

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



ESCUELA INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE  
AMBIENTAL

Proyecto de Graduación para optar por Grado de Licenciatura en Ingeniería en  
Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Programa de Prevención y Conservación Auditiva para los Trabajadores de  
la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Realizado por: Ana Gabriela Chavarría Espinoza

I Semestre 2021

## Licencia de Creative Commons

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE FINAL DE GRADUACIÓN

Trabajo Final de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por las profesoras Ing. Adriana Campos Fumero e Ing. María Gabriela Hemández Gómez, el asesor académico el Ing. Andrés Robles Ramírez y la Coordinación de Proyectos de Graduación la Ing. Mónica Carpio Chaves, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Tecnológico de Costa Rica.

ANDRES ROBLES RAMIREZ  
(FIRMA)




Firmado digitalmente por ANDRES ROBLES RAMIREZ (FIRMA)  
Fecha: 2021.06.25 13:56:33 -06'00'

---

Ing. Andrés Robles Ramírez  
Asesor académico

MONICA MARIA CARPIO CHAVES  
(FIRMA)



Firmado digitalmente por MONICA MARIA CARPIO CHAVES (FIRMA)  
Fecha: 2021.06.25 11:06:21 -06'00'

---

Ing. Mónica Carpio Chaves  
En representación de la Dirección

ADRIANA MARIA CAMPOS FUMERO  
(FIRMA)




Firmado digitalmente por ADRIANA MARIA CAMPOS FUMERO (FIRMA)  
Fecha: 2021.06.25 13:29:18 -06'00'

---

Ing. Adriana Campos Fumero  
Profesora Evaluadora

MARIA GABRIELA HERNANDEZ GOMEZ  
(FIRMA)



Firmado digitalmente por MARIA GABRIELA HERNANDEZ GOMEZ (FIRMA)  
Fecha: 2021.06.25 11:13:02 -06'00'

---

Ing. María Gabriela Hemández Gómez  
Profesora Evaluadora

Cartago

22 de junio, 2021

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios, mi apoyo principal, por guiarme en todos los caminos y las decisiones que he tomado hasta hoy. A mis papás y a mi novio, que siempre estuvieron presentes en los buenos y malos momentos. A mi profesor asesor, por darnos a los estudiantes una enseñanza de calidad, la cual me permitió llevar a cabo este proyecto con el mejor resultado posible.

## Resumen

El proyecto se realizó en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A., Cartago, organización dedicada a la exportación de productos agrícolas. El objetivo general consistió en proponer un programa de prevención y conservación auditiva para la planta de producción de la empresa.

En cuanto a ello, se recolectó información mediante el uso de herramientas elaboradas previamente. Estas ayudaron a identificar factores propios del proceso productivo que pudieran afectar los niveles de presión sonora.

Para el objetivo uno, se aplicó una encuesta higiénica, listas de verificación, cuestionarios, entrevistas, diagrama de flujo del proceso y croquis. En el objetivo dos, se emplearon bitácoras de muestreo, así como metodologías sobre mapa de ruido, medición puntual de la fuente y evaluación de la exposición ocupacional a ruido, basada en la INTE/ISO 9612. Respecto al objetivo tres, se utilizó la Guía de diseño OSHA 3074, la Guía de diseño NIOSH y el Real Decreto 286/2006.

Las evaluaciones del ruido ambiental indicaron la presencia de niveles de ruido por encima de 80 decibeles (A) en el área sucia, limpia, muestras y armado de cartón, generado por las máquinas, procesos y métodos de trabajo. Por su parte, en la medición de la exposición ocupacional a ruido, los trabajadores se encontraron expuestos a niveles menores a 80 decibeles (A), extendido a una jornada laboral de ocho horas.

Por ello, se tuvo como finalidad disminuir la exposición ambiental y ocupacional al ruido a través de la implementación de un programa de prevención y conservación auditiva. Se abordaron medidas y acciones dedicadas al monitoreo, control ingenieril y administrativo de la exposición a ruido. Asimismo, se planificó la educación de los trabajadores en el tema, la vigilancia de la salud, así como los lineamientos correspondientes a la evaluación y seguimiento del programa.

**Palabras clave:** Ruido, nivel de presión sonora, programa de conservación auditiva, controles ingenieriles, controles administrativos.

