que se transmiten a la cóclea y al nervio auditivo que forman el oído

interno. De esta manera, el movimiento de vibración se ha convertido en impulso eléctrico y llega a la parte correspondiente del cerebro para su descifrado (Valera, 2022).

Figura 6
El oído interno



Nota. En la figura se muestra la estructura interna del oído, tomado de (Valera, 2022).

Desde el punto de vista de la fisiología, la respuesta del oído humano, los niveles del ruido se presentan en el ambiente desde 0 dB, siendo esta medición el umbral de percepción del oído humano, un silencio total, entre los 40 dB, lo compara con la conversación normal del humano, un incremento del nivel de ruido hasta los 55 dB es el límite ambiental, los niveles de ruido entre los 70 dB, es el rango máximo que debe tener en una oficina, esto provoca un ambiente poco saludable para la estancia de cualquier individuo, los 85 dB no debe sobrepasar las 8 horas de exposición en una jornada laboral, medidos en una escala A, 90 dB no debe sobrepasar las 4 horas de exposición en una jornada laboral, los 115 dB es el límite máximo permitido de exposición al ruido, los niveles superiores a los 120 dB, se los

considera como el umbral del dolor y son considerados ruidos muy perjudiciales para la salud humana.

2.1.9. Efectos del ruido sobre el organismo

El impacto del ruido intenso en el cuerpo se manifiesta de diferentes formas, ya sea por acción refleja o por un eco en la psiquis del individuo. Podemos señalar las consecuencias siguientes:

-Acción sobre el aparato circulatorio: aumento de presión arterial, ritmo cardíaco y vasoconstricción periférica.

-Actúa sobre el sistema muscular, aumenta la tensión, afecta el sistema digestivo, causa inhibición, afecta el sistema respiratorio, cambia el ritmo, etc. Todas estas acciones son temporales y se producen de forma inconsciente, independientemente de la incomodidad o malestar físico. En la secuencia psicológica, el ruido suele ser causa de incomodidad y desagrado, dependiendo de factores objetivos y subjetivos.

El malestar es más fuerte cuando el ruido es más intenso, frecuente, intermitente e inesperado de lo habitual y más molesto de lo habitual, y el tipo de actividad que realiza una persona influye en el grado de malestar que experimenta. Por si fuera poco, el ruido dificulta la comunicación e impide percibir las señales y avisos de peligro, hecho que puede ser también causa de accidentes. (Falagán, Canga, Ferrer, & Fernández, 2000, p. 147)

2.1.10. Influencia del ruido en los estudiantes y profesores

La exposición prolongada al ruido puede causar múltiples efectos a la salud entre los que podemos citar: respiratorios, cardiovasculares, digestivos, visuales, endocrinos y sistema

nervioso, se sabe que el ruido afecta negativamente la lectura, la concentración, la resolución de problemas y la memoria. Las actividades laborales fallidas (aula, taller) pueden provocar accidentes. Los niveles superiores a 80 dBA aumentan el comportamiento agresivo. La consecuencia social más importante es la pérdida de audición, que conduce a la incapacidad de entender una conversación en circunstancias normales, lo que se considera una discapacidad social grave.

La contaminación acústica crea un ruido significativo que dificulta la comprensión de la información hablada. La pérdida de inteligibilidad puede afectar negativamente una amplia gama de actividades diarias, especialmente donde la comunicación verbal es importante. Se refiere al potencial impacto negativo en el rendimiento académico en los centros educativos expuestos a una alta contaminación acústica, los estudiantes y docentes expuestos a ambientes ruidosos pueden experimentar insomnio y fatiga al despertar, lo que puede afectar el rendimiento de los estudiantes (González Sánchez & Fernández Díaz, 2014).

2.1.11. Control del ruido

En el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, decisión 584, capítulo III, art. 11, establece que, en todo sitio de trabajo se deben tomar medidas para reducir los riesgos laborales. Este tipo de medidas debe basarse, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial, para una disminución de los riesgos. (DECISIÓN 584, 2000)

Para controlar el riesgo laboral se debe evaluar y establecer medidas preventivas en:

- 1. Controlar el riesgo en el origen**, si las máquina generan ruidos sobre los límites permitidos, la medida más efectiva se la debe realizar un control desde la fuente, realizando un mantenimiento preventivo programado a las máquinas, como engrasado, cambio de piezas defectuosas, nivelación, aislamiento de motores, colocar silenciadores, evitar que la máquina produzca vibraciones colocando materiales antivibración, y si fuere el caso ubicar las máquinas fuera de la planta académica textil.
- 2. En el medio de transmisión**, el ruido se propaga por el aire por medio de ondas, para reducir la propagación de estas ondas es por la colocación de obstáculos y barreras acústicas, que permitan una pérdida de energía y por ende una disminución del ruido.

Para esto se recomienda el encapsulamiento en una cabina del equipo que produzca el ruido, el cual se lo construirá con un material de amortiguamiento acústico, impidiendo el paso del ruido.

Cuando no sea posible realizar un encapsulamiento de la máquina, se debe recurrir a la instalación de barreras o paredes que permitan aislar al trabajador con la máquina generadora de ruido.

Otro método es acondicionar el área de trabajo con materiales muy absorbentes y aislantes en las paredes para minimizar las ondas reflejadas, ondas que ayudan a aumentar el ruido en el área.

3. **En el trabajador,** Estas medidas son las últimas que se realizará para el control del ruido, ya que, si no se logró una atenuación en el origen, en el medio de transmisión se debe de debe trabajar en el receptor, para lo cual se debe realizar un estudio de los protectores auditivos, una capacitación sobre la utilización de la importancia de los equipos de protección personal.
4. **El control del ruido en el receptor,** lo realiza el trabajador, con la utilización de una forma adecuada el protector auditivo, el personal que esté expuesto al ruido en las áreas que superen los niveles permitidos por la legislación, deben obligatoriamente utilizar protectores auditivos.

2.1.12. Medición del ruido

Cuando se menciona la palabra ruido en términos técnicos, se habla de presión sonora, se suele medir en decibelios (dB), el decibelio es un valor relativo y logarítmico, que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia. (Martínez & Peters 2015, p. 6)

2.1.13. Medidas del nivel sonoro

La evaluación del nivel sonoro existente es una operación necesaria e imprescindible para determinar la gravedad del problema y realizar un diagnóstico de la situación de partida, como etapa previa a todo programa de control del ruido. La evaluación requiere la medición del nivel de ruido, para lo cual se utilizan sonómetros como instrumentos de medición, de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393, Art. 55 literal 1, dice: que los puestos de trabajo que demanden principalmente actividades

intelectuales, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no deben exceder los 70 dB de ruido. (Aquí Referenciar el 2393)

2.1.14. Sonómetro

El sonómetro es el instrumento básico de medida absoluta de niveles sonoros. Es un instrumento de medida integrado por un micrófono, un preamplificador y un sistema de procesamiento y exhibición de resultados. Actualmente suelen contar con elementos para el almacenamiento de datos y dispositivos de comunicación, está fabricado cumpliendo una serie de especificaciones dadas en la norma IEC 61672, esta norma específica dos clases de tipos de instrumentos tipo 1 y tipo 2.

Las medidas realizadas con estos instrumentos representan o se correlacionaron con la respuesta humana al ruido, por esto la escala de medida empleada es el decibel (dB) como unidad de medida y la magnitud medida se conoce como nivel sonoro expresado en (dB). Estando relacionado con la respuesta humana al sonido entonces este instrumento mide las variaciones de la presión estática y las condiciones en el que se encuentre, este instrumento es capaz de medir más allá de los intervalos que puede ubicarse el sonido tanto en lo relacionado con la amplitud que es umbral de audición como a la frecuencia que es infrasonido y ultrasonido, por lo anterior se puede concluir que el micrófono empleado por el sonómetro ha de ser en principio un sensor de presión, dado que el sonido se propaga en el aire y las propiedades de este que son densidad y velocidad de propagación, dependen de las condiciones ambientales los niveles de sonido medidos se verán afectados por la presión atmosférica, la temperatura y la humedad relativa, así mismo el sonómetro cuenta con

opciones de configuración que permiten ajustar la respuesta al tipo de ruido o sonido que se desea medir (Barrantes, Bustos, & Marinez, 2020, ps. 24,25).

Figura 7
El sonómetro



Nota. Se muestra el sonómetro, instrumento utilizado en la investigación.

2.1.15. Recomendaciones para realizar mediciones sonoras

Es conveniente determinar el método operativo siguiendo los siguientes pasos:

- Recopilar con antelación la mayor información posible.
- Solicitar la colaboración en las mediciones de las personas participantes, estimar el tipo de ruido y su nivel, elegir el equipo de medida apropiado, etc.
- Comprobar los equipos al comienzo y al final de la medición.
- Decidir qué red de ponderación se va a emplear. Normalmente la "A".
- Seleccionar la respuesta del detector correcta. Normalmente para ruido estable, "slow"

- Durante la medida utilizar pantalla anti viento, medir en el lugar adecuado. (Falagán, Ferrer, & Fernández, 2000, p. 145).

2.1.16. Procedimiento para el cálculo del nivel sonoro equivalente

Para determinar el nivel sonoro equivalente (dB)A utilizamos la siguiente formula:

Nivel sonoro equivalente

$$Leq = 10 \log(1/T \sum 10^{\frac{Lsi}{10}} x ti)$$

2.1.17. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos

El objetivo del cálculo es la obtención de la protección que ofrece un protector auditivo, denominada reducción predicha del nivel de ruido (PNR), y del valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (LA'), cuando se utiliza el protector en un ambiente caracterizado por un nivel de presión sonora LA. La relación entre ellos es: PNR = LA- LA'. (Luna Mendaza & Guasch Farrás, 2003, p. 1)

2.1.17.1. Método de las bandas de octava

Es el método más fiable. Cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (LA'), aplicando la siguiente expresión.

$$L'_A = 10 \log \sum_{63 \text{ Hz}}^{800 \text{ Hz}} 10^{0,1 (l_f + A_f + APV_f)}$$

(Luna Mendaza & Guasch Farrás, 2003, p. 2)

Donde :

L'_A : se denomina al nivel de ruido ponderado en A recibido cuando se utilizan los protectores auditivos.

L_f : es el nivel de ruido sin ponderación alguna obtenido con el analizador de bandas de octava.

A_f : son los valores de la curva de ponderación A para cada una de las frecuencias centrales.

APV_f : se denominan a los valores de atenuación de los protectores auditivos en cada una de las bandas de octava.

2.1.18. NORMA EN ISO 11690-3

Introducción

Este informe técnico está destinado a todas las partes involucradas en la reducción del ruido en los lugares de trabajo y el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido.

El objetivo es:

- Informarles cuál es el consenso técnico actual con respecto a la propagación del sonido y la predicción del ruido en las salas de trabajo.
- Ayudar a la interacción entre ellos dentro de un marco técnico común.
- Promover la comprensión de los requisitos deseados para el control del ruido.

Este informe técnico proporciona la conexión entre la emisión de fuentes de sonido, por ejemplo, máquinas y el nivel de presión sonora en los puestos de trabajo provocado por su funcionamiento en una sala de trabajo. Por lo tanto, permite un intercambio de información entre los proveedores de máquinas, que son responsables de los valores de emisión de ruido,

y los usuarios de máquinas, que requieren valores bajos de inmisión de ruido. Otro objetivo es la evaluación del rendimiento acústico de una sala de trabajo.

Estas tareas están conectadas por la determinación de los descriptores de propagación del sonido de una sala de trabajo.

Se presenta una metodología para la predicción de ruido en salas de trabajo y se da una estructura para la clasificación de los métodos de predicción según el nivel de detalle de parámetros de entrada.

Alcance

En esta parte de ISO 11690, la propagación del sonido en una sala se considera junto con la predicción de los niveles de presión sonora y la inmisión de ruido en el lugar de trabajo.

Los detalles de la descripción de los fenómenos físicos involucrados en un esquema de predicción del ruido dependen en gran medida de la situación que se considere y de la forma en que se modele esta situación. Este se examina la dependencia y se describe la metodología para la predicción del ruido. Se proporcionan recomendaciones sobre el uso de la predicción del ruido como ayuda para el control del ruido en las salas de trabajo (ISO 11690-3, 1998).

2.1.19. NORMA NTE INEN-ISO 9612

Introducción

Esta norma proporciona un acercamiento por etapas, para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo, a partir de las mediciones del ruido, esta norma específica

tres estrategias de medición: basada en la tarea, basada en la función y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma reconoce el uso del sonómetro para las mediciones.

Objetivo y campo de aplicación

La norma especifica un método de ingeniería, que permita medir la exposición al ruido de los trabajadores, en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido en los niveles de ponderación A.

Los resultados obtenidos de las mediciones, pueden aportar información útil, a la hora de definir las prioridades, para las medidas de control del ruido.

2.2. Marco legal

El tema de esta investigación es la caracterización acústica de la planta textil de la Universidad Técnica del Norte aplicando la norma NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 y su influencia en las actividades académicas y como especifica la fundamentación legal en la cual se basa este trabajo de investigación, es que se garantice como un derecho a todos los ecuatorianos a tener un ambiente sano como lo manifiesta:

Constitución de la República del Ecuador

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 29).

Art. 27.- La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 59).

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 34).

Art. 326. Literal 5.- Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 164).

2.2.2. DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Capítulo II, Art. 4.- En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países Miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

La Decisión 584 en el Capítulo IV, Art. 18 menciona. - Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno

ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

2.2.3. RESOLUCIÓN 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Art. 4 literal a) Establecimiento y conservación de un medio ambiente de trabajo digno, seguro y sano que favorezca la capacidad física, mental y social de los trabajadores temporales y permanentes (Secretaría General de la Comuniada Andina, 2018).

2.2.4. Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores

Art. 11 Obligaciones de los empleadores, lit. 2.- Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo.

Lit. 3.- Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro (Decreto Ejecutivo 2393, 2003).

Art. 55 literal 6.- Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos (sic) 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 (Decreto Ejecutivo 2393, 2003).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área del estudio/ grupo de estudio

La planta académica de la Carrera de Textiles, se encuentra ubicada en el Campus de Azaya junto al Estadio de la Universidad Técnica del Norte.

Localización:

- Provincia: Imbabura
- Cantón: Ibarra
- Parroquia: Sagrario
- Sector: Norte
- Altitud: 2.183 metros
- Latitud: 0.379008
- Longitud: -78.122063

Figura 8

Ubicación de la de la planta académica textil UTN



Fuente: Google maps

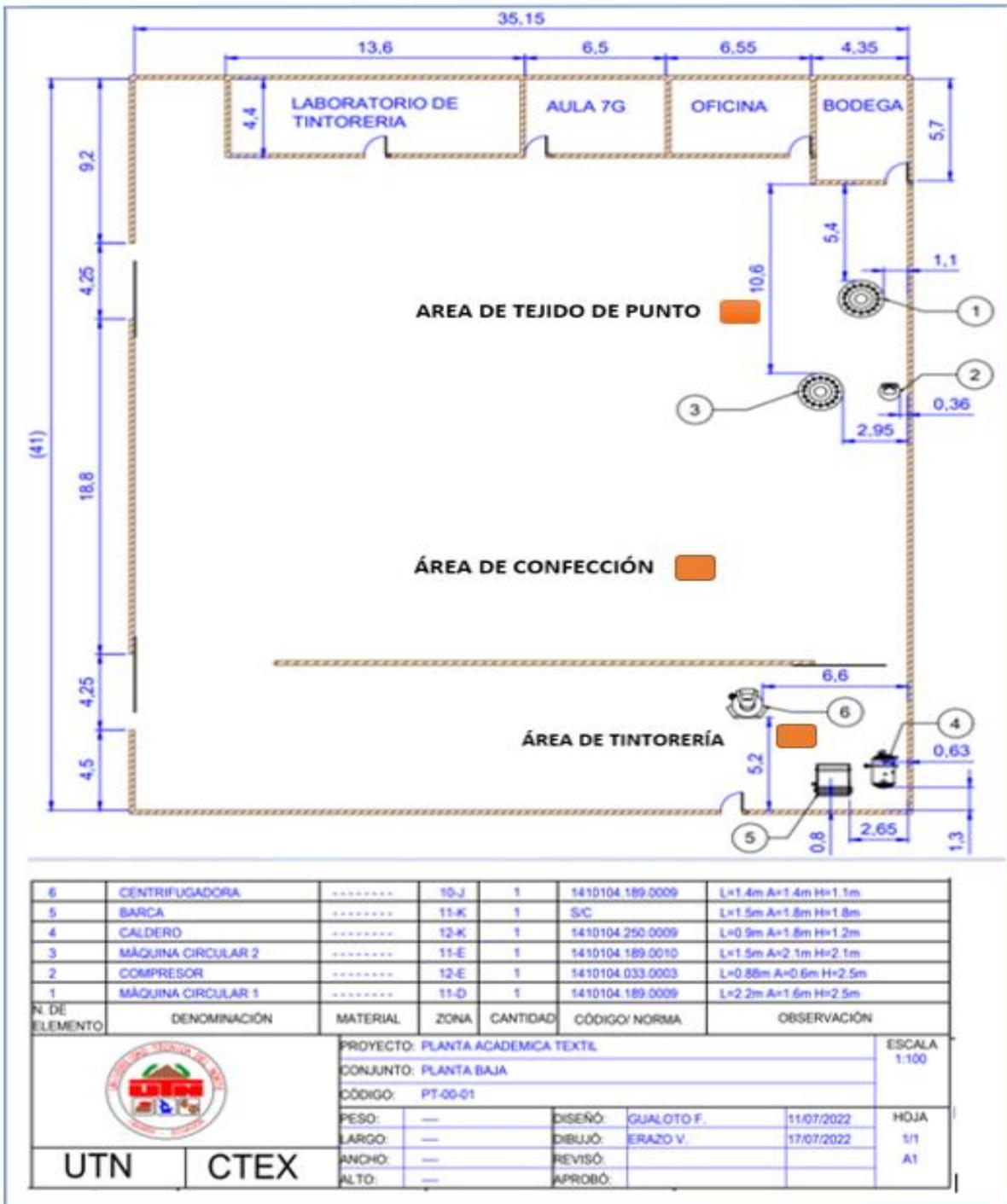
Tabla 1
Coordenadas

Coordenada X	Coordenada Y	Altitud msnm
820371	10041945	2239

Fuente: Google maps

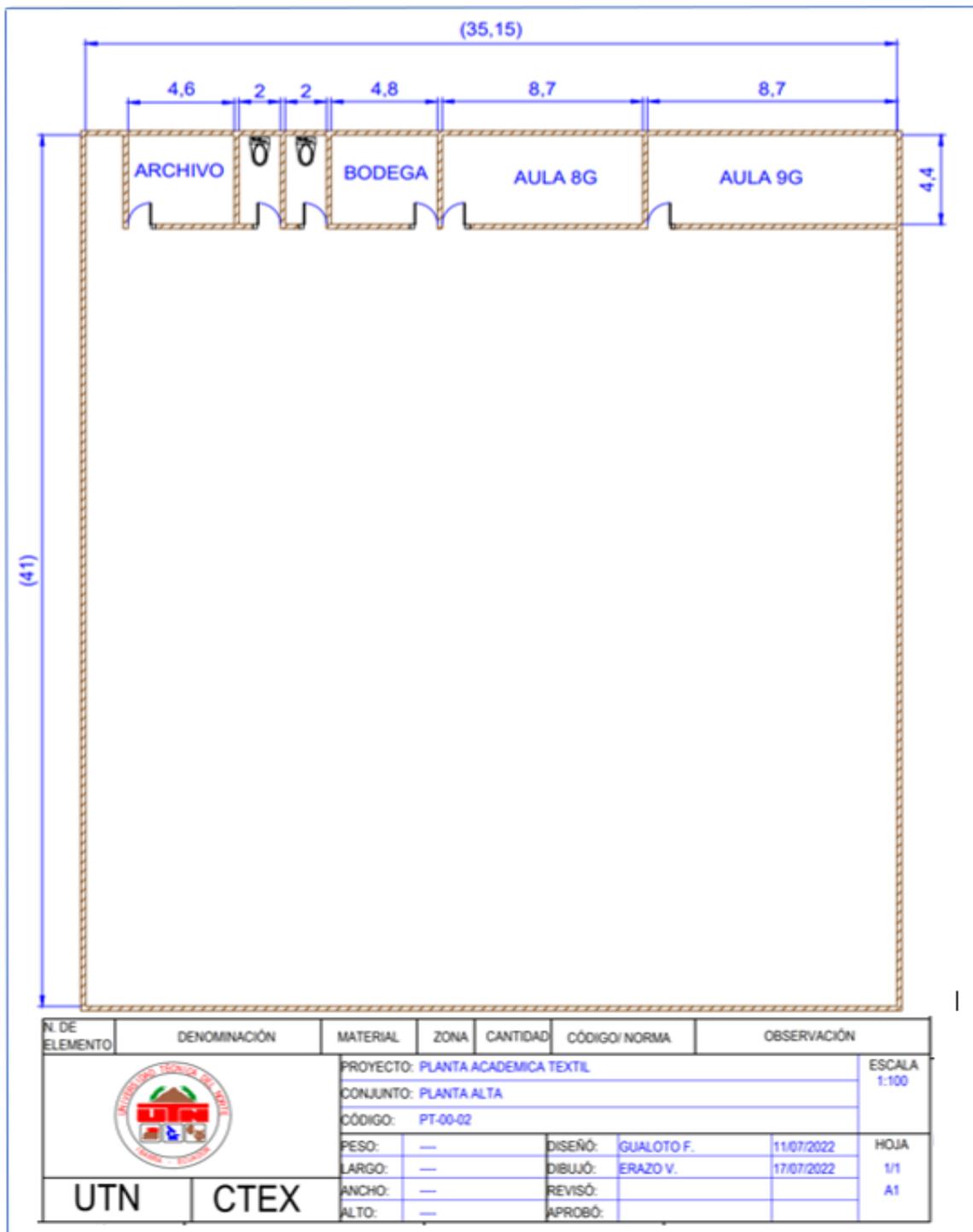
La Carrera de Textiles cuenta con 15 docentes, 2 personas en el área administrativa y 200 estudiantes legalmente matriculados, el grupo de estudio se lo realizará a todo el personal que realizan las actividades académicas y a sus instalaciones como son: 3 aulas, 1 laboratorio de tintorería, una oficina del personal de administrativo, las áreas de tejido de punto, confección y tintorería, como también las máquinas generadoras de ruido a las que se les detalla a continuación: , un compresor, dos máquinas circulares de gran diámetro, un caldero, una barca y una centrifugadora.