## Summary

The project was carried out at ByC Exportadores del Valle de Ujarras S.A., Cartago, an organization dedicated to the export of agricultural products. The general objective was to propose a hearing prevention and conservation program for the company's production plant.

In this regard, information was collected using previously developed tools. These helped to identify factors inherent to the production process that could affect sound pressure levels.

For objective one, a hygienic survey, checklists, questionnaires, interviews, process flow diagram and sketch were applied. In objective two, sampling logs were used, as well as methodologies on noise map, point measurement of the source and evaluation of occupational exposure to noise, based on the INTE / ISO 9612. Regarding objective three, the Guide was used OSHA Design Guide 3074, the NIOSH Design Guide and Royal Decree 286/2006.

Environmental noise assessments indicated the presence of noise levels above 80 decibels (A) in the dirty, clean, sample, and cardboard assembly area, generated by the machines, processes and work methods. On the other hand, in the measurement of occupational exposure to noise, workers were exposed to levels lower than 80 decibels (A), extended to an eight-hour working day.

Therefore, the aim was to reduce environmental and occupational exposure to noise through the implementation of a hearing prevention and conservation program. Measures and actions dedicated to monitoring, engineering and administrative control of noise exposure will be addressed. Likewise, the education of workers on the subject, health surveillance, as well as the corresponding guidelines for the evaluation and monitoring of the program were planned.

**Keywords:** Noise, sound pressure level, hearing conservation program, engineering controls, administrative controls.

## Índice general

I.	Introducción .....	1
A.	Identificación de la empresa.....	1
1.	Misión.....	1
2.	Visión.....	1
3.	Antecedentes.....	1
4.	Ubicación geográfica.....	1
5.	Descripción de la organización y organigrama.....	2
6.	Cantidad de empleados.....	3
7.	Mercado.....	3
8.	Proceso productivo y productos.....	4
B.	Planteamiento del problema.....	4
C.	Justificación.....	5
D.	Objetivos.....	6
1.	Objetivo general.....	6
2.	Objetivos específicos.....	7
E.	Alcance.....	7
F.	Limitaciones.....	7
II.	Marco teórico.....	8
III.	Metodología.....	13
A.	Tipo de investigación.....	13
B.	Fuentes de información.....	13
1.	Fuentes primarias.....	13
2.	Fuentes secundarias.....	14
3.	Fuentes terciarias.....	14
C.	Población y muestra.....	15

D.	Estrategia de muestreo.....	18
E.	Operacionalización de variables.....	23
F.	Descripción de instrumentos o herramientas de investigación.....	27
1.	Objetivo 1. Identificar los factores y condiciones de exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. ....	27
2.	Objetivo 2. Evaluar los niveles de presión sonora y exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. ....	30
3.	Objetivo 3. Diseñar un programa de prevención y conservación auditiva para los trabajadores de la planta de producción en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. ....	36
G.	Plan de análisis.....	37
IV.	Análisis de la situación actual.....	40
A.	Factores y condiciones de exposición al ruido.....	40
1.	Factores personales relacionados con la exposición ocupacional a ruido.....	40
2.	Condiciones acústicas en las áreas de trabajo.....	42
B.	Niveles de presión sonora en la planta de producción.....	44
1.	Mapa de ruido.....	44
2.	Niveles de presión sonora de las máquinas.....	51
3.	Exposición ocupacional al ruido en los trabajadores.....	56
4.	Diagrama causal.....	60
V.	Conclusiones.....	61
VI.	Recomendaciones.....	63
VII.	Programa de prevención y conservación auditiva para la planta de producción de ByC Exportadores.....	64
A.	Aspectos generales.....	64



1.	Introducción.....	64
2.	Objetivos.....	66
3.	Alcance.....	67
4.	Limitaciones.....	68
5.	Política de Salud Ocupacional.....	68
B.	Organización de trabajo.....	69
1.	Funciones y responsabilidades.....	69
2.	Planificación de actividades del programa.....	71
3.	Organización del programa.....	72
C.	Ejecución del programa.....	73
1.	Monitoreo de la exposición a ruido.....	73
2.	Propuestas de controles ingenieriles.....	92
3.	Propuestas de controles administrativos.....	109
4.	Equipo de protección auditiva.....	121
5.	Educación y motivación de los colaboradores.....	140
D.	Vigilancia de la salud.....	144
1.	Propósito.....	144
2.	Alcance.....	144
3.	Responsables.....	144
4.	Metas.....	144
5.	Instrucciones.....	145
E.	Evaluación y seguimiento del programa.....	147
1.	Propósito.....	147
2.	Alcance.....	147
3.	Responsables.....	147
4.	Metas.....	147

5. Guía de evaluación y seguimiento del programa.....	147
VIII. Conclusiones .....	151
IX. Recomendaciones .....	152
X. Bibliografía.....	153
XI. Apéndices generales .....	165
XII. Anexos.....	195

## Índice de cuadros

Cuadro III-1. Distribución de la población y el tamaño de muestra en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.....	16
Cuadro III-2. Estrategia de evaluación.....	18
Cuadro III-3. Jornada nominal para la medición del ruido ocupacional de los trabajadores en las áreas sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón de la planta de producción.....	21
Cuadro III-4. Operacionalización de variables para el objetivo específico uno.....	23
Cuadro III-5. Operacionalización de variables para el objetivo específico dos.....	25
Cuadro III-6. Operacionalización de variables para el objetivo específico tres.....	26
Cuadro IV-1. Condiciones estructurales de las áreas de trabajo en la planta de producción.....	42
Cuadro IV-2. Condiciones acústicas de las áreas de trabajo en la planta de producción.....	43
Cuadro IV-3. Variables acústicas calculadas para el día uno de medición en el área sucia.....	45
Cuadro IV-4. Variables acústicas calculadas para el día dos de medición en el área sucia.....	46
Cuadro IV-5. Barrido por frecuencias en el punto crítico según la fuente de interés.....	54
Cuadro IV-6. Condiciones acústicas del cuarto de compresores.....	55
Cuadro IV-7. Criterios de exposición a ruido ocupacional en el área sucia.....	57
Cuadro IV-8. Criterios de exposición al ruido ocupacional en el área limpia y muestras.....	58
Cuadro IV-9. Criterios de exposición al ruido ocupacional en la bodega y armado de cartón.....	59
Cuadro VII-1. Relación entre los objetivos específicos y las metas del programa de prevención y conservación auditiva.....	67

Cuadro VII-2. Funciones y responsabilidades del personal de la empresa .....	70
Cuadro VII-3. Planificación de las actividades del programa.....	71
Cuadro VII-4. Etapas para la implementación del programa de prevención y conservación auditiva.....	72
Cuadro VII-5. Cronograma para la aplicación de las herramientas de recolección de datos.....	76
Cuadro VII-6. Especificaciones del material lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada Rockwool .....	93
Cuadro VII-7. Especificaciones del material lana de roca Rockfon® Ekla® Th 40	94
Cuadro VII-8. Cálculos para el diseño de la propuesta uno .....	94
Cuadro VII-9. Costos asociados a la propuesta uno .....	96
Cuadro VII-10. Cálculos para el diseño de la propuesta dos.....	97
Cuadro VII-11. Costos asociados a la propuesta dos.....	99
Cuadro VII-12. Cálculos para el diseño de la propuesta tres .....	100
Cuadro VII-13. Cálculos para las propuestas de barreras acústicas con diferentes alturas.....	101
Cuadro VII-14. Costos asociados a la propuesta tres .....	103
Cuadro VII-15. Resumen de las opciones de control ingenieril .....	104
Cuadro VII-16. Escala de comparación para las alternativas ingenieriles .....	106
Cuadro VII-17. Matriz multicriterio sobre las propuestas de diseño.....	107
Cuadro VII-18. Criterios de diseño para las señales de seguridad en el cuarto de compresores .....	110
Cuadro VII-19. Niveles de presión sonora lineales con el equipo de protección auditiva.....	124
Cuadro VII-20. Propuesta uno de tapones auditivos para el uso en la planta de producción.....	127
Cuadro VII-21. Propuesta dos de tapones auditivos para el uso en la planta de producción.....	128