Figura 9
Plano de la planta académica planta baja



Nota. Se muestra la planta baja de la planta académica

Figura 10
Plano de la planta académica planta alta



Nota. Se muestra la planta baja de la planta académica

3.2. Enfoque y tipo de investigación

3.2.1. Enfoque

Partiendo del planteamiento del problema y con los objetivos mencionados se establece un enfoque de tipo cuantitativo.

En este sentido, se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis en base a la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

El enfoque cuantitativo, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se pueden eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Comienza con la definición de una idea y una vez establecida, se pueden derivar objetivos y preguntas de investigación, revisar la literatura y desarrollar un marco teórico o una perspectiva. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables; se traza un plan para probarlas y posteriormente medir las variables en un determinado contexto. Finalmente, se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos con el fin de obtener una serie de conclusiones (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 4).

3.2.2. Tipos de investigación según su finalidad

3.2.2.1. *Investigación de campo*

Es la investigación que se realiza en el mismo lugar geográfico donde se desarrollan los hechos, uno de los instrumentos que se utiliza en forma frecuente es la observación. El valor fundamental de la investigación de campo es que permite a los investigadores examinar

las condiciones del mundo real en las que se obtuvieron los datos, por lo que se pueden realizar revisiones o revisiones si existen dudas sobre la calidad de los datos. Esto, en general, garantiza un mayor nivel de confianza para el conjunto de la información obtenida (Cabezas Mejía, Andrade Naranjo, & Torres Santamaría , 2018, p. 74).

3.2.2.2. Investigación no experimental

La investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Esto significa que en estos estudios no cambiamos deliberadamente las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

La investigación no experimental no crea ninguna situación, sino que observa una situación que ya existe, en lugar de ser provocada deliberadamente por el investigador. En un estudio no experimental, las variables independientes ocurren y no se pueden manipular, las variables no se pueden controlar directamente, ni se pueden influir porque han ocurrido y sus efectos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2017, p. 185).

3.2.3. Resumen del Proceso

La investigación, se realizará aplicando la investigación cualitativa- bibliográfica, mediante el análisis de información de diferentes documentos, libros, artículos científicos entre otros, relacionando datos ya existentes y posteriormente proporcionar una visión panorámica y sistemática del objeto de estudio. Investigación de campo, ya que se realiza en el mismo lugar geográfico donde se desarrollan los hechos, y utilizando como instrumento la observación. Investigación no experimental sutil, lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos que ocurren en el medio natural y analizarlos.

La medición, se lo realizará por personal capacitado y certificado en el manejo de equipos de medición de ruido, en las diferentes áreas de la planta académica textil, para este estudio se utilizará el sonómetro marca Cirrus Optimus red, el procedimiento se lo realizará mediante una metodología de evaluación de ruido adecuado, el número de mediciones y el tiempo de medición será representativa de la jornada de trabajo y basada en la normativa a efecto del estudio, de esta manera se garantizará que los valores obtenidos sean lo más reales.

Finalmente, basándome en la información obtenida de las mediciones de ruido, se realizará el análisis y la evaluación de los resultados.

Figura 11

Medición del ruido en el aula 7G



Nota. Se muestra la medición realizada al aula 7G

3.3. Desarrollo del proyecto aplicando la norma EN ISO 11690-3

3.3.1. Metodología para la predicción del ruido en salas de trabajo

La metodología para la predicción, está basada prácticamente en 5 pasos que se les describe a continuación.

3.3.1.1. Objetivos - Valores a alcanzar

El objetivo principal es la predicción del ruido, para el cual se debe elegir los descriptores acústicos y definir los valores objetivo, dichos descriptores pueden ser los niveles de presión sonora en las áreas de trabajo, los datos de inmisión y/o exposición y los excesos del nivel de presión sonora.

3.3.1.2. Recopilación de datos de entrada

El grado de conocimiento de los parámetros de entrada y la descripción acústica de la sala son factores clave para la selección del método de predicción.

3.3.1.2.1. Descripción de la sala vacía

La habitación vacía es el espacio limitado por las superficies de la sala como son los límites de la sala de trabajo (techo, piso, paredes) y las grandes superficies internas que limitan el espacio en ella (mamparas, particiones, cerramientos, cabinas, etc.).

Los métodos de predicción necesitan las características de las superficies de la sala, como su geometría (posición, dimensión, forma, etc.).

Tabla 2 *Absorción y forma de la sala*

Nivel de detalle de la descripción	Absorción y forma de la sala
1	La sala se caracteriza por su volumen y por el coeficiente medio de absorción de sus superficies.
2	Forma de caja. Cada superficie se caracteriza por un único coeficiente de absorción.

Nota. La tabla muestra varios grados de complejidad en la descripción de la sala.

Fuente: datos según la (ISO 11690-3)

3.3.1.2.2. Descripción del equipamiento de la sala

Por equipamiento se entiende cualquier parte de la disposición de la sala que afecte a la propagación del sonido. Los accesorios son máquinas, productos almacenados, pantallas, pilares, conductos, tabiques, cabinas, etc.

Tabla 3 *Equipamiento de la sala.*

Nivel de detalle de la descripción	Descripción de los accesorios de la sala
1	Los accesorios no se tienen en cuenta.
2	Se tienen en cuenta la forma real y la ubicación de los accesorios.

Fuente: Datos según la (ISO 11690-3)

3.3.1.2.3. Fuentes

Las fuentes de ruido consideradas son máquinas, equipos y cualquier actividad ruidosa.

La emisión de ruido se puede caracterizar por los siguientes descriptores:

- Nivel de potencia sonora: ponderado A, en bandas de octava o bandas de tercio de octava.

- Nivel de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo: ponderado A, bandas de octava.

- Directividad o distribución del nivel de presión sonora en la superficie de medición.

Tabla 4 Niveles posibles de detalle en la descripción de las fuentes

Nivel de detalle de la descripción	Descripción de la fuente
1	Fuentes puntuales omnidireccionales
2	Fuentes puntuales con patrón de directividad

Fuente: datos según la (ISO 11690-3)

El nivel de potencia sonora y el nivel de presión sonora de emisión en los puestos de trabajo son los principales descriptores de la fuente. Pueden medirse en laboratorios o in situ. Las condiciones de operación y montaje afectan fuertemente la emisión de ruido de las máquinas. Por lo tanto, también se debe tener en cuenta el tipo y la velocidad del proceso.

3.3.1.2.4. Datos de referencia

Los datos de referencia se recopilan de salas similares previamente estudiadas o de la propia sala. Estos datos pueden ser parámetros como coeficientes de absorción, emisiones sonoras de las fuentes y/o datos como niveles de presión sonora, curvas de distribución espacial del sonido, etc. El conocimiento de estas magnitudes ayuda al especialista en ruido a elegir la predicción más adecuada.

3.3.1.3. Elección del método de predicción

Tabla 5 Categorías de métodos de predicción

Categoría	Métodos de predicción	
1	Campo difuso	
2a	Geométrica	Habitaciones que se pueden aproximar por un coeficiente de absorción medio para cada pared y una densidad media de los accesorios.
2b	Geométrica	Habitaciones que pueden aproximarse mediante un coeficiente de absorción medio para cada superficie de la habitación y una densidad media para los accesorios en cada zona de la habitación.
2c	Geométrica	Habitaciones en las que se debe considerar la distribución individual de absorción y equipamiento.

Fuente: Datos según la (EN ISO 11690-3)

3.3.1.3.1. Método de campo difuso

Con este método, la predicción del ruido es relativamente simple. El nivel de presión sonora en un punto se obtiene sumando las contribuciones de los campos directo y reflejado, suponiendo este último campo difuso. En algunos casos, aunque las condiciones de campo difuso no se cumplan exactamente, la distribución del sonido que es específica de un campo difuso puede considerarse una aproximación aceptable. Este suele ser el caso en salas altamente reverberantes con superficies acústicamente duras y muchos accesorios.

3.3.1.4. Cálculo predictivo

Una vez que se eligen el método de predicción y el nivel adecuado de detalle de sus parámetros de entrada, el método de predicción se usa primero para calcular, p. niveles de presión sonora en las estaciones de trabajo y curva(s) de distribución espacial del sonido para los datos de entrada dados de la sala de trabajo.

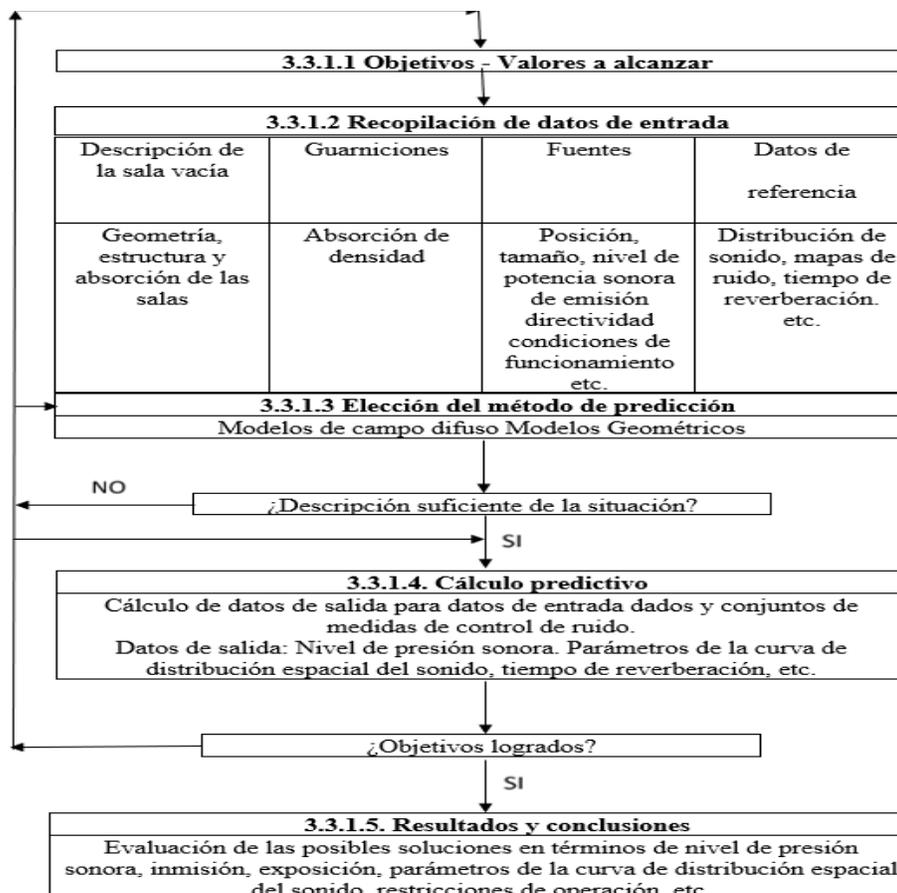
3.3.1.5. Resultados y conclusiones

El método de predicción proporciona niveles de presión sonora, niveles de inmisión o exposición al ruido.

Los resultados (curvas, mapas, valores en tablas) se pueden comparar con los límites dados o los valores recomendados para el nivel de presión del sonido en las estaciones de trabajo o para el decaimiento del sonido espacial. Las diferencias entre los valores calculados para las situaciones inicial y predicha ayudan a evaluar las diversas soluciones.

Figura 12

Diagrama de flujo general para la predicción de ruido en salas de trabajo



Fuente: NORMA NTE-INEN-ISO/TR 11690-3

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se detallan de manera resumida, mediante el uso de tablas y gráficos estadísticos, los datos recolectados durante el desarrollo de las mediciones en las diferentes áreas de la planta académica textil CTEX UTN, con el objetivo de realizar la caracterización acústica en sus instalaciones y consecuentemente, su influencia en las actividades académicas.

En primera instancia el proceso de medición inició con la calibración del sonómetro según manual del equipo, el estudio se lo realizó durante la jornada de trabajo en actividades académicas normales en horario de 7 a 14 horas, con el fin de obtener un registro de las mediciones más reales, ya que en este horario los docentes prenden las máquinas para realizar la parte práctica con los alumnos en las diferentes asignaturas.

Para la investigación se utilizó las normas NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 y también la norma INEN ISO 9612 que es la que más se apega a nuestro estudio y nuestro contexto, las mediciones se las realizaron en las tres aulas, en un laboratorio y en la oficina de los asistentes del laboratorio, la medición se lo realizó prendiendo una a una las máquinas simultáneamente y las mediciones se lo fue realizando en simultáneo como muestran las tablas y los gráficos que a continuación los describo.

Las tablas y los gráficos que a continuación se detallan con los resultados de la información que generó en el software del sonómetro marca Cirrus, datos obtenidos en banda de octavas y ponderación A.

Los resultados que se detallan son: las mediciones en decibeles sin ponderar y los decibeles ponderados en A, el gráfico de presión sonora, el comportamiento del ruido sin ponderar y ponderado, los resultados $L_{p1}(A)$, L_{eq} y finalmente la exposición proyectada.

Figura 13

Mediciones de: compresor y caldero

Lugar: Aula 7G

Fecha: 7/11/2022 Hora 10:56:01

Instrumento: G068418, CR:162C

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:03

Calibración: 16/07/2022

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	52	53	47	51	44	42	39	30	24	26	41	40
Nivel (dB)A	13	27	31	42	41	42	40	31	23	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor y caldero.

Figura 14

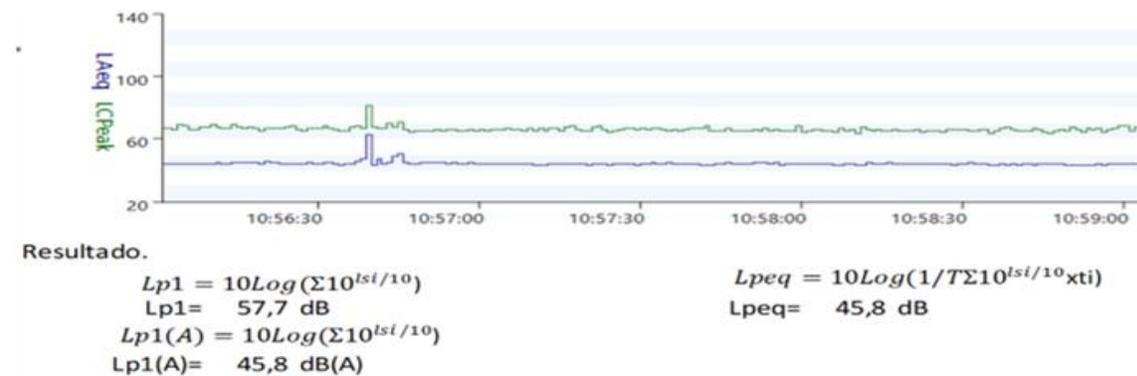
Nivel de presión sonora aula 7G



Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor y caldero.

Figura 15

Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G



Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor y caldero.

Figura 16

Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)A	33,8	36,8	39,8	42,8	44,6	45,8	46,8	47,6

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor y caldero.

Lugar: Aula 7G Proyecto:

Fecha: 7/11/2022 10:08:32

Instrumento: G068418, CR:162C

Trabajo de grado

Duración: 03:03

Calibración: 16/07/2022

Figura 17

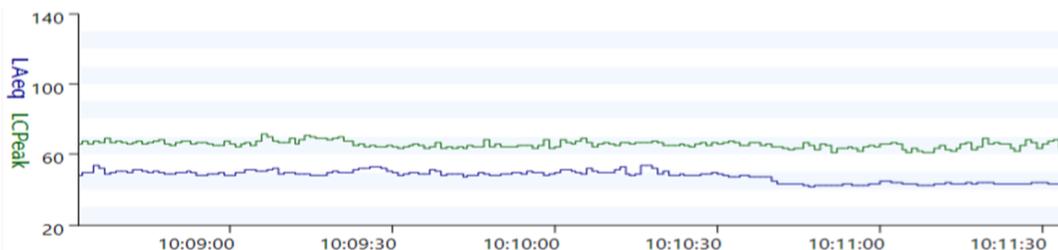
Mediciones de: compresor, caldero y barca

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	49	60	45	45	42	43	48	34	24	25	49	50
Nivel (dB)A	10	34	29	36	39	43	49	35	23	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero y barca.

Figura 18*Nivel de presión sonora Aula 7G*

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero y barca

Figura 19*Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G*

Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 61,0 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 48,9 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 48,9 \text{ dB}$$

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor y caldero.

Figura 20*Exposición proyectada*

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)A	36,9	39,9	42,9	45,9	47,7	48,9	49,9	50,7

Nota: Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero y barca.

Lugar: Aula 7G Proyecto:

Fecha: 7/11/2022 hora: 12:04:29

Instrumento: G068418, CR:162C

Trabajo de grado

Duración: 03:02

Czalibración: 16/07/2022

Figura 21

Mediciones de: compresor, caldero, barca y centrífuga

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	51	55	51	56	63	60	55	46	28	26	59	60
Nivel (dB)A	12	29	35	47	60	60	56	47	27	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca y centrifugadora.

Figura 22

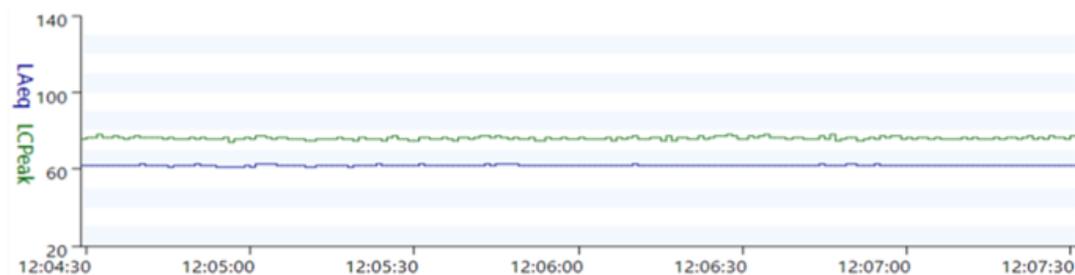
Nivel de presión sonora aula 7G



Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca y centrifugadora.

Figura 23

Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 66,4 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 62,2 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 62,2 \text{ dB}$$

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero y centrifugadora.

Figura 24*Exposición proyectada*

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)A	50,2	53,2	56,2	59,2	61,0	62,2	63,2	64,0

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca y centrifugadora.

Lugar: Aula 7G

Fecha: 8/11/2022 Hora: 12:59:13

Instrumento: G068418, CR:162C

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:03

Calibración: 16/07/2022

Figura 25*Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2*

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	57	57	55	59	67	59	55	47	37	27	63	65
Nivel (dB)A	18	31	39	50	64	59	56	48	36	20		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

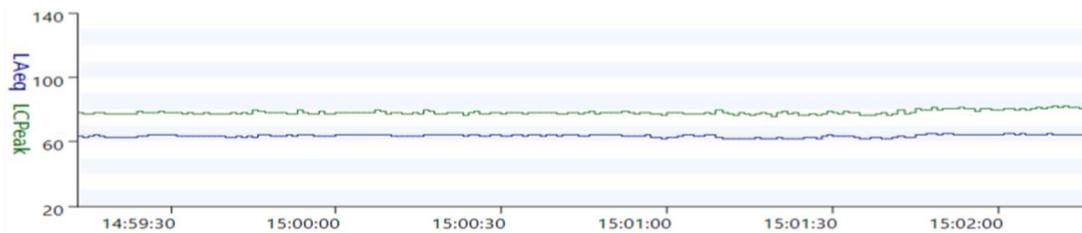
Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2.