Cuadro VII-22. Propuesta tres de tapones auditivos para el uso en la planta de producción.....	128
Cuadro VII-23. Escala de comparación para los tapones auditivos.....	130
Cuadro VII-24. Matriz comparativa para las alternativas de tapones auditivos ...	131
Cuadro VII-25. Propuesta uno de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores .....	133
Cuadro VII-26. Propuesta dos de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores .....	134
Cuadro VII-27. Propuesta tres de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores .....	134
Cuadro VII-28. Escala de comparación para las orejeras auditivas .....	136
Cuadro VII-29. Matriz comparativa para las alternativas de tapones auditivos ...	138
Cuadro VII-30. Propuesta de actividades para el plan de capacitación sobre los temas relacionados con la exposición al ruido .....	141
Cuadro VII-31. Plan de evaluación y seguimiento para el programa de prevención y conservación auditiva.....	148

## Índice de figuras

Figura I-1. Croquis de la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, Cartago.....	2
Figura I-2. Organigrama de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. ....	3
Figura I-3. Diagrama de flujo del proceso en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.....	4
Figura III-1. Plan de análisis .....	38
Figura IV-1. Cantidad de quejas previas de los trabajadores debido al ruido .....	40
Figura IV-2. Fuentes de ruido molestas para el trabajador .....	41
Figura IV-3. Grado de molestia, perturbación de la concentración mental y de la comunicación verbal debido al ruido .....	41
Figura IV-4. Mapa de ruido del día uno y dos de la planta de producción.....	45
Figura IV-5. Mapa de ruido del día uno y dos del área sucia .....	45
Figura IV-6. Promedio logarítmico de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido del día uno y dos en el área sucia.....	47
Figura IV-7. Niveles de presión sonora para el cuadrante cinco del área sucia, día uno y dos.....	47
Figura IV-8. Mapa de ruido del día uno y dos en el área limpia y muestras .....	48
Figura IV-9. Promedio logarítmico de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido del día uno y dos en el área limpia y muestras .....	49
Figura IV-10. Niveles de presión sonora para el cuadrante cuatro y nueve del área limpia y muestras, día uno .....	50
Figura IV-11. Mapa de ruido del día uno y dos, área bodega y armado de cartón	51
Figura IV-12. Niveles de presión sonora para el cuadrante dos del área bodega y armado de cartón, día uno y dos.....	51
Figura IV-13. Compresores y turbinas elevadas en la planta de producción .....	52

Figura IV-14. Diagrama de araña sobre los niveles de presión sonora alrededor de las turbinas del área sucia.....	53
Figura IV-15. Diagrama de araña sobre los niveles de presión sonora de los compresores .....	54
Figura IV-16. Croquis sobre la distribución de los puestos de trabajo.....	57
Figura IV-17. Diagrama causal sobre la inexistencia de medidas de evaluación, monitoreo, control y seguimiento de los niveles de ruido en la planta de producción.....	60
Figura VII-1. Componentes del programa de prevención y conservación auditiva para la planta de producción .....	65
Figura VII-2. Distribución de los cuadrantes en las áreas de la planta de producción.....	79
Figura VII-3. Diagrama de araña sobre la distribución de los puntos de medición para las fuentes emisoras de ruido .....	83
Figura VII-4. Ubicación espacial de los puestos para la medición de la exposición ocupacional al ruido .....	87
Figura VII-5. Diseño de la propuesta uno de encerramiento con material acústico para el cuarto de compresores.....	95
Figura VII-6. Diseño de la propuesta dos de encerramiento con materiales acústicos y reducción de la superficie de transmisión sonora para el cuarto de compresores.....	98
Figura VII-7. Diseño de la propuesta tres de encerramiento con materiales acústicos y diseño de barreras acústicas para el cuarto de compresores .....	102
Figura VII-8. Diseño de la barrera acústica .....	103
Figura VII-9. Instrucción sobre el modo de arrollar el tapón auditivo.....	115
Figura VII-10. Instrucción sobre el modo de introducir el tapón auditivo .....	115
Figura VII-11. Instrucción sobre el modo de mantener el tapón auditivo.....	116
Figura VII-12. Instrucción sobre el modo de colocar la orejera .....	117

Figura VII-13. Instrucción sobre el modo de quitar las almohadillas de las orejas.....	118
Figura VII-14. Peso recomendado de las cargas en condiciones ideales de levantamiento.....	120
Figura VII-15. Nivel de exposición real, al ruido, al variar el tiempo de utilización del protector auditivo.....	126
Figura VII-16. Grado de nocividad del ruido acorde al uso del equipo de protección auditiva.....	126
Figura VII-17. Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de presión sonora efectivo.....	127



## **I. Introducción**

En los siguientes apartados se aborda la información relacionada con la empresa ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

### **A. Identificación de la empresa**

#### **1. Misión**

“Procurar una mejora continua en la calidad de nuestros productos, con el fin de lograr una demanda creciente por parte de nuestros clientes y con ello mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores y accionistas” (ByC Exportadores, 2020).