Figura 26*Nivel de presión sonora*

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2.

Figura 27

Presión sonora equivalente en ponderación A aula 7G



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 69,2 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 64,2 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 64,2 \text{ dB}$$

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2.

Figura 28

Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)A	52,2	55,2	58,2	61,2	63,0	64,2	65,2	66,0

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2.

Lugar: Aula 7G Proyecto:

Fecha: 8/11/2022 Hora: 12:26:19

Instrumento: G068418, CR:162C

Trabajo de grado

Duración: 03:03

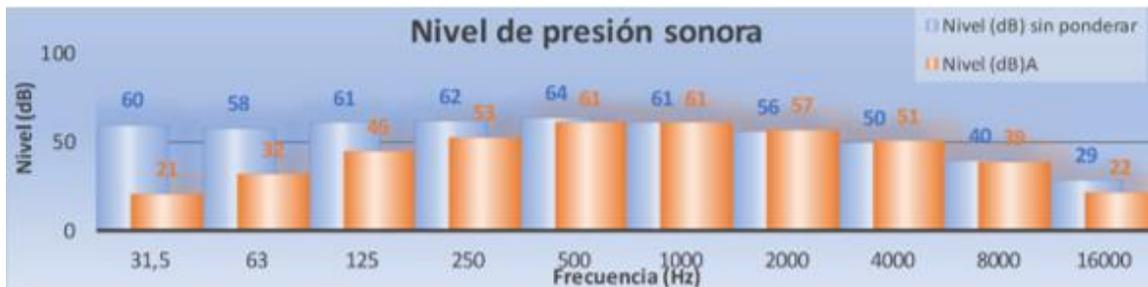
Calibración: 16/07/2022

Figura 29

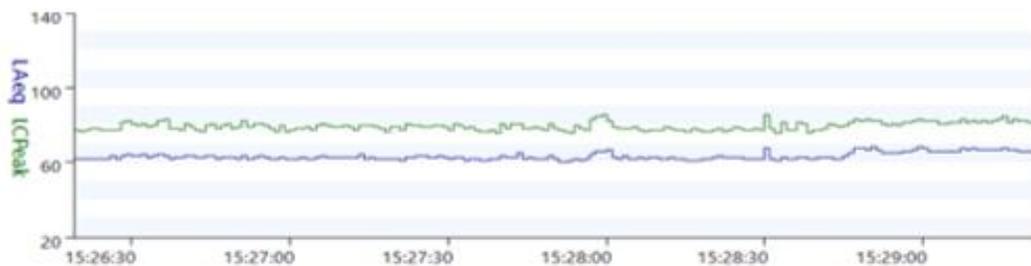
Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1.

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	60	58	61	62	64	61	56	50	40	29	60	60
Nivel (dB)A	21	32	45	53	61	61	57	51	39	22		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1.

Figura 30*Nivel de presión sonora*

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1.

Figura 31*Presión sonora equivalente en ponderación A*

Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 69,4 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 63,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 63,6 \text{ dB}$$

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1.

Figura 32*Exposición proyectada*

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)A	51,6	54,6	57,6	60,6	62,4	63,6	64,6	65,4

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1.

Resultados de mediciones

Tabla 6

Mediciones de: Aula 7G

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor y caldero	57,7	45,8	45,8	33,8	36,8	39,8	44,6	43,7	45,8	46,8	47,6
Compresor, caldero y barca	61,0	48,9	48,9	36,9	39,9	42,9	45,9	47,7	48,9	49,9	50,7
Compresor, caldero, barca y centrífuga	66,4	62,2	62,2	50,2	53,2	56,2	59,2	61,0	62,2	63,2	64,0
Compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	69,2	64,2	64,2	52,2	55,2	58,2	61,2	63,0	64,2	65,2	66,0
Compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1	69,4	63,6	63,6	51,6	54,6	57,6	60,6	62,4	63,6	64,6	65,4

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones en el aula 7G.

Tabla 7
 Mediciones de: Aula 8G

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor y caldero	64,8	57,4	57,4	45,4	48,4	51,4	54,4	56,2	57,4	58,4	59,2
Compresor, caldero y barca	66,5	47,7	47,7	35,7	38,7	41,7	44,7	46,4	47,7	48,7	49,5
Compresor, caldero, barca y centrífuga	66,6	60,3	60,3	48,2	51,2	54,2	57,3	59,0	60,3	61,2	62,0
Compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	67,6	61,2	61,2	49,1	52,1	55,2	58,2	59,9	61,2	62,1	62,9
Compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1	68,5	62,0	62,0	49,9	52,9	55,9	58,9	60,7	62,0	62,9	63,7

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones en el aula 8G.

Tabla 8
Mediciones de: Aula 9G

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor y caldero	63,7	57,2	57,2	45,2	48,2	51,2	54,2	55,9	57,2	58,2	59,0
Compresor, caldero y barca	64,2	57,2	57,2	45,1	48,1	51,1	54,2	55,9	57,2	58,1	58,9
Compresor, caldero, barca y centrífuga	66,6	60,3	60,3	36,7	39,7	42,7	45,8	47,5	48,8	49,7	50,5
Compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	65,8	59,8	59,8	47,7	50,7	53,7	56,8	58,5	59,8	60,7	61,5
Compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1	68,8	61,6	61,6	49,6	52,6	55,6	58,6	60,4	61,6	62,6	63,4

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones en el aula 9G.

Resultados de laboratorio de tintorería

Tabla 9

Mediciones de: Laboratorio de tintorería

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor y caldero	58,4	51,0	51,0	38,9	41,9	45,0	48,0	49,7	51,0	51,9	52,7
Compresor, caldero y barca	65,8	59,9	59,9	47,9	50,9	53,9	57,0	58,7	60,0	60,9	61,7
Compresor, caldero, barca y centrífuga	66,5	62,1	62,1	50,1	53,1	56,1	59,1	60,9	62,1	63,1	63,9
Compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	65,6	60,0	60,0	47,9	50,9	53,9	56,9	58,7	59,9	60,9	61,7
Compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1	69,5	64,3	64,3	52,3	55,3	58,3	61,3	63,1	64,3	65,3	66,1

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de laboratorio de tintorería.

Resultado de mediciones de la oficina

Tabla 10

Mediciones de: Oficina

	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	Exposición proyectada							
				30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor y caldero	50,3	41,9	41,9	29,9	32,9	35,9	38,9	40,6	41,9	42,9	43,7
Compresor, caldero y barca	57,2	50,3	50,3	38,2	41,2	44,2	47,3	49,0	50,3	51,2	52,0
Compresor, caldero, barca y centrífuga	62,1	53,4	53,4	41,4	44,4	47,4	50,4	52,2	53,4	54,4	55,2
Compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2	65,8	61,8	61,8	49,8	52,8	55,8	58,8	60,6	61,8	62,8	63,6
Compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1	69,2	62,9	62,9	50,9	53,9	56,9	59,9	61,7	62,9	63,9	64,7

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de la oficina.

Resultados de mediciones en la fuente de planta la textil

Tabla 11

Mediciones en la fuente de la planta textil

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Compresor	82,8	77,0	77,0	65,0	68,0	71,0	74,0	75,8	77,0	78,0	78,8
Caldero	79,9	72,2	72,2	60,1	63,1	66,1	69,1	70,9	72,2	73,1	73,9
Barca	87,0	84,2	84,2	72,2	75,2	78,2	81,2	83,0	84,2	85,2	86,0
Centrífuga	85,9	83,9	83,9	71,9	74,9	77,9	80,9	82,7	83,9	84,9	85,7
Circular 1	83,7	78,5	78,5	66,5	69,5	72,5	75,5	77,3	78,5	79,5	80,3
Circular 2	86,1	80,2	80,2	68,2	71,2	74,2	77,2	79,0	80,2	81,2	82,0

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de la fuente de la planta textil.

Resumen de informe de la octava

Tabla 12

Mediciones de: Planta textil

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Confección	76,7	72,3	72,3	60,3	63,3	66,3	69,3	71,1	72,3	73,3	74,1
Tejido de punto	77,6	72,7	72,7	60,6	63,6	66,6	69,7	71,4	72,7	73,6	74,4
Tintorería	78,5	70,4	70,4	58,3	61,3	64,3	67,4	69,1	70,4	71,3	72,1

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de la planta textil.

Tabla 13*Cálculo del Lp1(A): Planta textil*

	Exposición proyectada										
	Lp1	Lp1(A)	Lpeq	30 min	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Aula 7G	69,4	63,6	63,6	51,6	54,6	57,6	60,6	62,4	63,6	64,6	65,4
Aula 8G	68,5	62,0	62,0	49,9	52,9	55,9	58,9	60,7	62,0	62,9	63,7
Aula 9G	68,8	61,6	61,6	49,6	52,6	55,6	58,6	60,4	61,6	62,6	63,4
Laboratorio	69,5	64,3	64,3	52,3	55,3	58,3	61,3	63,1	64,3	65,3	66,1
Oficina	69,2	62,9	62,9	50,9	53,9	56,9	59,9	61,7	62,9	63,9	64,7
Confeción	76,7	72,3	72,3	60,3	63,3	66,3	69,3	71,1	72,3	73,3	74,1
Tejido de punto	77,6	72,7	72,7	60,6	63,6	66,6	69,7	71,4	72,7	73,6	74,4
Tintorería	78,5	70,4	70,4	58,3	61,3	64,3	67,4	69,1	70,4	71,3	72,1

Nota. Se presentan los resultados del Lp1(A) de la planta textil

Cálculo de la predicción del ruido de acuerdo con la norma EN ISO 11690-3

Para el cálculo de la predicción de ruido, es necesario calcular la potencia sonora (L_w), la constante del recinto (R) y la presión sonora (L_p). La potencia sonora es la energía sonora que irradia una fuente sonora por unidad de tiempo a través del aire, y se le calcula con la siguiente expresión:

$$L_w = l_p + 10 \log \frac{S}{S_0}$$

S: superficie en metros cuadrados de las máquinas

Tabla 14*Cálculo de la potencia sonora (Lw)*

	Compresor	Caldero	Barca	Centrífuga	Circular 1	Circular 2
LeqA (dB)	77	72,2	84,2	83,9	78,5	80,2
S maq (m ²)	2	3	4,5	3,75	5,12	5,25
Lw (dB) (potencia sonora)	80,01	76,97	90,73	89,64	85,59	87,40

Nota. Se presentan los cálculos de la potencia sonora

Tabla 15

Mediciones de las distancias en metros, desde la fuente (máquinas) hasta los lugares de trabajo (receptor)

	Compresor (m)	Caldero (m)	Barca (m)	Centrífuga (m)	Circular 1 (m)	Circular 2 (m)
Aula 7G	19,0	37,0	37,0	33,0	12,5	17,5
Aula 8G	18,4	36,0	36,0	35,0	14,0	18,2
Aula 9G	15,0	38,0	38,0	34,0	10,8	15,2
Laboratorio	25,0	43,0	43,0	39,0	18,5	23,5
Oficina	16,2	35,0	35,0	31,0	10,5	15,5
Confeción	12,6	12,0	11,5	8,0	15,8	10,8
Tejido de punto	7,0	23,6	23,2	23,5	5,0	5,0
Tintorería	17,0	4,0	5,0	3,5	19,5	19,0

Nota. Se presentan los resultados de las mediciones de las distancias.

La constante del recinto (R), da una idea de la cantidad acústica de la sala y se le calcula

con la siguiente expresión:

$$R = \frac{S\bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$$

Donde:

S es la superficie total

$\bar{\alpha}$ coeficiente de absorción medio del recinto

Tabla 16*Constante del recinto (R)*

α Coeficiente de absorción	S Área sala (m ²)	R (constante del recinto)
0,3	1441,15	617,64

Nota. Se presenta la constante de recinto

El nivel de presión sonora en un recinto o local cerrado (L_p), que es el resultado de las variaciones de presión que experimentan el sonido en el aire y viene dada por la siguiente expresión:

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q(=1)}{4\pi d^2} + \frac{4}{R} \right)$$

Considerando una fuente con radiación omnidireccional Q siempre será igual a 1

- L_w : nivel de potencia sonora de la fuente
- d : distancia del punto considerado de la fuente
- R : constante del recinto

Tabla 17*Cálculo del nivel de presión sonora (L_p)*

	L_p (dB) Compresor	L_p (dB) Caldero	L_p (dB) Barca	L_p (dB) Centrífuga	L_p (dB) Circular 1	L_p (dB) Circular 2
Aula 7G	58,27	55,12	68,88	67,80	64,03	65,69
Aula 8G	58,28	55,13	68,89	67,80	63,97	65,67
Aula 9G	58,35	55,12	68,88	67,80	64,14	65,74
Laboratorio	58,21	55,11	68,87	67,79	63,86	65,61
Oficina	58,32	55,13	68,89	67,81	64,16	65,73
Confección	58,45	55,44	69,23	68,52	63,91	65,95
Tejido de punto	59,10	55,18	68,94	67,85	65,44	67,25
Tintoreía	58,30	57,56	70,58	70,77	63,84	65,66

Nota. Se presenta el cálculo del nivel de presión sonora

Para realizar un análisis de la investigación sobre la predicción del ruido aplicando la norma NTE-INEN-ISO/TR 11690-3 Propagación del sonido y ruido predicción en salas de trabajo versus la medición in situ del ruido de acuerdo con la norma NTE INEN-ISO 9612 determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería, a continuación, se realizó la siguiente tabla.

Tabla 18

Cálculo L_p total predicción Vs L_p total medido

	L_p Total (dB)	L_{eqA} (dB)
Aula 7G	73,22	63,65
Aula 8G	73,21	61,17
Aula 9G	73,24	61,64
Laboratorio	73,18	64,31
Oficina	73,25	62,91
Confección	73,60	72,33
Tejido de punto	73,78	72,67
Tintorería	74,88	70,37

$$L_p T = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{L_{pi}/10})$$

Nota. Se presenta el cálculo de L_p total Vs L_p total medido.

Cálculo del protector auditivo por el método de bandas de octava

Para el cálculo del protector adecuado, se obtiene con los datos de las bandas de octavas desde 31,5 hasta 8000 Hz, como también es necesario disponer los niveles de ruido por banda de octavas del área de trabajo dB (A).

Tabla 19
Cálculo del tapón reutilizable 3M

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LA	LIN	L'A
Nivel (dB) sin ponderar	54	71	67	69	71	70	67	65	59		77,6	
LA	15	45	51	60	68	70	68	66	58	72,7		
AT (dB)	23,6	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9			
Sd (dB)	9,4	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	6,8	6,7			
AT-2Sd	4,8	7,8	7,9	6,6	10,3	13,2	22	21,8	25,5			
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1			
NP(1)-(AT- 2Sd)+A	10,2	37,2	43,1	53,4	57,7	56,8	46	44,2	32,5			61,4

Nota: se presenta el cálculo del tapon reutilizable 3M

Resultado.

$$LIN = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$LIN = 77,6 \text{ dB}$$

$$LA = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$LA = 72,7 \text{ dB}$$

$$L'A = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10}) \quad \text{Norma EN 24869-1}$$

$$L'A = 61,4 \text{ dB}$$

$$L'A = LA + 7 - \text{NRR} \quad \text{NRR} = 25$$

$$L'A = 54,7 \text{ dB}$$

El nivel de protección auditivo se calculó con la norma IRAM 4060.1 con la siguiente

fórmula: $L'A = LA + 7 - \text{NRR}$.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Considerando el artículo 424, que señala la Constitución de la República del Ecuador es la norma suprema y prevalece sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico y el artículo 425, que establece el orden jerárquico de la aplicación de las normas, se analizaron todas las leyes orgánicas ordinarias relacionadas con el tema de investigación y adicionalmente se consideró la norma EN ISO 11690-3 y la NORMA INEN ISO 9612, obteniendo así una base técnica legal que permite establecer los parámetros, procedimientos y controles relacionados con los establecimientos educativos en función del ruido.
- Con la aplicación de las normas EN ISO 11690-3 e INEN ISO 9612, se levantó la información necesaria para obtener dos recursos importantes; el primero permite establecer un nivel de atenuación el ruido en función de la distancia y predecir el nivel de ruido, aplicando la primera norma mencionada anteriormente; posteriormente, para verificar esta predicción, se realizó el estudio con equipos medición que arrojan datos que permiten establecer la comparación necesaria para determinar si la información obtenida guarda relación con el cálculo de la predicción. Como resultado, en la tabla comparativa se muestran los siguientes valores. La tabla comparativa evidencia que el nivel de atenuación en función de la distancia es similar a los valores medidos en la práctica, por lo tanto, se concluye que los métodos empleados son los adecuados.

	Lp Total (dB)	LeqA (dB)
Aula 7G	73,22	63,65
Aula 8G	73,21	61,17
Aula 9G	73,24	61,64
Laboratorio	73,18	64,31
Oficina	73,25	62,91
Confección	73,60	72,33
Tejido de punto	73,78	72,67
Tintorería	74,88	70,37

- Se concluye que en los espacios cerrados existe una diferencia debido a que hay las paredes y puertas, en los campos abiertos no hay mayor diferencia y en el área de tintorería hay una pequeña diferencia porque existe una media pared, por lo que se concluye que está bien evaluado por los dos métodos.
- Con la evaluación del ruido, aplicando la normativa pertinente, se consigue elaborar un documento para el control jerárquico del ruido, que consiste en un plan aplicable en la planta académica textil UTN; básicamente incluye: Plan de Adecuación de la Infraestructura (consiste un control en la fuente, en el medio y en el receptor), Plan de un Programa de Capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional (matriz del cronograma de capacitación), Plan de Adquisición de Equipos de Protección Personal. A partir de los resultados obtenidos de las mediciones en las diversas áreas, es posible establecer los cálculos para protectores auditivos por el método de banda de octavas y posteriormente el Plan de Vigilancia de la Salud, en el que se recomienda realizar exámenes audiométricos anuales, seguimiento y vigilancia de la salud a todos los trabajadores de la Planta Académica.
- La aplicación y uso adecuado del documento elaborado en este trabajo de investigación pretende mejorar las condiciones de bienestar en la comunidad textil de

la Universidad Técnica del Norte, lo que finalmente conlleva a una disminución en la incidencia del ruido y consecuentemente mejorar la salud ocupacional en su conjunto.

- Finalmente, se realizó la caracterización del ruido mediante la aplicación de las normas EN ISO 11690-3 e INEN ISO 9612, lo que permitió elaborar un plan de control y determinar los efectos negativos de la exposición al ruido, garantizando la seguridad y la salud de todos los estamentos involucrados.

5.2. Recomendaciones

- A las autoridades de la Universidad Técnica del Norte, ampliar el repositorio universitario en cuanto a su catálogo de fuentes bibliográficas, de preferencia con la adquisición de normas INEN, para el uso de las investigaciones que se requieran.
- En función de este trabajo de investigación, adquirir protectores auditivos necesarios, que cumplan con las condiciones determinadas en este estudio, para el uso de los estamentos universitarios.
- Realizar nuevamente el estudio, cada vez que se adquiera maquinaria o se modifique la infraestructura, puesto que las condiciones, parámetros y variables ya no serán las mismas que se aplicaron en este estudio.
- Se sugiere, a las autoridades de la Universidad Técnica del Norte, que se asignen los recursos presupuestarios necesarios, para realizar las modificaciones de infraestructura y la adquisición de equipos de protección personal indicados en esta investigación.

ANEXOS

Anexo 1

Normas ISO

1.- Norma BS EN ISO 11690-3-1998

BS EN ISO 11690-3~1998

ACÚSTICA – PRÁCTICA RECOMENDADA PARA EL DISEÑO DE LUGARES DE TRABAJO CON BAJO NIVEL DE RUIDO QUE CONTIENEN MAQUINARIA.

PARTE 3: PROPAGACIÓN DEL SONIDO Y PREDICCIÓN DEL RUIDO EN RECINTOS DE TRABAJO.

Prólogo nacional

Fecha Texto afectado

Esta norma británica es la versión en inglés de EN ISO 116903: 1998.