#### **2. Visión**

“Llegar a ser una empresa líder en la comercialización de productos agrícolas costarricenses en el mercado internacional, mediante el desarrollo agroindustrial, mejorando la calidad de nuestros productos y el servicio al cliente, procurando la formación integral de nuestros empleados y la protección del medio ambiente” (ByC Exportadores, 2020).

#### **3. Antecedentes**

ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. es una empresa familiar fundada en Costa Rica hace más de 25 años y se dedica a la exportación de chayote en Ujarrás de Cartago. La lealtad por los colaboradores, proveedores, clientes y ambiente ha impulsado a la compañía, al triunfo en producción, logística y exportación de productos agrícolas (ByC Exportadores, 2020).

#### **4. Ubicación geográfica**

La planta empacadora se localiza en Ujarrás, Cartago y cuenta con el apoyo de cuatro fincas que proveen de la materia prima (chayote). Estas plantaciones se distribuyen en Ujarrás, Santiago, Cervantes y el Yas. En la figura I-1 se puede observar un croquis que representa la distribución de áreas en la planta de producción.

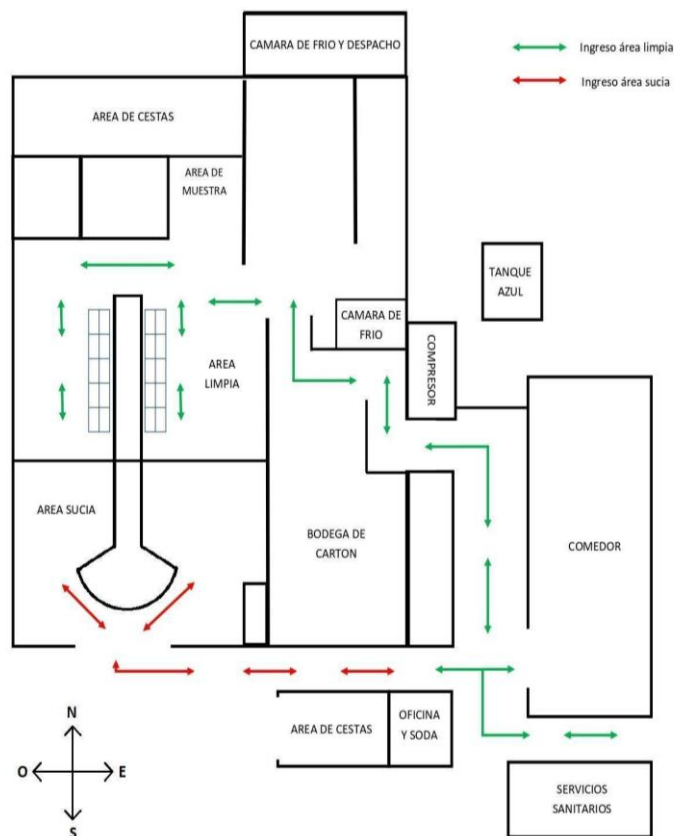


Figura I-1. Croquis de la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, Cartago

Fuente: Adaptado de Sistema de Gestión en Calidad, por Madriz, 2020

## 5. Descripción de la organización y organigrama

Tal como indica la figura I-2, la empresa se encuentra dirigida por una Junta Directiva, la cual está conformada por tres gerentes generales y un gerente financiero. Por su parte, el departamento de Salud Ocupacional depende de la Gerencia General y se encuentra estructurado por el encargado de Salud Ocupacional, el médico de la empresa, así como la comisión de salud ocupacional. Además de esto, se tiene el Departamento Administrativo-Financiero y el de Ventas, así como el de Operaciones. Éste último se compone por personal de la planta de producción y de fincas.