La participación del Reino Unido en su preparación fue encomendada por el Comité Técnico EW1, Acústica, al Subcomité EWU4, Ruido de maquinaria, que tiene la responsabilidad de:

- ayudar a los investigadores a comprender el texto;
- presentar al comité responsable cualquier consulta sobre la interpretación, o propuestas de cambio, y mantener informados los intereses del Reino Unido;
- monitorear los desarrollos internacionales y europeos relacionados y promulgar ellos en el IK

Se puede obtener una lista de las organizaciones representadas en este subcomité solicitándola a su secretaría.

Referencias cruzadas

Llama la atención el hecho de que las normas CEN y CENELEC normalmente incluyen un anexo que enumera las referencias normativas a publicaciones internacionales con sus correspondientes publicaciones europeas. Las normas británicas que implementan las publicaciones internacionales o europeas a las que se hace referencia en este documento se pueden encontrar en el Catálogo de normas de BSI en la sección titulada "Índice de correspondencia de normas internacionales", o utilizando la función "Buscar" del Catálogo electrónico de normas de BSI.

Una norma británica no pretende incluir todas las disposiciones necesarias de un contrato. Los usuarios de British Standards son responsables de su correcta aplicación.

El cumplimiento de una norma británica no confiere por sí mismo inmunidad frente a las obligaciones legales.

resumen de paginas

2.- Norma NTE INEN-ISO 9612



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN-ISO 9612
Primera edición
2014-01

**ACÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL
TRABAJO. MÉTODO DE INGENIERIA (ISO 9612:2009, IDT)**

ACOUSTICS. DETERMINATION OF OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE. ENGINEERING
METHOD (ISO 9612:2009, IDT)

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 9612:2009.

DESCRIPTORES: Acústica, determinación, exposición al ruido, ingeniería.
ICS: 13.140

52 Páginas

© ISO 2009 – Todos los derechos reservados
© INEN 2014

Anexo 2*Certificados de calibración***1.- Certificado de calibración sonómetro marca Cirrus****Certificate of Calibration****Equipment Details**

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
 Instrument Type CR:162C
 Description Sound Level Meter
 Serial Number G068418

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Croft', is written over a horizontal line.

Calibration Date

26 julio 2022

Calibration Certificate Number

218215

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

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH

Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742

Email: sales@cirrusresearch.co.uk

2.- Certificado de calibración del calibrador marca Cirrus

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
 Instrument Type CR:514
 Description Acoustic Calibrator
 Serial Number 70700

Calibration Procedure

The acoustic calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual. The procedures and techniques used to follow the recommendations of the IEC standard Electroacoustics – Sound Calibrators IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, BS EN 60942:1998 and BS EN 60942:2003 where applicable. The calibrator's main output is 94.00 dB (1 Pa) and this was set within the 0.01 dB resolution of the test system, i.e. one hundredth of a decibel. Numbers in [parenthesis] refer to the paragraph in IEC 60942.

Calibration Traceability

The calibrator 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

Calibration Climate Conditions

The climatic test conditions were all maintained within the permitted limits of IEC 60942:1997.

Temperature	[B.3.2]	Permitted band 15°C to 25°C
Humidity	[B.3.2]	Permitted band 30% to 90% RH
Static Pressure	[B.3.2]	Permitted band 85 kPa to 105 kPa
Ambient Noise Level	[B.3.3.6]	Max permitted level 64 dB(Z)

Measurement Results

The figures below are the Calibration Laboratory test limits for this model calibrator and have a smaller tolerance than those permitted in IEC 60942.

94 dB Output	94.00 dB	Permitted band	93.95 to 94.05dB
104 dB Output	dB	Permitted band	103.80 to 104.30dB
Frequency	1000 Hz	Permitted band	990 to 1010Hz

Uncertainty

With an uncertainty coefficient of $k=2$, i.e. a 95% confidence level, the uncertainty of each measure is

94 dB Output	± 0.13 dB	104 dB Output	± 0.14 dB
Frequency	± 0.1 Hz	Level Stability	± 0.04 dB

Calibrated by

Calibration Date

26 julio 2022

Calibration Certificate Number

218221

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

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

Anexo 3
Fotografías mediciones

1.- Medición aula 7G



2.- Medición aula 8G



3.- Medición aula 9G



4.- Medición laboratorio de tintorería



5.- Medición oficina administrativos



6.- Medición área de tejido de punto



7.- Medición área de confección



8.- Medición área de tintorería y acabados



Anexo 4

Fotografías mediciones distancias



1.- Medición de la distancia circular N° 1 oficinas administrativos



2.- Medición de la distancia circular N° 2 área de confección

Anexo 5

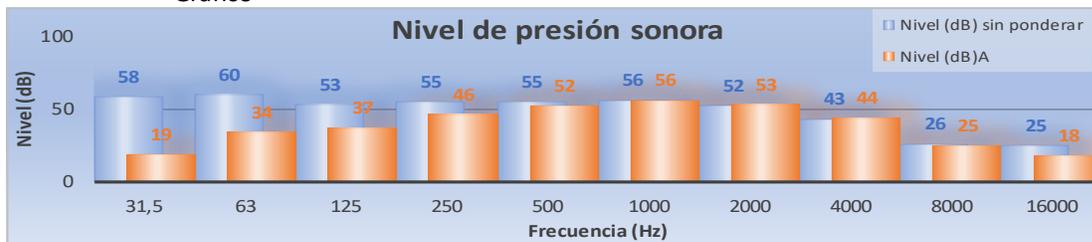
Tabla del cálculo de las mediciones

1.- Tabla Mediciones de: compresor y caldero

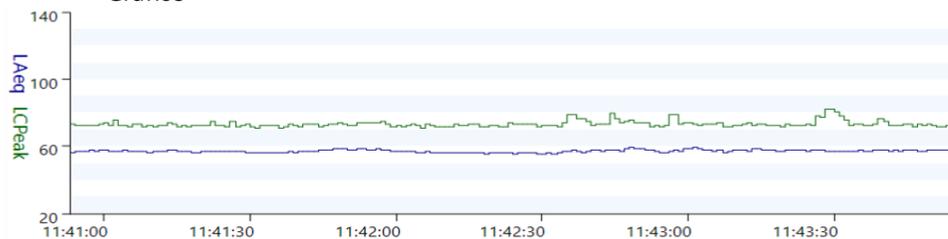
Nombre:	Fausto Gualoto	Lugar:	Aula 8G
Fecha:	7/11/2022 11:40:53	Proyecto:	Trabajo de grado
Duración:	03:03		
Instrumento:	G068418, CR:162C		
Calibración:	16/07/2022	Offset:	-1.78 dB

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	58	60	53	55	55	56	52	43	26	25	55	55
Nivel (dB)A	19	34	37	46	52	56	53	44	25	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 64,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 57,4 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 57,4 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB)	45,4	48,4	51,4	54,4	56,2	57,4	58,4	59,2

2.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero y barca

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Aula 8G

Fecha: 7/11/2022 09:30:36

Proyecto: Trabajo de grado

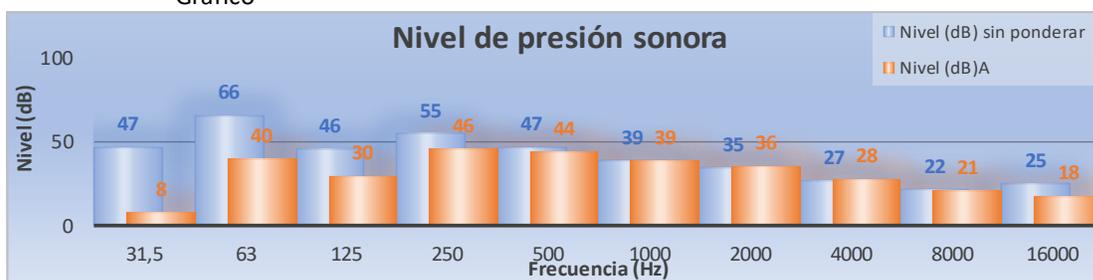
Duración: 03:52

Instrumento: G068418, CR:162C

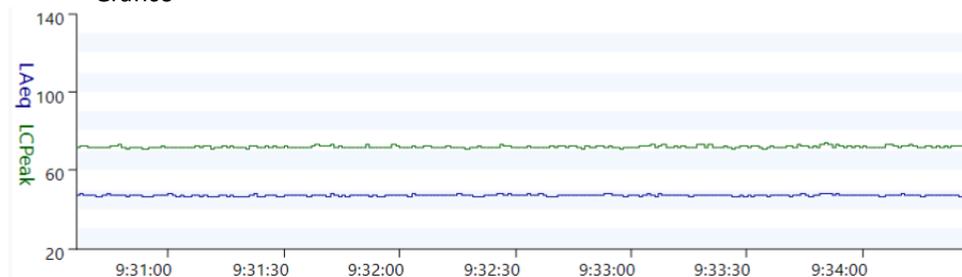
Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	47	66	46	55	47	39	35	27	22	25	45	45
Nivel (dB)A	8	40	30	46	44	39	36	28	21	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 66,5 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 47,7 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 47,7 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

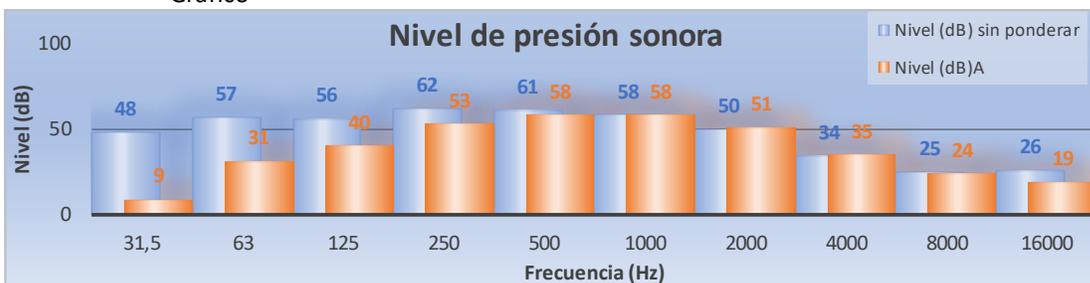
Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	35,7	38,7	41,7	44,7	46,4	47,7	48,7	49,5

3.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca y centrífuga

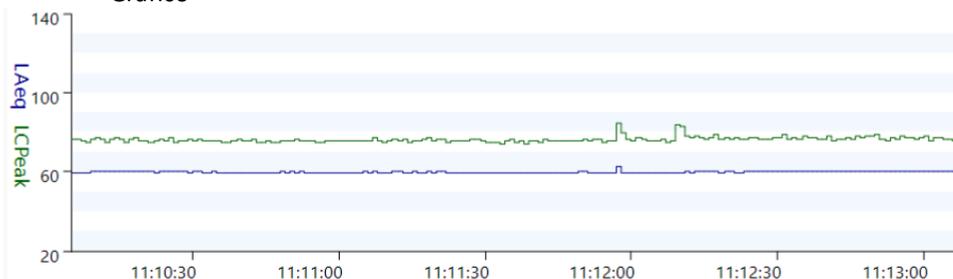
Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Aula 8G
 Fecha: 7/11/2022 11:10:05 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:03
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	48	57	56	62	61	58	50	34	25	26	56	60
Nivel (dB)A	9	31	40	53	58	58	51	35	24	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10}) \quad Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} xti)$$

$$Lp1 = 66,6 \text{ dB} \quad Lpeq = 60,3 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi(A)/10})$$

$$Lp1(A) = 60,3 \text{ dB(A)}$$

Tabla Exposición proyectada

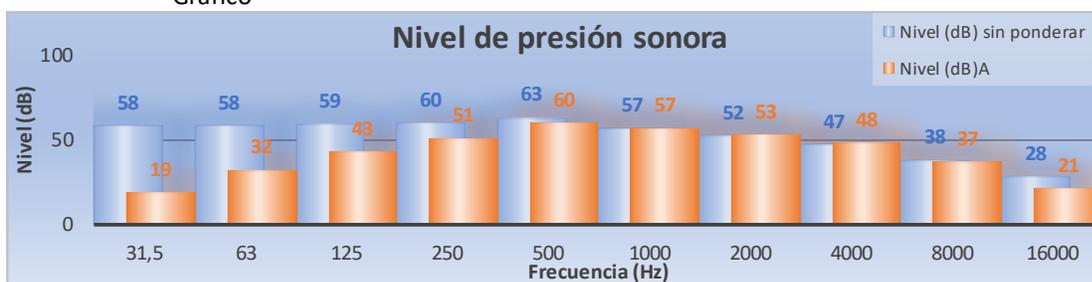
Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	48,2	51,2	54,2	57,3	59,0	60,3	61,2	62,0

4.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2

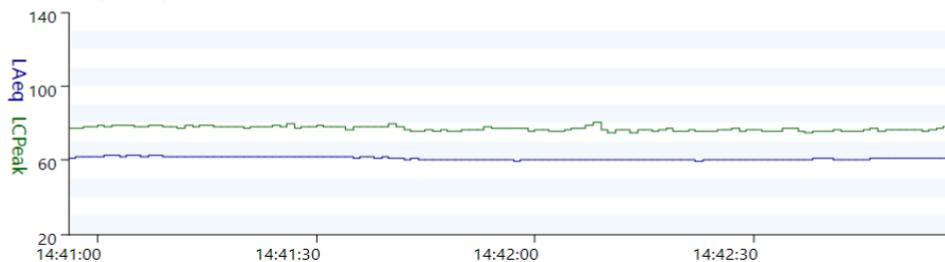
Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Aula 8G
 Fecha: 8/11/2022 14:40:56 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 02:02
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 20/07/2022 Offset: -1.65 dB

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	58	58	59	60	63	57	52	47	38	28	59	60
Nivel (dB)A	19	32	43	51	60	57	53	48	37	21		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10}) \quad L_{peq} = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Lp1 = 67,6 \text{ dB} \quad L_{peq} = 61,2 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 61,2 \text{ dB(A)}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
L _{aeq} (dB) A	49,1	52,1	55,2	58,2	59,9	61,2	62,1	62,9

5.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Aula 8G

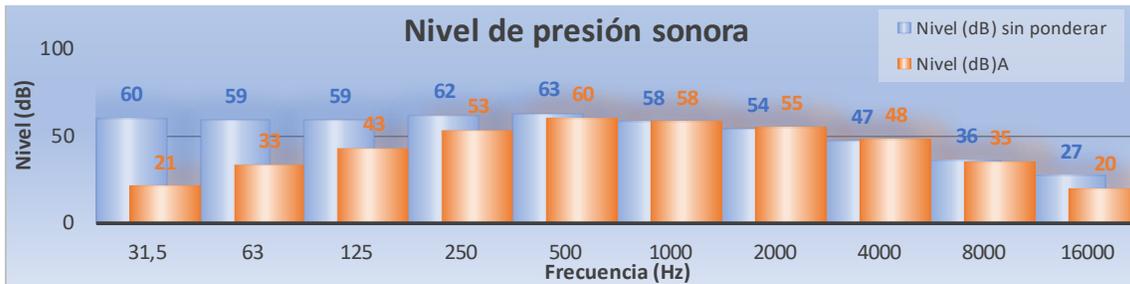
Fecha: 9/11/2022 11:52:53

Proyecto: Trabajo de grado

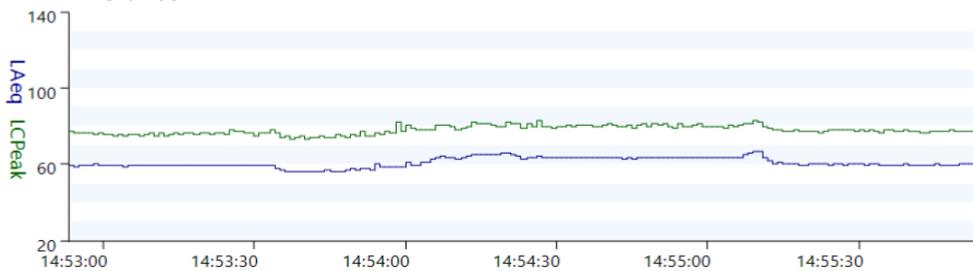
Duración: 03:02

Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 21/07/2022 Offset: -1.54 dB



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 68,5 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 62,0 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 62,0 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	49,9	52,9	55,9	58,9	60,7	62,0	62,9	63,7

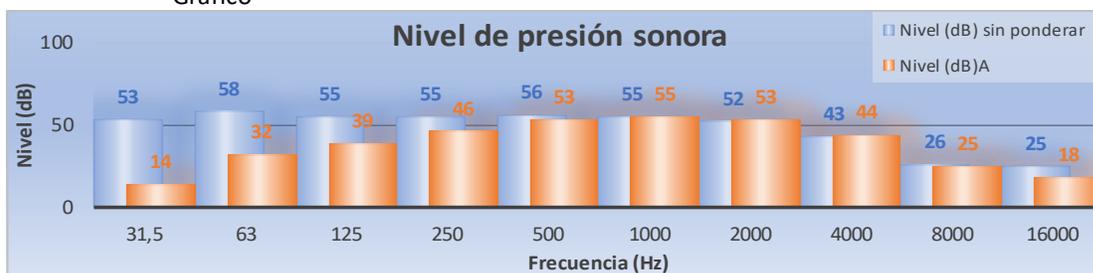
6.- Tabla Mediciones de: Mediciones de: compresor y caldero

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Aula 9G
 Fecha: 7/11/2022 11:37:39 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:02
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

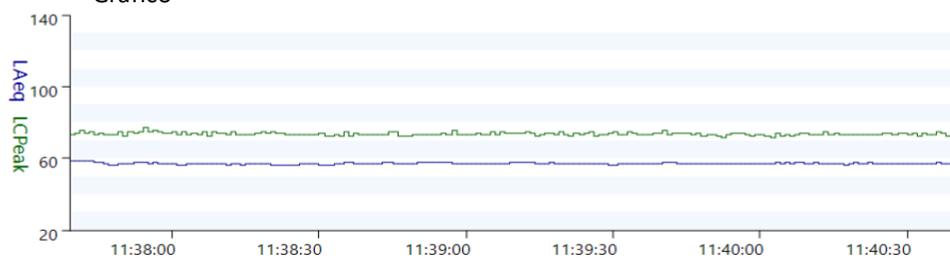
Tabla

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	53	58	55	55	56	55	52	43	26	25	54	55
Nivel (dB)A	14	32	39	46	53	55	53	44	25	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$L_{p1} = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10}) \quad L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{p1} = 63,7 \text{ dB} \quad L_{peq} = 57,2 \text{ dB}$$

$$L_{p1(A)} = 10 \log(\sum 10^{L_{si(A)}/10})$$

$$L_{p1(A)} = 57,2 \text{ dB(A)}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
L _{aeq} (dB) A	45,2	48,2	51,2	54,2	55,9	57,2	58,2	59,0

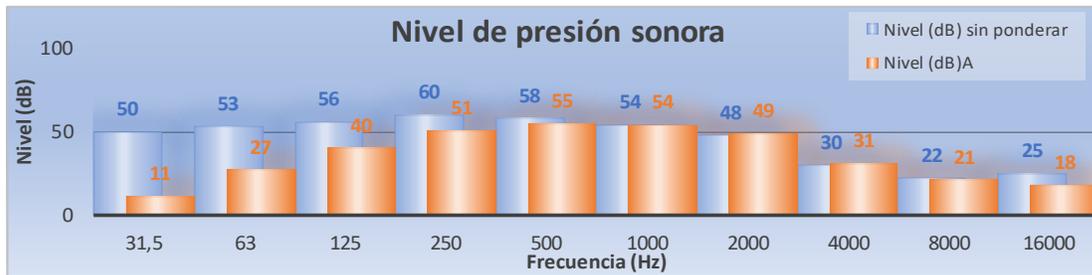
7.- Tabla Mediciones de: Mediciones de: compresor, caldero y barca

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Aula 9G
 Fecha: 7/11/2022 11:20:30 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:03
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 21/07/2022 Offset: -1.78 dB

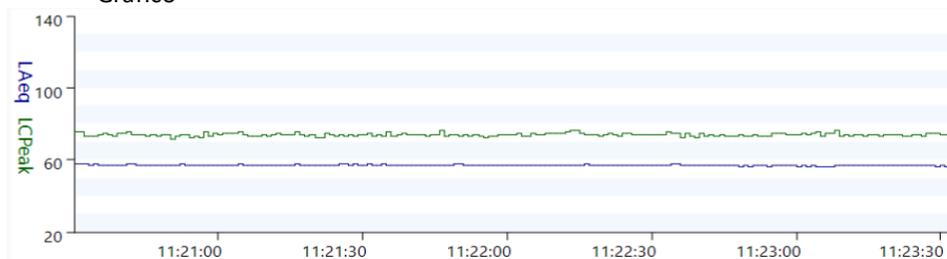
Tabla

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	50	53	56	60	58	54	48	30	22	25	54	55
Nivel (dB)A	11	27	40	51	55	54	49	31	21	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 64,2 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 57,2 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 57,2 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	45,1	48,1	51,1	54,2	55,9	57,2	58,1	58,9

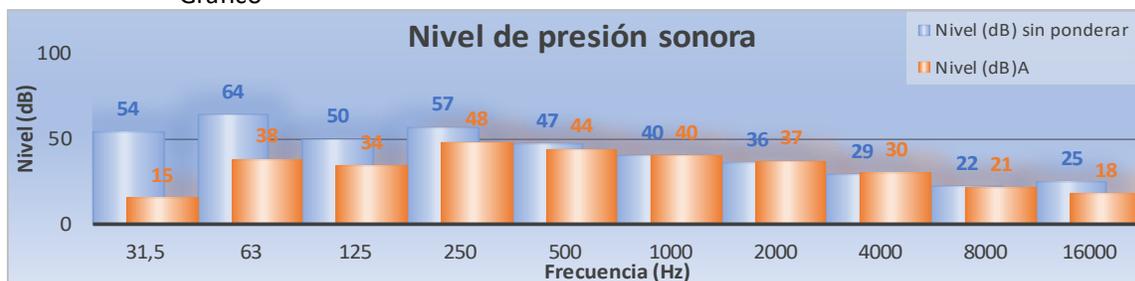
8.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca y centrífuga

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Aula 9G
 Fecha: 7/11/2022 09:20:22 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:04
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

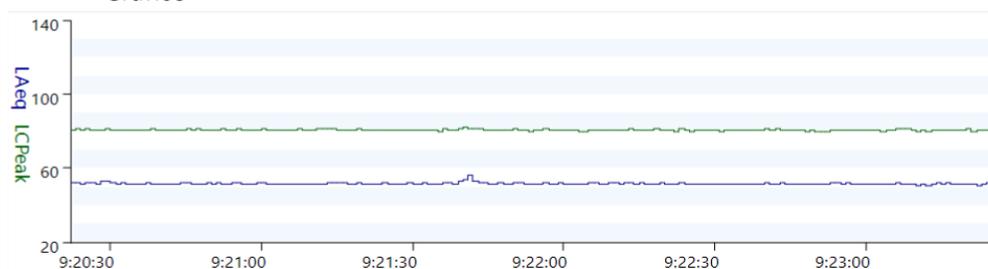
Tabla

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	54	64	50	57	47	40	36	29	22	25	47	50
Nivel (dB)A	15	38	34	48	44	40	37	30	21	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 65,4 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 48,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 48,8 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	36,7	39,7	42,7	45,8	47,5	48,8	49,7	50,5

9.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrifugadora y circular 2

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Aula 9G

Fecha: 10/11/2022 11:36:43

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 02:02

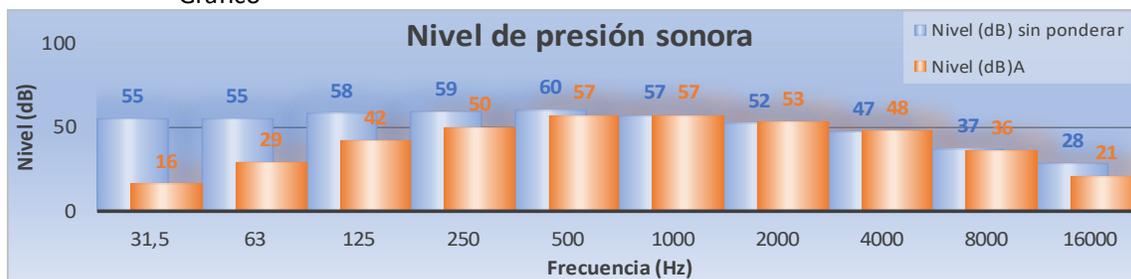
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 20/07/2022 Offset: -1.65 dB

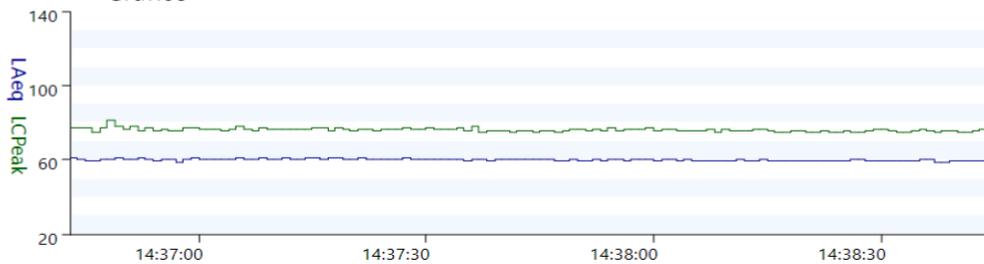
Tabla

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	55	55	58	59	60	57	52	47	37	28	56	60
Nivel (dB)A	16	29	42	50	57	57	53	48	36	21		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 65,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 59,8 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 59,8 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	47,7	50,7	53,7	56,8	58,5	59,8	60,7	61,5

10.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Aula 9G

Fecha: 10/07/2022 12:59:23

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:01

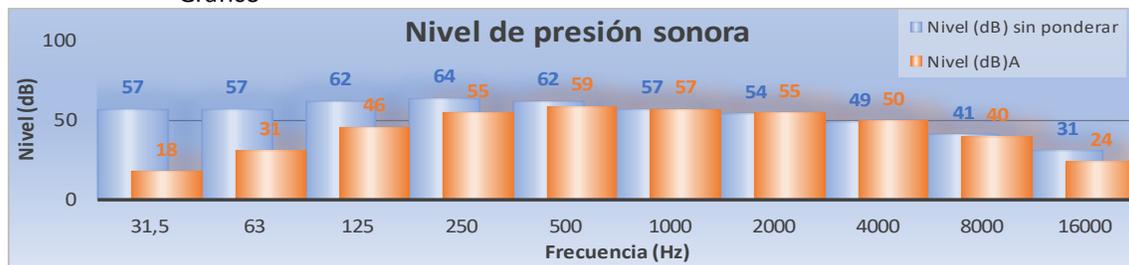
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 21/07/2022 Offset: -1.54 dB

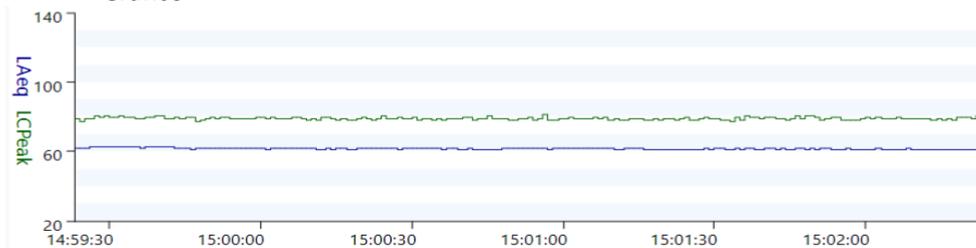
Tabla

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	57	57	62	64	62	57	54	49	41	31	58	60
Nivel (dB)A	18	31	46	55	59	57	55	50	40	24		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 68,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 61,6 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 61,6 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	49,6	52,6	55,6	58,6	60,4	61,6	62,6	63,4

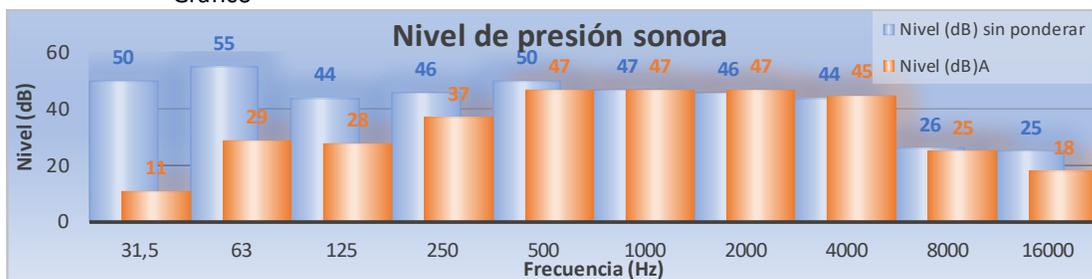
11.- Tabla Mediciones de: compresor y caldero

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Laboratorio
 Fecha: 7/11/2022 09:51:41 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:26
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

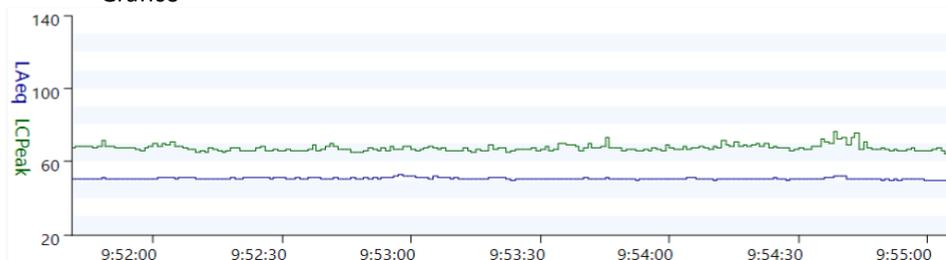
Tabla Mediciones

Nivel (dB) sin ponderar	50	55	44	46	50	47	46	44	26	25	47	50
Nivel (dB)A	11	29	28	37	47	47	47	45	25	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 58,4 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 51,0 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 51,0 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	38,9	41,9	45,0	48,0	49,7	51,0	51,9	52,7

12.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero y barca

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Laboratorio

Fecha: 7/11/2022 11:03:11

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:02

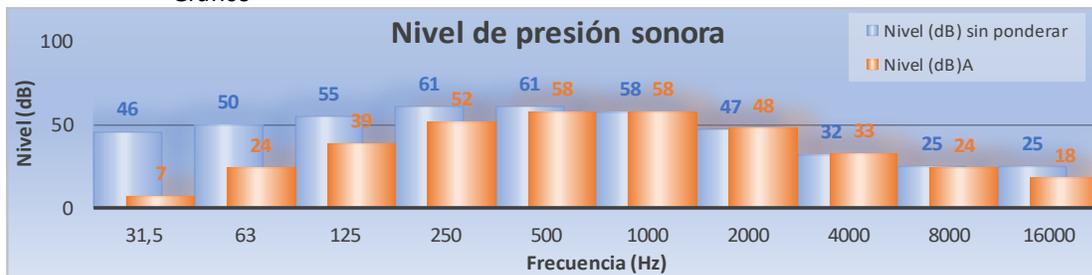
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

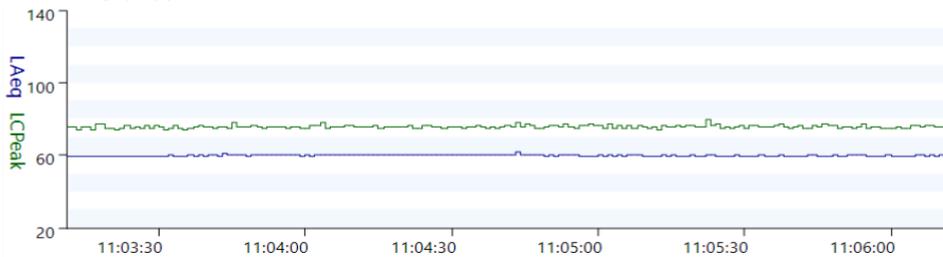
Tabla Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	46	50	55	61	61	58	47	32	25	25	57	60
Nivel (dB)A	7	24	39	52	58	58	48	33	24	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 65,6 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 60,0 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 60,0 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	47,9	50,9	53,9	57,0	58,7	60,0	60,9	61,7

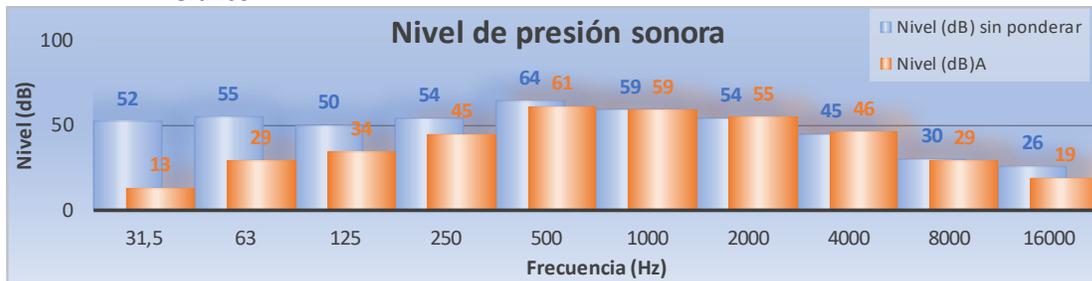
13.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca y centrífuga

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Laboratorio
 Fecha: 7/11/2022 12:21:17 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:01
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

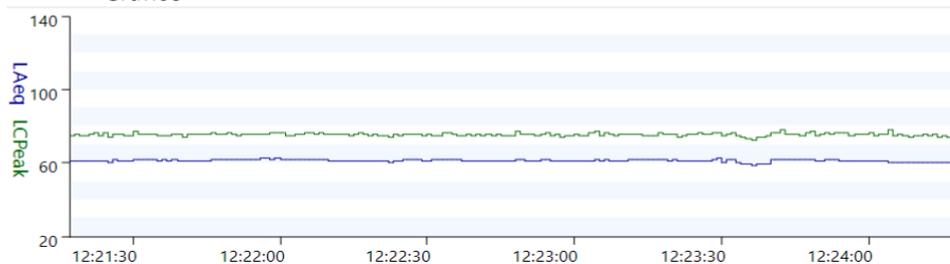
Tabla 40. Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	52	55	50	54	64	59	54	45	30	26	59	60
Nivel (dB)A	13	29	34	45	61	59	55	46	29	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 66,5 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 62,1 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 62,1 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	50,1	53,1	56,1	59,1	60,9	62,1	63,1	63,9

14.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Laboratorio

Fecha: 11/11/2022 10:52:52

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:09

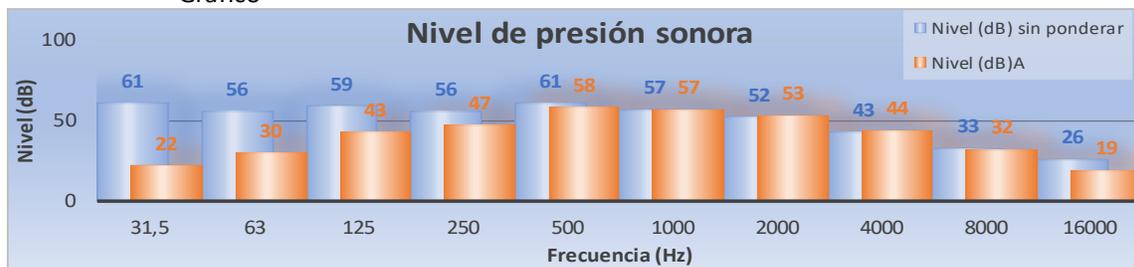
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 20/07/2022 Offset: -1.65 dB

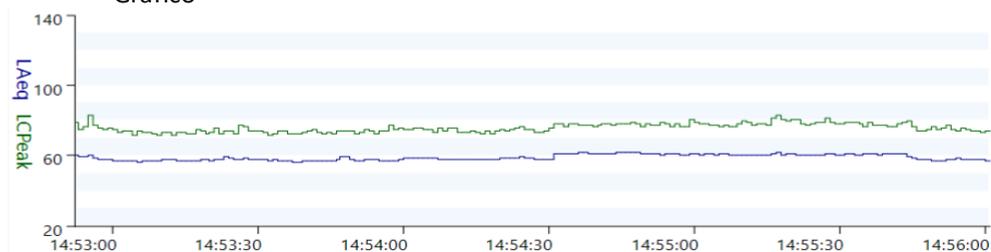
Tabla Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	61	56	59	56	61	57	52	43	33	26	56	60
Nivel (dB)A	22	30	43	47	58	57	53	44	32	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 66,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 59,9 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 59,9 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	47,9	50,9	53,9	56,9	58,7	59,9	60,9	61,7

15.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Laboratorio

Fecha: 11/07/2022 11:35:06

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:02

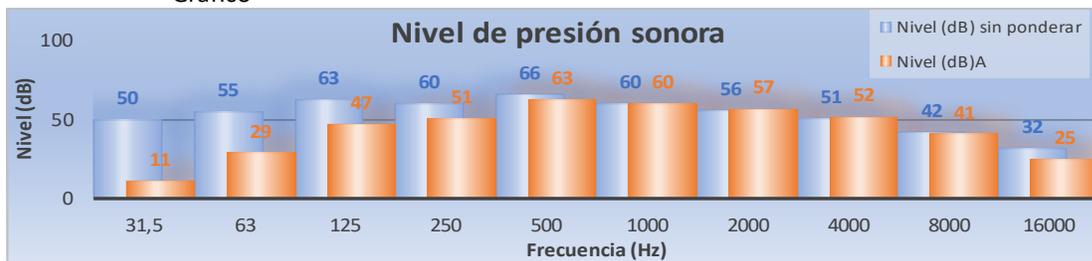
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 21/07/2022 Offset: -1.54 dB

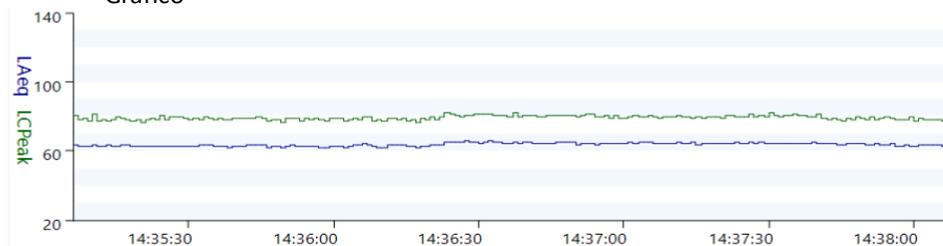
Tabla Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	50	55	63	60	66	60	56	51	42	32	62	65
Nivel (dB)A	11	29	47	51	63	60	57	52	41	25		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 69,5 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 64,3 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10 \text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 64,3 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	52,3	55,3	58,3	61,3	63,1	64,3	65,3	66,1

16.- Tabla Mediciones de: compresor y caldero

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Oficina

Fecha: 7/11/2022 10:15:23

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:02

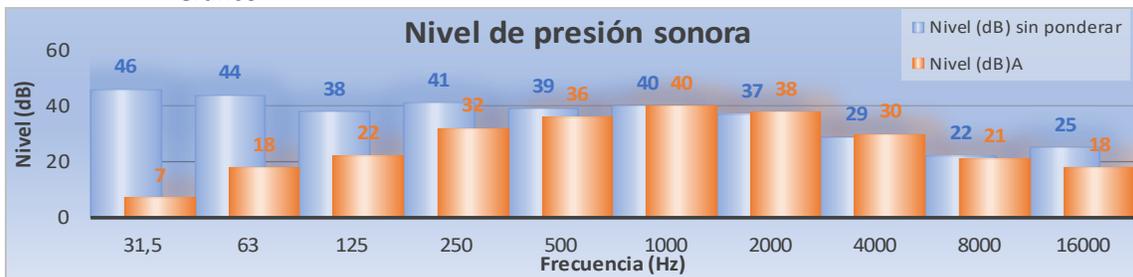
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

Tabla Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	46	44	38	41	39	40	37	29	22	25	39	40
Nivel (dB)A	7	18	22	32	36	40	38	30	21	18		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 50,3 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 41,9 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 41,9 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	29,9	32,9	35,9	38,9	40,6	41,9	42,9	43,7

17.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero y barca

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Oficina

Fecha: 7/11/2022 12:20:57

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:01

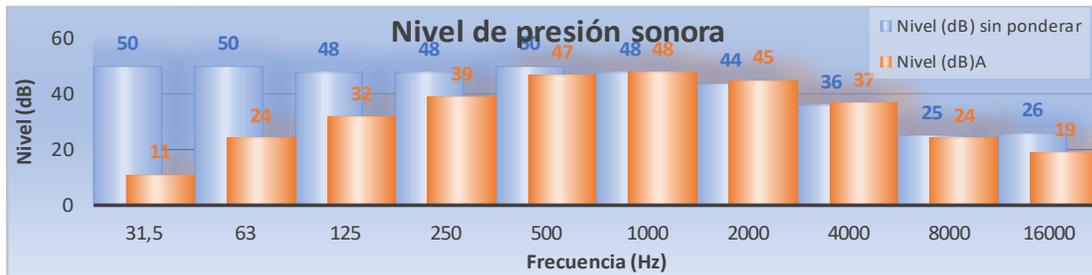
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