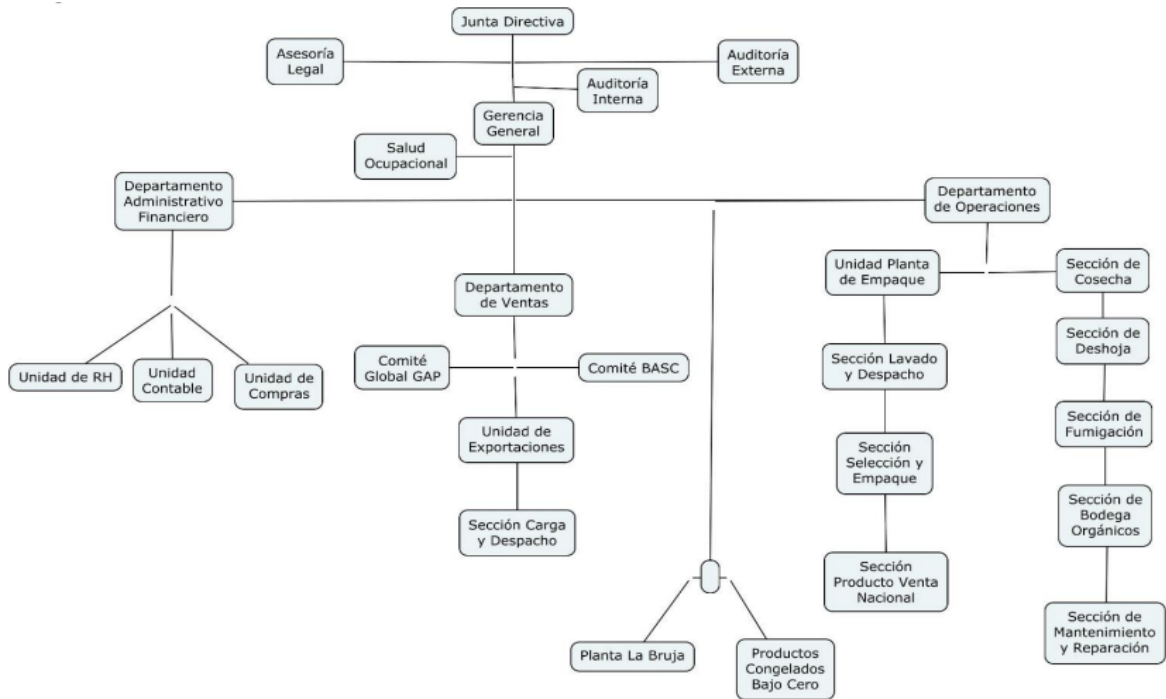


Figura I-2. Organigrama de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

## 6. Cantidad de empleados

B&C Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. cuenta 351 empleados distribuidos en los centros de trabajo de la provincia de Cartago. De ellos, 278 están localizados en las fincas, 20 en el área de oficinas y 53 laboran en la planta de producción. La jornada ordinaria es de lunes a sábado. Sin embargo, las horas de inicio y final de la jornada son indefinidas, ya que dependen de la disponibilidad de materia prima (chayote) en la planta. Mientras tanto, el resto del personal labora de lunes a viernes, desde las ocho horas hasta las 17 horas.

## 7. Mercado

La empresa es uno de los principales proveedores de vegetales latinoamericanos en países como Estados Unidos, Canadá, Holanda, Francia, España, Italia, Portugal, Inglaterra y Puerto Rico. También venden productos al mercado nacional. Este amplio desarrollo se debe a un sistema estricto de calidad, certificado por: Buenas Prácticas en Agricultura, GLOBAL G.A.P (*Good Agricultural Practice*), Iniciativa Global de Inocuidad Alimentaria Primus GFSI (*Global Food Safety Initiative*), Iniciativas Éticas de Comercio ETI (*Ethical Trading Initiative*), Esencial COSTA RICA y *Business Alliance for Secure Commerce* (BASC).

## 8. Proceso productivo y productos

El proceso productivo empieza con la preparación del terreno en las fincas hasta que el producto llega a los contenedores para su exportación (Figura I-3).