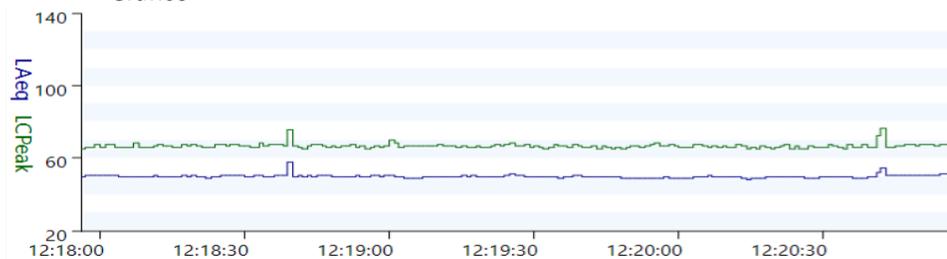
Tabla Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	50	50	48	48	50	48	44	36	25	26	53	60
Nivel (dB)A	11	24	32	39	47	48	45	37	24	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 57,2 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi(A)/10})$$

$$Lp1(A) = 50,3 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 50,3 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	38,2	41,2	44,2	47,3	49,0	50,3	51,2	52,0

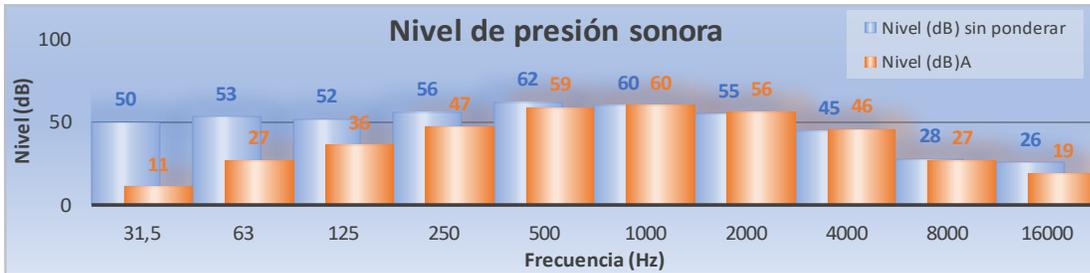
19.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga y circular 2

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Oficina
 Fecha: 7/11/2022 12:01:18 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 03:02
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 16/07/2022 Offset: -1.78 dB

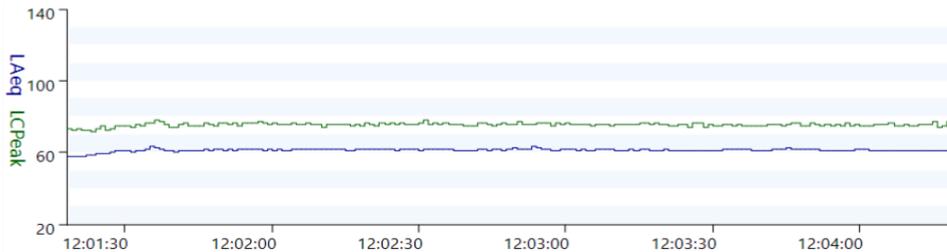
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	50	53	52	56	62	60	55	45	28	26	58	60
Nivel (dB)A	11	27	36	47	59	60	56	46	27	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10}) \qquad Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lp1 = 65,8 \text{ dB} \qquad Lpeq = 61,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 61,8 \text{ dB(A)}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	49,8	52,8	55,8	58,8	60,6	61,8	62,8	63,6

20.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Oficina

Fecha: 10/07/2022 9:08:45

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:05

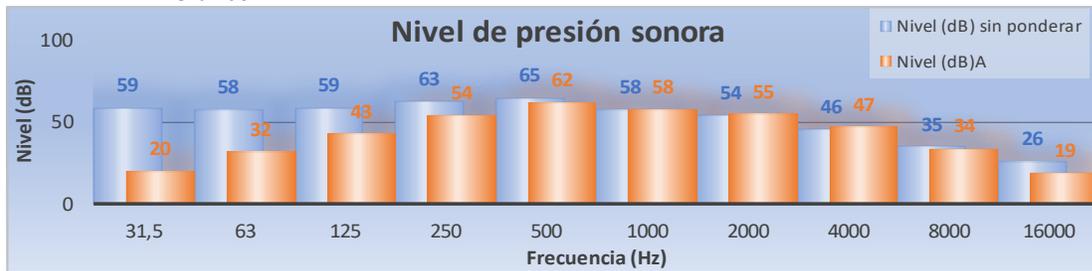
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 20/07/2022 Offset: -1.65 dB

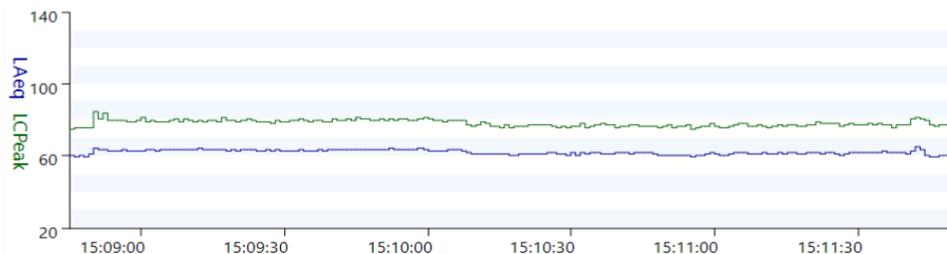
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	59	58	59	63	65	58	54	46	35	26	60	60
Nivel (dB)A	20	32	43	54	62	58	55	47	34	19		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 69,2 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi(A)/10})$$

$$Lp1(A) = 62,9 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10 \text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 62,9 \text{ dB}$$

Tabla Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	50,9	53,9	56,9	59,9	61,7	62,9	63,9	64,7

21.- Tabla Mediciones de: compresor

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Compresor

Fecha: 10/11/2022 11:01:24

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:02

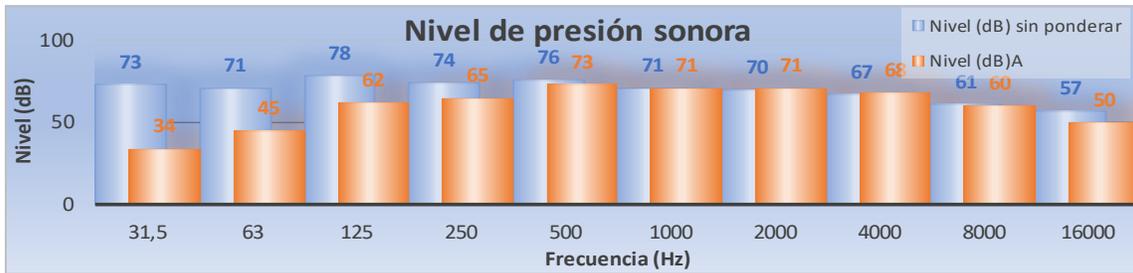
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 11/07/2022 Offset: -0.56 dB

Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	73	71	78	74	76	71	70	67	61	57	73	70
Nivel (dB)A	34	45	62	65	73	71	71	68	60	50		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 82,8 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 77,0 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 77,0 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	65,0	68,0	71,0	74,0	75,8	77,0	78,0	78,8

22.- Tabla Mediciones de: caldero

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Caldero

Fecha: 11/11/2022 07:34:57

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:02

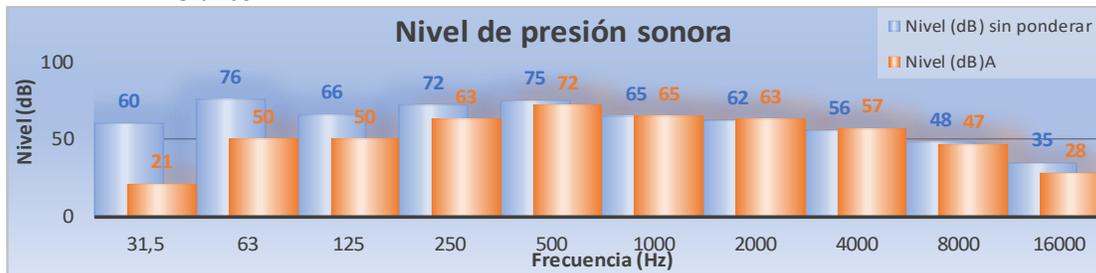
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 13/07/2022 Offset: -1.60 dB

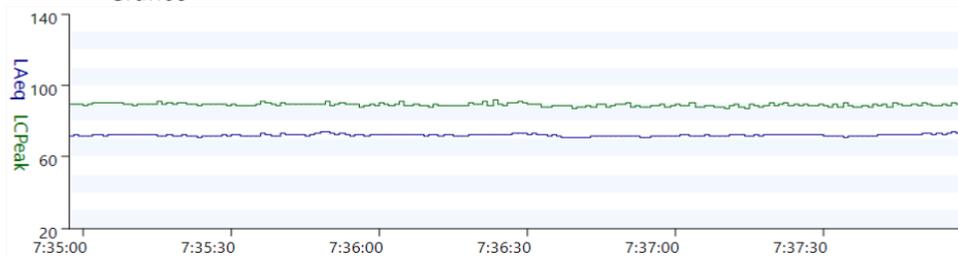
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	60	76	66	72	75	65	62	56	48	35	71	70
Nivel (dB)A	21	50	50	63	72	65	63	57	47	28		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 79,9 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 72,2 \text{ dB(A)}$$

$$L_{peq} = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 72,2 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
L _{aeq} (dB) A	60,1	63,1	66,1	69,1	70,9	72,2	73,1	73,9

23.- Tabla Mediciones de: barca

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Barca

Fecha: 11/11/2022 08:16:23

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:05

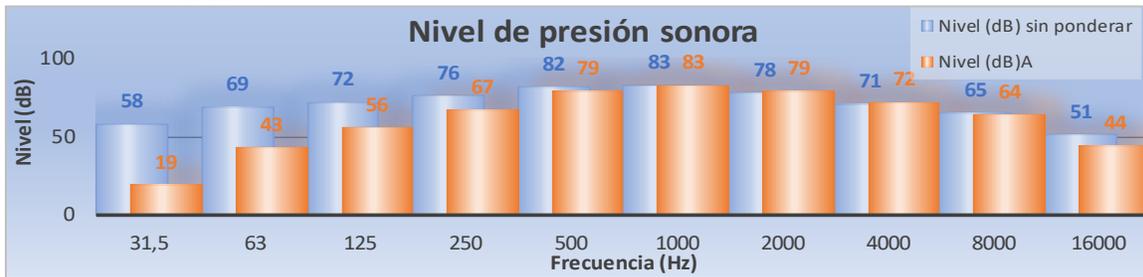
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 13/07/2022 Offset: -1.60 dB

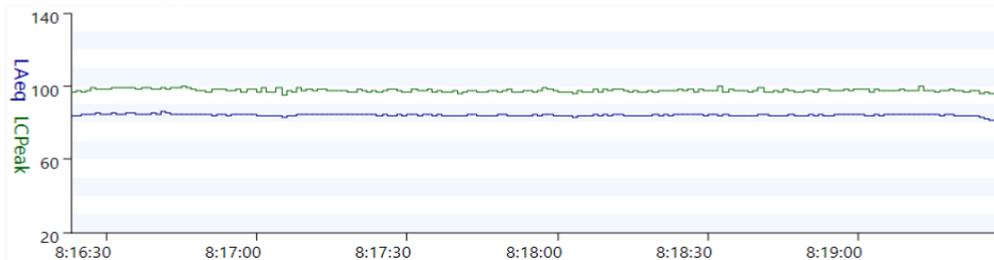
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	58	69	72	76	82	83	78	71	65	51	82	70
Nivel (dB)A	19	43	56	67	79	83	79	72	64	44		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 87,0 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 84,2 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 84,2 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	72,2	75,2	78,2	81,2	83,0	84,2	85,2	86,0

24.- Tabla Mediciones de: centrifuga

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Centrifuga

Fecha: 11/11/2022 11:06:22

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:23

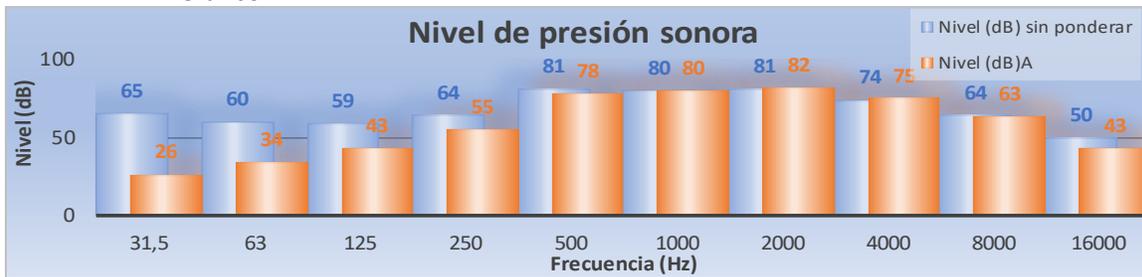
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 13/07/2022 Offset: -1.60 dB

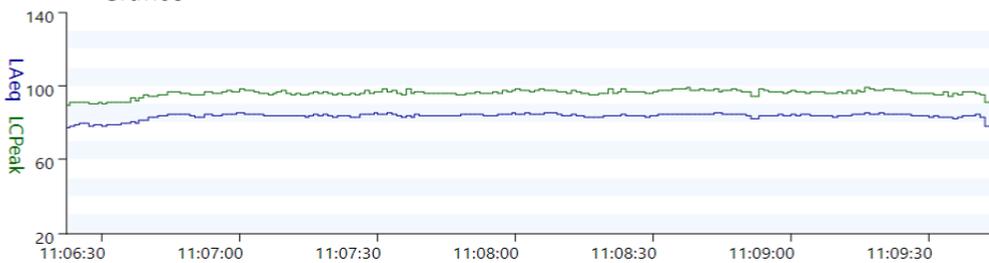
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	65	60	59	64	81	80	81	74	64	50	82	70
Nivel (dB)A	26	34	43	55	78	80	82	75	63	43		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 85,9 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 83,9 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times ti)$$

$$Lpeq = 83,9 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	71,9	74,9	77,9	80,9	82,7	83,9	84,9	85,7

25.- Tabla Mediciones de: circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Circular 1

Fecha: 14/11/2022 09:39:17

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:03

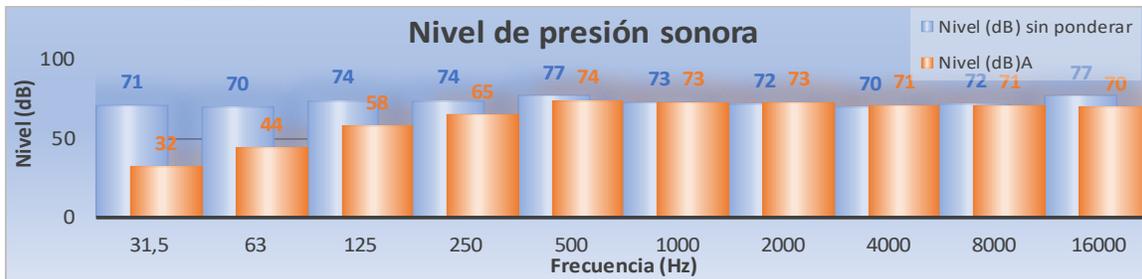
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 22/07/2022 Offset: -1.64 dB

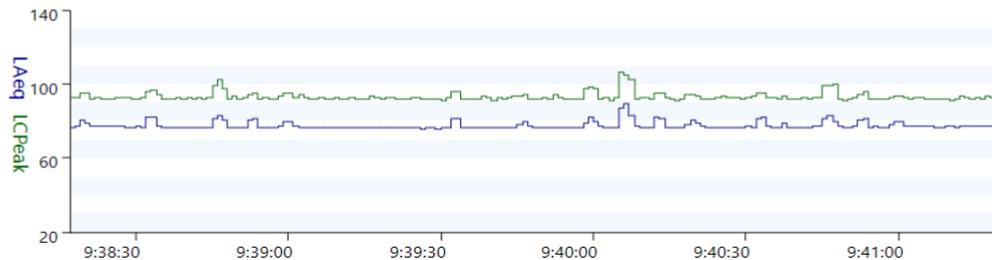
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	71	70	74	74	77	73	72	70	72	77	76	70
Nivel (dB)A	32	44	58	65	74	73	73	71	71	70		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 83,7 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 78,5 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10 \text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 78,5 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	66,5	69,5	72,5	75,5	77,3	78,5	79,5	80,3

26.- Tabla Mediciones de: circular 2

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Circular 2

Fecha: 10/11/2022 10:02:46

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 03:07

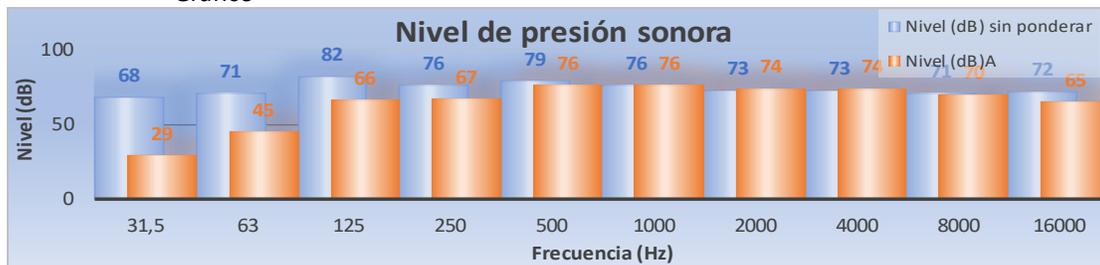
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 13/07/2022 Offset: -1.60 dB

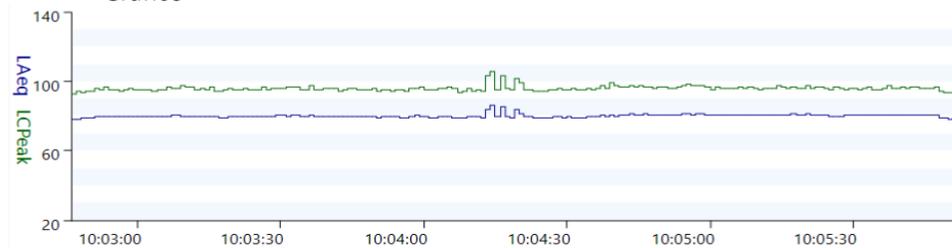
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	68	71	82	76	79	76	73	73	71	72	76	70
Nivel (dB)A	29	45	66	67	76	76	74	74	70	65		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 86,1 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi(A)/10})$$

$$Lp1(A) = 80,2 \text{ dB(A)}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 80,2 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	68,2	71,2	74,2	77,2	79,0	80,2	81,2	82,0

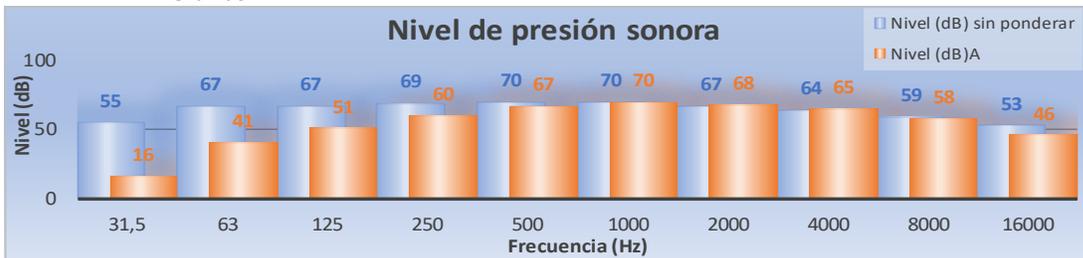
27.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto Lugar: Confección
 Fecha: 14/11/2022 09:48:37 Proyecto: Trabajo de grado
 Duración: 02:32
 Instrumento: G068418, CR:162C
 Calibración: 28/12/2022 Offset: -1.87 dB

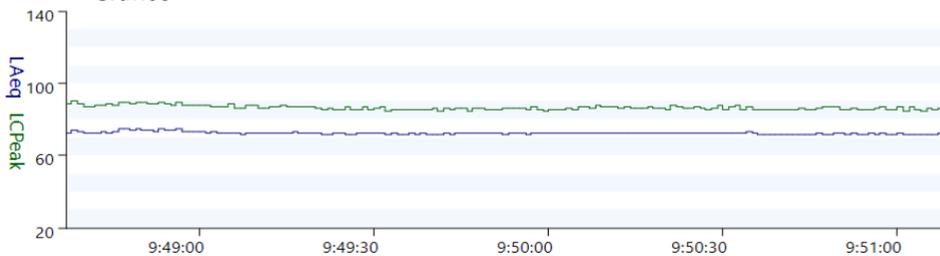
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	55	67	67	69	70	70	67	64	59	53	68	70
Nivel (dB)A	16	41	51	60	67	70	68	65	58	46		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10}) \qquad Lpeq = 10\text{Log}(1/T \Sigma 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lp1 = 76,7 \text{ dB} \qquad Lpeq = 72,3 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\Sigma 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1(A) = 72,3 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	60,3	63,3	66,3	69,3	71,1	72,3	73,3	74,1

28.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Tejido de punto

Fecha: 14/11/2022 09:39:56

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 02:31

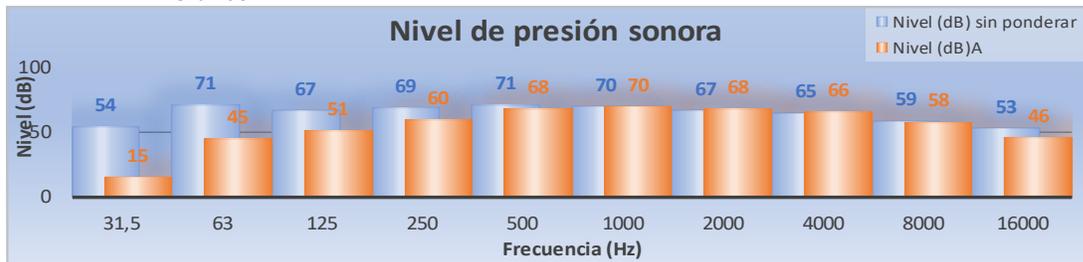
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 28/12/2022 Offset: -1.87 dB

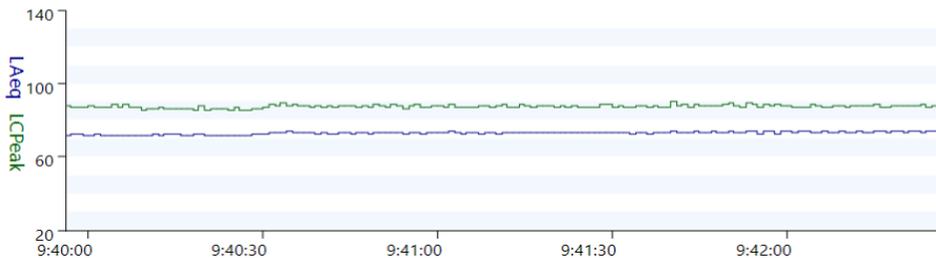
Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	54	71	67	69	71	70	67	65	59	53	69	70
Nivel (dB)A	15	45	51	60	68	70	68	66	58	46		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi/10})$$

$$Lp1 = 77,6 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10\text{Log}(\sum 10^{Lsi(A)/10})$$

$$Lp1(A) = 72,7 \text{ dB}$$

$$Lpeq = 10\text{Log}(1/T \sum 10^{Lsi/10} \times t_i)$$

$$Lpeq = 72,7 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
Laeq (dB) A	60,6	63,6	66,6	69,7	71,4	72,7	73,6	74,4

29.- Tabla Mediciones de: compresor, caldero, barca, centrífuga, circular 2 y circular 1

Nombre: Fausto Gualoto

Lugar: Tintorería

Fecha: 14/11/2022 10:09:59

Proyecto: Trabajo de grado

Duración: 02:32

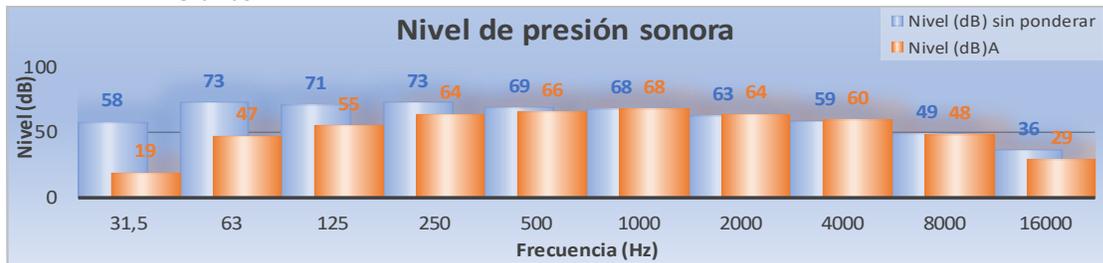
Instrumento: G068418, CR:162C

Calibración: 28/12/2022 Offset: -1.87 dB

Tabla de Mediciones

A	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	NR	NC
Nivel (dB) sin ponderar	58	73	71	73	69	68	63	59	49	36	66	70
Nivel (dB)A	19	47	55	64	66	68	64	60	48	29		
A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7		

Gráfico



Gráfico



Resultado.

$$Lp1 = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1 = 78,5 \text{ dB}$$

$$Lp1(A) = 10 \log(\sum 10^{L_{si}/10})$$

$$Lp1(A) = 70,4 \text{ dB}$$

$$L_{peq} = 10 \log(1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$L_{peq} = 70,4 \text{ dB}$$

Tabla. Exposición proyectada

Tiempo	30 min	1 Hora	2 Horas	4 Horas	6 Horas	8 Horas	10 Horas	12 Horas
L _{aeq} (dB) A	58,3	61,3	64,3	67,4	69,1	70,4	71,3	72,1

Anexo 6

Hoja técnica tapones 3M 1270 y 3M 1271



Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°:4

Fecha: Nov/09

Hoja Técnica

Descripción

Los tapones reutilizables 3M 1270 (sin caja) y 3M 1271 (con caja) están diseñados para ser insertados en el canal auditivo y ayudar a reducir la exposición a niveles dañinos de ruido y sonidos altos.

Características

- Un único tamaño que cubre un amplio rango de tallas.
- **NRR = 24 dB**
- Material suave y de gran comodidad al contacto con el canal auditivo.
- Liviano y sin mantenimiento.
- La base del tapón permite sujetarlo mejor e introducirlo más fácilmente en el canal auditivo.
- La aleta exterior, al ser más grande, facilita el ajuste y mejora la comodidad.
- Cajita de almacenamiento con clip de sujeción (modelo 1271)
- Con cordón de poliéster o en PVC: ayuda a evitar pérdidas y asegura que esté disponible cuando se necesita.

Aplicaciones

Los tapones auditivos 3M 1270 / 1271 son adecuados como protección frente al ruido en varias aplicaciones:

- Industria del metal.
- Industria del automóvil.
- Construcción.
- Imprenta.
- Industria química y farmacéutica.
- Industria textil.
- Trabajos con madera.
- Ingeniería.

Normas y certificaciones

Los tapones 3M 1270 / 1271 están ensayados con respecto a la Norma Europea EN 352-2:1993 y cumplen los Requisitos Básicos de Seguridad tal como se describen en el Anexo II de la Directiva de la Comunidad Europea 89/686/CEE (en España R.D. 1407/1992).

El producto ha sido ensayado en su fase de diseño por British Standards Institution, 398 Chiswick High Road, London W4 4AL, UK (0086).

Estos tapones también fueron ensayados con respecto a la norma IRAM 4126-2:2000

El IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ha otorgado la certificación IRAM de conformidad de la fabricación y la Marca de Seguridad establecida en las Resoluciones de la S.I.C. y M. (Secretaría de Industria, Comercio y Minería) N°896/99 y N°799/99.





Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°:4

Fecha: Nov09

Hoja Técnica

Materiales

En la fabricación de este tapón auditivo se han utilizado los siguientes materiales:

- Tapón: monopreno
- Cordón: poliéster con los extremos de acetato ó PVC con los extremos metálicos.

Valores de atenuación

- Según lo establecido en la norma EN24869-1 son:

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	26.6	27.7	28.4	29.5	29.6	35.6	35.4	38.9
Sf (dB)	9.4	9.9	10.9	9.6	8.2	6.8	6.8	6.7
Mf-sf (dB)	17.2	17.8	17.5	29.9	21.4	28.8	28.8	32.2

SNR = 25 dB

H = 27 dB

M = 22 dB

L = 20 dB

Leyenda:

Mf: valor medio de atenuación

Sf: desviación estándar

H: valor de atenuación a altas frecuencias (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LA= - 2 db)

M: valor de atenuación a frecuencias medias (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LA= + 2 db)

L: valor de atenuación a frecuencias bajas (estimación de la reducción del ruido para ruidos del tipo LC-LA= + 10 db)

SNR: Atenuación total del protector (el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado LC para estimar el nivel de presión sonora ponderado A con el oído protegido).

- Los valores medios de atenuación para la orejeras 3M 1270 – 3M 1271 según lo establecido en la norma IRAM 4060.1 son:

Protector auditivo tipo endoaural										NRR
Marca 3M, modelo 1270/71										
Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	25
Atenuación Sonora Promedio	24,4	29,0	31,1	33,1	34,7	39,4	39,1	36,6	35,2	
Desvío Estándar [dB]	3,1	3,0	2,8	3,4	3,6	2,8	3,6	3,8	3,4	

Atenuación sonora y desvío estándar, según norma IRAM 4060.1
NRR: Índice de Reducción de Ruido (Noise Reduction Rating), US EPA 40 CFR

La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 25 dB, cuando los protectores están correctamente colocados.



Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°:4

Fecha: Nov/09

Hoja Técnica

Instrucciones de colocación

Estos tapones deben ajustarse siguiendo las instrucciones de los gráficos adjuntos. Si debido al movimiento los tapones se desajustan, deberán reajustarse de nuevo. Antes de ajustar los tapones, comprobar que están en perfectas condiciones.



Mantenimiento

Estos tapones son reutilizables y deben lavarse después de su uso con agua y jabón y dejar que se sequen al aire. Deben almacenarse en el paquete original cuando no se utilicen y desecharse cuando estén dañados o cuando conserven suciedad después de lavarlos.

Almacenaje y limpieza

Estos tapones deben almacenarse en una zona limpia y libre de contaminación donde no puedan dañarse.

Advertencia

Para proporcionar una protección eficaz, los tapones 3M deben:

1. Ser adecuados para el trabajo,
2. Ajustarse correctamente,
3. Llevarse durante todo el tiempo que dure la exposición al ruido,
4. Ser individuales,
5. Sustituirse cuando sea necesario.

La protección auditiva es solamente eficaz cuando se selecciona y ajusta correctamente y cuando se lleva durante todo el tiempo de exposición al ruido.

3M le ofrece asesoramiento en la selección de protectores auditivos y formación en su correcto ajuste y utilización.



Tapones 3M 1270 y 3M 1271

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental



Revisión N°:4

Fecha: Nov/09

Hoja Técnica

Presentaciones disponibles

Tapones 3M 1270 por caja	Cajas individuales por caja	Tapones por caja individual
500 pares	5	100 pares
Tapones 3M 1271 por caja	Cajas individuales por caja	Tapones por caja individual
250 pares	5	50 pares

Información Preventiva: Antes de hacer uso del producto, consulte la etiqueta del producto así como la Hoja de Seguridad para información de Salud y Seguridad.

Información Adicional: Favor de contactar a su representante local de 3M.

NOTA IMPORTANTE:

3M NO HACE GARANTÍAS NI EXPRESAS NI IMPLÍCITAS, INCLUYENDO PERO NO LIMITADO A CUALQUIER GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIO O PARA CUALQUIER PROPÓSITO.

El usuario tiene la responsabilidad de determinar si el producto de 3M es adecuado para el fin particular y adecuado para su aplicación. Por favor recuerde que diversos factores pueden afectar el uso y el desempeño de un producto de la división *Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental* de 3M en una particular aplicación. Los materiales involucrados en la aplicación, la preparación de los mismos, el producto seleccionado, las condiciones de uso, el tiempo y condiciones ambientales en las que el producto debe desempeñar son algunos de los varios factores que afectan el uso y el desempeño de un producto de la división *Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental* de 3M. Dados los diversos factores, algunos que son únicos para el conocimiento y control del usuario, es esencial que el usuario evalúe el producto de la división de *Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental* de 3M para determinar si éste es adecuado para el fin particular y para su propio método de aplicación.

RESPONSABILIDAD y REMEDIO:

Si se comprueba que el producto de 3M está defectuoso, LA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA, A LA DISCRECIÓN DE 3M, SERÁ REEMBOLSAR EL PRECIO DEL PRODUCTO O REPARAR O REEMPLAZAR EL PRODUCTO DEFECTUOSO 3M. De otra manera, 3M no se hace responsable por daños o perjuicios, directos o indirectos, especiales, incidentales, o por consecuencia sin considerar la teoría legal que aplica, incluyendo negligencia, garantía o responsabilidad estricta.

Anexo 7

Plan de control del ruido en la planta académica textil UTN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

PLAN DE CONTROL DEL RUIDO EN LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL

UTN

Ibarra enero 2023

1. DATOS INFORMATIVOS:

1.1. Nombre de la Institución: Planta académica textil, Universidad Técnica del Norte

1.2. Dirección: Ecuador, Ibarra, Barrio Azaya, Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte. Calles: Morona Santiago y Luciano Solano Sala

1.3. Representante legal:

- Rector: Dr. Miguel Naranjo Toro

2. Introducción

El presente documento tiene como objetivo facilitar a las autoridades un plan de control del riesgo acústico, propuesta realizada como producto del desarrollo del trabajo de investigación titulado “Caracterización acústica de la planta textil-UTN aplicando la norma nte-inen-iso/tr 11690-3 y su influencia en las actividades académicas”, para disponer de criterios técnicos y recomendaciones viables a fin de mitigar los riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y mejorar el desempeño de las actividades académicas aplicando medidas preventivas.

El documento incorpora las recomendaciones a aplicar en los puntos más significativos, donde se superan los niveles de ruido permitidos, por la legislación nacional e internacional para las actividades académicas, entre estas áreas destacan el área de tejido de punto, el área de confección y el área de tintorería.

En este documento se proporcionan planes de adecuaciones de infraestructura, de adquisiciones de equipos de protección personal, de capacitación y el plan de vigilancia de la salud. Planes que deben irse aplicando, como un programa de medidas técnicas, destinadas

a minimizar la exposición diaria al ruido, en lugares o áreas donde superen los valores permitidos y de esta manera la institución vaya dando cumplimiento a los requerimientos técnicos legales exigidos por las autoridades de control de riesgos laborales.

3. Antecedentes

La Política Nacional de Salud en el Trabajo está alineada con la realidad del país y se ha desarrollado con la participación de actores sociales del sector público y privado, los sectores productivos y los organismos internacionales, en la cual incluye elementos determinantes para fortalecer la gestión de prevención de riesgos laborales, logrando diseñar un modelo de gestión en base a parámetros técnicos legales aplicables, dando como resultado disponer de una lista de chequeo con indicadores claros que facilitan la gestión preventiva de los riesgos laborales en las empresas e instituciones (DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS, 2022).

Con estos antecedentes y con los resultados obtenidos en la investigación se ha elaborado un documento técnico, cuyo objetivo principal es implementar planes de acción que ayuden a disminuir y eliminar en lo posible la exposición al ruido de los docentes, personal administrativo y estudiantes en las actividades académicas.

4. JUSTIFICACIÓN

La carrera de textiles, está constituida por 15 docentes, 2 trabajadores administrativos y alrededor de 100 estudiantes, que laboran en la planta académica textil, estos están expuestos diariamente a la exposición del ruido laboral, esta exposición a corto o larga plazo podrían estar afectando la salud y la integridad de las personas, el presente documento se justifica desde el punto de vista humano, la salud y la vida de los funcionarios y estudiantes

no tienen precio, desde punto de vista legal, debido a que la constitución de la república, los convenios internacionales, las leyes y reglamentos relacionados a seguridad y salud en el trabajo, obliga a las empresas e instituciones a garantizar un entorno seguro y saludable para desarrollar las actividades laborales y finalmente se justifica desde el punto de vista institucional, debido a que permite realizar la gestión técnica adecuada, para garantizar la seguridad y salud de los docentes, administrativos y estudiantes, reflejando hacia la comunidad la preocupación institucional del cuidado del ser humano, el ambiente y sus instalaciones, cumpliendo su misión de ser una universidad sustentable.

5. MARCO LEGAL

- **Constitución de la República del Ecuador.**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 29).

Art. 326. Literal 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Constitución de la República del Ecuador, 2011, pág. 164).

DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

La Decisión 584 en el Capítulo IV, Art. 18 dice. - Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

El consejo andino de ministros de relaciones exteriores.

Capítulo IV. Art. 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar (EL CONSEJO ANDINO , 2004, p. 10).

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General:

Establecer planes de control de ruido laboral, a través de acciones que ayuden a mitigar el ruido en las áreas que sobrepasan los límites permitidos, previniendo la integridad y la salud de los trabajadores y estudiantes.

6.2. Objetivos Específicos:

- a) Velar por la salud e integridad de los docentes, personal administrativo y estudiantes.
- b) Prevenir enfermedades laborales, por la exposición diaria al ruido, mediante planes de control como mejoras en la infraestructura, dotación de epps, capacitaciones y un plan de vigilancia de la salud.

c) Establecer directrices claras para la actuación del personal de la carrera de textiles, de la utilización de equipos de protección personal en las áreas que se requiera.

7. ALCANCE

El presente documento tiene un alcance para todo el personal que realice actividades académicas en la planta académica textil de la UTN.

8. DESARROLLO DEL PLAN

8.1 Plan de adecuación de la infraestructura

El plan de adecuación de la infraestructura, tiene el objetivo mantener los niveles de ruido dentro de los valores permitidos por la legislación ecuatoriana, con esto conseguiremos evitar que los trabajadores expuestos a ruidos, no sufran lesiones ni enfermedades laborales.

8.1.1 Acciones sobre la fuente.

1. El compresor se lo debe reubicar fuera de la planta académica textil, en un área independiente, en el área que fue en un principio construido para la instalación del compresor.
2. Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo programado semestralmente de las máquinas.

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE LA PLANTA
ACADÉMICA TEXTIL DE LA “UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

Planificación: Enero a junio del 2023

#	Equipo	Semanal	Fecha planificada	Cumplimiento	Semestral	Fecha planificada	Cumplimiento
1	Compresor	- Limpieza general de polvo de toda la máquina	Días lunes de cada semana		-Cambio de aceite. -Cambio filtros de aceite. - Cambiar la banda - Comprobar los consumos eléctricos del equipo. - Comprobar el funcionamiento de las válvulas de control - Controlar la presión de aire - Lubricación de todas las partes móviles de la máquina.	Del 9 de enero al 20 de enero del 2023	
2	Circular # 1	- Limpieza general de polvo del equipo. - Mantener el tejer y piezas y partes sinuosas limpios	Días lunes de cada semana		-Revisar el dispositivo de paro automático. -Revisar la placa base del engrasador y el tubo de nivel de aceite lubricante -Verificar la tensión de la correa del sistema de conducción. - Desmontar las cajas de la máquina CAM. - Limpieza del pulpo del ventilador - Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos. - Limpieza de la esfera y cilindro, agujas y placas. - Lubricación de todas las partes móviles de la máquina.	Del 23 de enero al 3 de febrero del 2023	
3	Circular # 2	- Limpieza general de polvo del equipo. - Mantener el tejer y piezas y partes sinuosas limpios.	Días lunes de cada semana		-Revisar el dispositivo de paro automático. -Revisar la placa base del engrasador y el tubo de nivel de aceite lubricante -Verificar la tensión de la correa del sistema de conducción. - Desmontar las cajas de la máquina CAM.	Del 6 febrero al 17 de febrero del 2023	

					<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del pulpo del ventilador - Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos. - Limpieza de la esfera y cilindro, agujas y placas. - Lubricación de todas las partes móviles de la máquina. 		
4	Caldero	<ul style="list-style-type: none"> -Limpieza de polvo. -Limpieza de las boquillas del quemador. - Purgar el caldero por al menos cada 8 horas de trabajo. 	Días lunes de cada semana		<ul style="list-style-type: none"> -Comprobar el nivel de aceite del reductor de velocidad de la bomba de combustible. - Revisar los empaques del prensaestopa de la bomba de alimentación de agua -Limpieza general de los contactos del programador de la flama y los arrancadores. - Revisión de tubos y espejos para evitar incrustaciones. - Limpieza de los tubos fluxes del hollín. - Lavar el caldero interior. -Limpieza de las entradas de agua de la bomba de alimentación y el inyector. 	Del 20 de febrero al 3 de marzo del 2023	
5	Barca	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza general de polvo de la máquina 	Días lunes de cada semana		<ul style="list-style-type: none"> -Revisar el dispositivo de paro automático. -Verificar la tensión de la correa del sistema de conducción. - Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos. - Lubricación de todas las partes móviles de la máquina. 	Del 6 al 17 de marzo del 2023	
6	Centrifugadora	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza general de polvo de la máquina 	Días lunes de cada semana		<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar la banda - Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos. 	Del 20 al 31 de marzo del 2023	

					- Lubricación de todas las partes móviles de la máquina.		
--	--	--	--	--	--	--	--

3. La centrifugadora se la debe empotrar al piso y nivelar en una superficie plana, empernada para asegurar una sujeción firme y reducir el ruido y la vibración.

8.1.2 Acciones en el medio

El ruido se propaga por el aire por medio de ondas, para reducir la propagación de estas ondas se colocan obstáculos y barreras acústicas, que permitan una pérdida de energía y por ende una disminución del ruido.

1. En el área de confección se debe colocar en las malla del cerramiento, un material que ayude a reducir en lo posible el ruido, para lo cual se recomienda colocar tableros MDF marca novopan de 15 mm de espesor, 213 x 244 cm
2. Las puertas se deben insonorizar al paso del ruido con materiales aislantes, como burletes ó cinta adhesiva marca viotrex, de un material de espuma de caucho, el cual tiene una longitud de 16 metros, para sellarlas basta con colocar la cinta autoadhesiva en el marco y en todo el contorno de la puerta.

8.1.3 Acciones sobre el trabajador

Las acciones de control de ruido en el receptor, son las siguientes:

1. Dotar a los Docentes, personal administrativo y estudiantes de tapones- Push-to-fit reutilizables con cordón, proporcionan comodidad, oídos limpios y protección auditiva, tienen un diseño de triple falange de fácil inserción, está hecho de un

polímero suave y lavable, reduciendo el ruido Rating (NRR): 25 dB. CSA class AL (3M). y los niveles de atenuación en banda de octavas, de la marca 3M.



8.2 Plan de un programa de capacitación en seguridad y salud ocupacional

Para este programa de capacitación, se elaboró una matriz del cronograma de capacitaciones, con el objetivo de promover mecanismos de prevención de daños a la salud por la exposición al ruido laboral en las actividades académicas a los miembros de la Carrera de Textiles.

La capacitación se debe realizar de una manera continua, los docentes, personal administrativo y estudiantes, deben asistir a las capacitaciones de forma obligatoria. Las capacitaciones y charlas se las debe evidenciar con un registro de asistencia, que evidencie el cumplimiento del programa de capacitación. En este programa de capacitación se ha considerado los temas más importantes:

- Los efectos del ruido en la audición y el peligro para la salud.
- La importancia de la utilización de los equipos de protección personal.
- La importancia del mantenimiento preventivo de las máquinas generadoras de ruido.

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES																																																			
CAPACITACIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				OBSERVACIONES
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. Los efectos del ruido en la audición y el peligro para la salud 2. La importancia de la utilización de los equipos de protección personal 3. La importancia del mantenimiento preventivo de las máquinas generadoras de ruido			E																																																
			P																																																
			R																																																
RESPONSABLES	CUMPLIMIENTO MENSUAL		33,3%				#¡DIV/0!																																												
Elaborado por: Ing. Fausto Gualoto Revisado por: Msc Marcelo Puente	ACTIVIDADES	PROGRAMADAS	3				0				0				0				0				0				0				0				0								PORCENTAJE DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES PLANEADAS	33,33%							
		EJECUTADAS	0				0				0				0				0				0				0				0																				
		% EJECUCIÓN DEL TOTAL (100%)	33,33%				0,00%				0,00%				0,00%				0,00%				0,00%				0,00%				0,00%																				
		REPROGRAMADAS	1				0				0				0				0				0				0				0																				

P	Pendiente	3	00,00%
E	Ejecutado	0	00,00%
R	Reprogramado	0	00,00%
	Programadas	3	100,00%

8.3 Plan de adquisición de equipos de protección personal

El plan de adquisición de equipos de seguridad personal, se la realizó en base de los resultados obtenidos de las mediciones del ruido en las diversas áreas, se pudo evidenciar que existen 3 áreas en las cuales están sobre los límites permitidos, el área de tejido de punto tiene los valores más altos con un LeqA de 72,67 dB, es por estas áreas que se debe adquirir epp, para dotar de protectores auditivos al personal que permanezca en estas áreas y estén expuestos por tiempos prolongados.

Los protectores auditivos serán de uso personal. Sí utiliza protectores insertos para lavar a diario y evitar el contacto con objetos sucios, pero que no afecte a sus características técnicas y funcionales.

- El Departamento de Seguridad y Gestión de Riesgos de la Universidad Técnica del Norte, debe dotar protectores auditivos idóneos que cumplan con las especificaciones técnicas cuando se requiera, a todos los docentes, personal administrativo y estudiantes de la Carrera de Textiles.

8.4 Plan de vigilancia de la salud

Un plan de vigilancia de la salud en toda organización, es el pilar fundamental de la prevención de riesgos laborales. Toda estructura organizacional debe llevar a cabo un plan de vigilancia de la salud de los trabajadores, en base a la evaluación de riesgos en los distintos espacios de la planta académica textil, donde se realizan actividades académicas y exista la posibilidad que, por exposición prolongada al ruido, los trabajadores adquieran enfermedades profesionales.

- El departamento médico de la UTN, debe realizar exámenes de audiometría anual, hacer el seguimiento y la vigilancia de la salud a todos los trabajadores de la Carrera de

Textiles, estos exámenes deben estar a cargo de un especialista capacitado para examinar la audición.

Cuadro del plan de control del ruido en la planta académica textil UTN

Riesgo físico	Áreas	Puesto de trabajo	Medidas preventivas en la fuente	Medidas preventivas en el medio	Medidas preventivas en el receptor	observaciones
Ruido	Aula 7G, 8G, 9G, Laboratorio y oficina	-Docencia -Personal administrativo -Estudiantes		Las puertas se deben insonorizar al paso del ruido con materiales aislantes		-Reducción de 5 dB aproximadamente
Ruido	Confección	-Docencia -Personal administrativo -Estudiantes	-Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo programado semestral de las máquinas	- En el área de confección se debe colocar en las malla del cerramiento, un material que ayude a reducir en lo posible el ruido	- Dotar a los Docentes y personal administrativo de tapones-Push-to-fit reutilizables	- Utilizar como aislante tableros de MFD - Los tapones deben ser marca 3M y con un NRR 25
Ruido	Tejido de punto	-Docencia -Personal administrativo -Estudiantes	- El compresor se lo debe reubicar fuera de la planta académica textil -Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo programado semestral de las máquinas		- Dotar a los Docentes y personal administrativo de tapones-Push-to-fit reutilizables	- Los tapones deben ser marca 3M y con un NRR 25
Ruido	Tintorería	-Docencia -Personal administrativo -Estudiantes	- La centrifugadora se la debe empotrar al piso y nivelar -Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo		- Dotar a los Docentes y personal administrativo de tapones-Push-to-fit reutilizables	- Empernar para asegurar una sujeción firme y reducir el ruido y vibración - Los tapones deben ser marca 3M y con un NRR 25

			programado semestral de las máquinas			
--	--	--	--	--	--	--

9. Análisis económico

Los gastos del plan de control del ruido en la planta académica textil UTN, realmente son esenciales y necesarios, tiene como objetivo principal conocer cuál es el costo-beneficio de la implementación de los planes de control.

En la Tabla se presentan, los costos de materiales que se necesitarán, para llevar a cabo el plan de control de ruido. El costo se estima en un aproximado de **4261,40 USD**.

Costos de la implementación de los planes de control.

Área	Máquina/elemento	Material	Especificaciones	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Aula 7G, 8G, 9G, Laboratorio y oficina	Puertas	-burletes ó cinta adhesiva	-Marca viotrex, de un material de espuma de caucho, el cual tiene una longitud de 16 metros	2	19,00	36,00
Confección	Mallas cerramiento	Planchas de MDF	-MDF marca novopan de 15 mm de espesor, 213 x 244 cm	20	33,00	660,00
Tejido de punto	Compreso	-tubería, unión	- Tubo de ½ acero inoxidable	1	15	15
		- Rating (NRR): 25 dB. CSA class AL (3M).	-Protectores auditivos Push-to-fit	34	3	102
Tintorería		-Perno de expansión	1/2" 4PZS acero	6	3,90	23,40

Planta académica textil	Docentes, personal administrativo	-Los efectos del ruido en la audición y el peligro para la salud. -La importancia de la utilización de los equipos de protección personal. -La importancia del mantenimiento preventivo de las máquinas generadoras de ruido.	Capacitadores certificados duración 40H, dividido en 3 módulos	1	3000,00	3000,00	
Planta académica textil	Docentes, personal administrativo	-Exámenes de audiometría	Realizado por un especialista capacitado para examinar la audición	17	25,00	425,00	
					TOTAL, INCLUIDO IVA		4261,40

Elaborado por: Ing. Fausto Gualoto

Revisado por: MSc. Marcelo Puente Carrera

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. L. (2012). Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience.*, 11. Obtenido de <http://www.spentamexico.org/v7-n2/7%282%29187-197.pdf>
- Aguilar, J. R. (18 de 12 de 2018). Una mirada a los criterios de diseño acústico de la infraestructura educacional en Chile. (S. C. Consultores en Acústica Arquitectónica, Ed.) *Revista Ingeniería de Construcción*, 34 (2), 115- 123. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v34n2/0718-5073-ric-34-02-115.pdf>
- Arenas, T., Gómez, K., & Vargas, M. (Diciembre de 2019). Estudio de Ruido en Aulas de Institución Educativa de Nivel Superior. *Revista de investigación en ingeniería e innovación tecnológica*, 16(1), 18 - 23. doi:<https://doi.org/10.20983/culcyt.2019.1.2.3>
- Barrantes Guerrero, A. V., Bustos Sarmiento, D. A., & Marínez Cabezas, H. F. (2020). *Desarrollo de un procedimiento de mantenimiento y calibración para el equipo de referencia sonómetro Larson Davis 831c del laboratorio Auditek SAS*. Universidad ECCI, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2653/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bastis Consultores. (2021). DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO TRANSVERSAL VS ESTUDIO LONGITUDINAL. *ONLINE - TESIS2021*. Obtenido de <https://online-tesis.com/disenio-de-la-investigacion-estudio-transversal-vs-estudio-longitudinal/>

- Belén, I. M. (2020). La contaminación auditiva en el proceso enseñanza aprendizaje. *La contaminación auditiva en el proceso enseñanza aprendizaje*. Universidad Central del Ecuador, Quito, PICHINCHA, Ecuador.
- Bingsong, Z. (2007). Estudio sobre la Evaluación del Impacto en la Salud Laboral del Ruido en el Ambiente de Trabajo Durante el Mantenimiento de Unidades de Centrales Eléctricas. (U. d. perenne, Ed.) 81. doi:10.6833/CJCU.2007.00025
- Bobadilla , Y., Contreras , N., & Medina , M. G. (2018). *Características del impacto del ruido externo en las prácticas pedagógicas de las profesoras del Colegio Amigos de la comuna de Pedro Aguirre Cerda*. UNIVERSIDAD MAYOR, Lima. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Tesis%20Caracter%20C3%ADsticas%20del%20im pacto%20del%20ruido%20externo%20en%20las%20pr%20cticas%20pedag%203%B3gicas%20de%20las%20profesoras%20del%20Colegio.pdf
- Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría , J. (2018). *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* (Primera edición electrónica ed.). (D. A. Aguirre, Ed.) Sangolquí , Pichincha, Ecuador: Universisad de las fuerzas Armadas. Obtenido de [https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20 Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf)
- CARO LETELIER, J., & SAN MARTÍN, J. (2020). Anatomía y Fisiología del oído. (P. U. CHILE, Ed.) *ESCUELA DE MEDICINA*, 23. Obtenido de <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2020/03/6.-Anatomia-y-fisiologia-del-oido-Patologi%CC%81a-oido-externo-Evaluacion-auditiva.pdf>
- CONCEPTOS BASICOS DEL RUIDO AMBIENTAL. (s.f.). *CONCEPTOS BASICOS DEL RUIDO AMBIENTAL*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y->

evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-
aire/contaminacion_acustica_tcm30-185098.pdf

Consejo directivo del instituto ecuatoriano de seg. (s.f.). Resolución CD 513. Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/12.-
%20TESIS/LEGISLACI%C3%93N%20SST%20ING.%20PUENTE/8.%20RESOLU
CIONES%20IESS/resolucion_513_marzo_4_2016.pdf

Decreto Ejecutivo 2393. (2003). *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS
TRABAJADORES*. Ecuador. Obtenido de [https://www.trabajo.gob.ec/wp-
content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-
SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf?x42051](https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf?x42051)

Domingo, A. M. (2014). *Apuntes de Acústica*. España. Obtenido de
<https://oa.upm.es/23098/1/amd-apuntes-acustica-v2.1.pdf>

EL CONSEJO ANDINO , D. E. (7 de mayo de 2004). DECISION 584. *DECIMOSEGUNDA
REUNION ORDINARIA DEL CONSEJO ANDINO DE MINISTROS DE
RELACIONES EXTERIORES*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/12.-
%20TESIS/LEGISLACI%C3%93N%20SST%20ING.%20PUENTE/2.%20CONVEN
IOS%20INTERNACIONALES/CONVENIOS%20CAN/DECISI%C3%93N%20584.
pdf

EL MINISTRO DEL TRABAJO. (11 de mayo de 2017). No. MDT-2017-0082. Quito,
Pichincha, Ecuador. Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/12.-
%20TESIS/LEGISLACI%C3%93N%20SST%20ING.%20PUENTE/5.%20ACUERD
OS%20MINISTERIALES/MDT-2017-0082.pdf

González Sánchez, Y., & Fernández Díaz, Y. (Diciembre de 2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. (I. N. (INHEM), Ed.) *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol.52 (no.3), 9. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300012

GUALOTUÑA, C. A. (11 de 2011). INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO TÉRMICO; AL QUE SE ENCUENTRAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL CENTRO DE OPERACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE DE QUITO. 105. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/357/1/TESIS%20-%20EVALUACI%C3%93N%20RIESGO%20T%C3%89RMICO%20AIMS%20-%202011.pdf>

Guarnaccia,, C., Mastorakis, N., & Quartieri, J. (2013). Noise Sources Analysis in a Wood Manufacturing Company. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MECHANICS*, 7(2), 8. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Claudio-Guarnaccia/publication/258266053_Noise_Sources_Analysis_in_a_Wood_Manufacturing_Company/links/00463527a68950bb4e000000/Noise-Sources-Analysis-in-a-Wood-Manufacturing-Company.pdf

Gutiérrez Matus, W. G., Díaz Hernández, D. M., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de bluefields. *Nexo*, 10, 13. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Evaluacion_de_la_contaminacion_acustica_en_dos_cen.pdf

H. CONGRESO NACIONAL. (2004). *LEY DE GESTION AMBIENTAL*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

Henao Robledo, F. (2014). *Riesgos Físicos Ruido, vibraciones y presiones anormales* (Segunda edición ed., Vol. 2). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2017). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (Vol. Sexta edición). México D.F., Mexico: / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (2000, 7 de junio). *DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/1.-%20MARCO%20LEGAL%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20SEGURIDAD%20Y%20SALUD%20OCUPACIONAL/PIR%C3%81MIDE%20KELSEN/2%20ACUERDOS%20INTERNACIONALES%20584.pdf>

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (s.f.). *DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Ecuador. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/1.-%20MARCO%20LEGAL%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20SEGURIDAD%20Y%20SALUD%20OCUPACIONAL/PIR%C3%81MIDE%20KELSEN/2%20ACUERDOS%20INTERNACIONALES%20584.pdf>

ISO 11690-3, N. (1998). *Acústica – Recomendado práctica para el diseño de lugares de trabajo de bajo ruido maquinaria contenedora*. Obtenido de

file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/12.-
%20TESIS/NORMAS%20RUIDO/EN%20ISO%2011690-3-1998_en.pdf

Iza Males, J. B. (2020). *La contaminación auditiva en el proceso enseñanza aprendizaje*.
Quito.

Jaramillo Jaramillo, A. M. (2007). *Acústica: la ciencia del sonido*. ITM. Obtenido de
<https://books.google.com.ec/books?id=HMWtf1RT04kC&printsec=frontcover&dq=fundamentos+de+la+ac%C3%BAstica+pdf&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjQm9iZzov7AhVbQzABHVglCLgQ6AF6BAgOEAI#v=onepage&q&f=false>

Jaramillo, A. (2007). *Acústica: La ciencia del sonido*. Obtenido de
<http://hdl.handle.net/20.500.12622/1763>

Laura Abad Toribio, David Colorado Aranguren, David Martín Ruiz, M^a Jesús Retana
Maqueda. (2011). RUIDO AMBIENTAL: SEGURIDAD Y SALUD. *TECNOLOGI@*
y DESARROLLO, VIII, 24. Obtenido de
http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD11_002.pdf

Luna Mendaza, P., & Guasch Farrás, J. (2003). Estimación de la atenuación efectiva de los
protectores AUDITIVOS. (M. D. ESPAÑA, Ed.) *INSTITUTO NACIONAL DE*
SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 8. Obtenido de
https://www.insst.es/documents/%2094886/326775/ntp_638.pdf/ec7cda7b-d636-48de-8d05-020cd25857a9

Martínez Llorente, J., & Peters, J. (2015). Contaminación acústica y el ruido. *Asóciate a*
Ecologistas en Acción, Tercera edición, 18. Obtenido de
https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf

Midebien. (1 de septiembre de 2014). *midebien.com*. Obtenido de <https://midebien.com/tipos-de-ruido/>

Miyara, F. (1999). *CONTROL DEL RUIDO*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/12.-%20TESIS/LIBROS/control%20de%20ruido,federico%20miyara.pdf>

Pierce , J. R., & Noll, A. M. (2022). *La ciencia de las telecomunicaciones*. (Señales, Ed.) Barcelona, España: Reberté S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=DX9YEAAAQBAJ&pg=PA27&dq=La+onda+sonora&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjUx9aX1Iv7AhVDpIQIHW8xDWAQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=La%20onda%20sonora&f=false>

Reyes Ruiz, L., & Carmona Alvarado, F. A. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. (D. e. Psicología, Ed.) *Universidad Simón Bolívar*, 4. Obtenido de <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6630/La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20para%20la%20comprensi%C3%B3n%20ontol%C3%B3gica%20del%20objeto%20de%20estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Robert, R., & Cortés, N. (2013). *Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial*. Madrid, España: Fremap. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MAESTRIA%20MHSO/11.-%20TRABAJO%20DE%20GRADO/LIBROS/1%20LIB.018%20-%20Guia%20Pr%C3%A1ctica%20para%20el%20an%C3%A1lisis%20y%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20ruido%20ambiental.pdf>

- Salesa, I. A. (11 de 10 de 2017). *Instituto Auditivo Salesa*. Obtenido de https://www.salesa.es/es/noticias/niveles-de-ruido-superiores-a-la-tolerancia/_noticia:110/
- Sánchez García, T. C. (2020). *Contaminación sonora y percepción del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/14131/Sanchez_gt.pdf?f?sequence=1
- Sánchez García, T. C., Sánchez Cortez, L. P., & Canales Aybar, E. (2020). CONTAMINACIÓN SONORA Y LA PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTU-DIANTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. (U. N. Perú, Ed.) *RevistaConrado*, 6. Obtenido de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1545/1529>
- SÁNCHEZ VARGAS , J. E., & SANTANA TELLO , M. R. (2015). *MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERÍODO 2014 - 2015*". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2704/1/T-UTC-00240.pdf>
- Secretaría General de la Comuniada Andina. (2018). *Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/12/decision584.pdf>
- Sierra Tabla, , M. A. (2011). *Sistema caracterizador de equipos de audio (SCEA)*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptb2011/mayo/0668974/Index.html>

STANDARD, B. (s.f.). BS EN ISO 116903:1999. *EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION*. BSI, Brussels.

Stolzel, K. (04 de febrero de 2004). Relación entre la contaminación acústica ambiental y la sensibilidad al ruido. (H.-U. z. Berlin, Ed.) *edoc-Server Open-Access-Publikationsserver der Humboldt-Universität*. Obtenido de <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/15661?show=full>

Tolosa Cabaní, F., & Badenes Vicente, F. J. (2008). *RUIDO Y SALUD LABORAL* (Primera edición ed., Vol. 1). España: MUTUA BALEAR. Obtenido de <https://www.mutuabalealear.es/verFichero.php?id=282>

Trabajo, I. A. (2018). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/12/decision584.pdf>

Valera, S. (2022). El entorno sonoro Entorno acústico, sonido y ruido. (D. D. CUANTITATIVA, Ed.) *ELEMENTOS BÁSICOS de PSICOLOGÍA AMBIENTAL*. Obtenido de http://www.ub.edu/psicologia_ambiental/introduccion

Yerko Damián, L. O. (2009). El ruido como problema en el aprendizaje. *El ruido como problema en el aprendizaje*. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-lucic_y/pdfAmont/aq-lucic_y.pdf

ZAFRA, J. (JULIO de 2018). *RA-MA*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=vo6fDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=concepto+de+sonido+pdf&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false