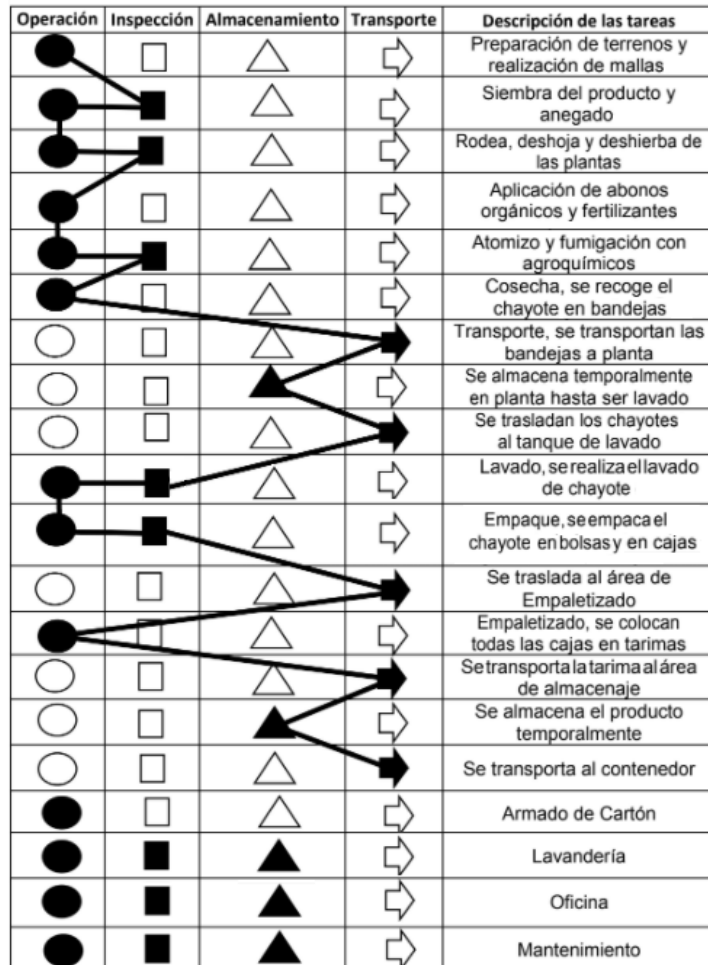


Figura I-3. Diagrama de flujo del proceso en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Fuente: Ruíz, 2020

### B. Planteamiento del problema

Un estudio realizado en el 2020 por el encargado de Salud Ocupacional (Ruíz, 2020), demostró que en la planta existen niveles de presión sonora (NPS) que superan el límite permitido en la legislación vigente de 85 dB(A) (Gobierno de la República, 1979). Por su parte, según la entrevista realizada a la Unidad de Recursos Humanos y el encargado de medicina laboral (Apéndice 1), para el 2018, a dos trabajadoras del área sucia se les solicitó un examen de audiometría.

Luego, ellas fueron referidas al Instituto Nacional de Seguros (INS), debido a la dificultad para escuchar y los efectos acúfenos. La recomendación de dicha institución fue evitar la exposición a ruidos altos y aplicar acciones para atender el problema de ruido en el recinto. Entre las medidas implementadas, la empresa ubicó a las trabajadoras en un área de trabajo adyacente a la que estaban, para alejarlas de la exposición. Además, se elevaron tres máquinas, con el fin de disminuir la exposición al ruido para el resto de los trabajadores del área sucia.

Sin embargo, los cuestionarios aplicados en marzo de 2021 (Anexo 1) indican que, a un 60 % del personal de la planta le molesta en un nivel alto el ruido que emite la maquinaria de las instalaciones, lo cual implica que persisten deficiencias en la salud auditiva del personal. Por su parte, A un 35 % le molesta en un nivel medio y al cinco por ciento restante no le molesta.

### **C. Justificación**

La presencia de problemas auditivos entre los trabajadores de las plantas de manufactura es muy común. De acuerdo con *Bureau of Labor Statistics*, la pérdida auditiva ocupacional es una enfermedad ocupacional muy registrada en la industria manufacturera de Norteamérica (17,700 casos de 59,100 casos). Esto se traduce en una de cada nueve enfermedades documentadas, donde más del 72 % de estos casos ocurren entre los trabajadores de la industria manufacturera (The National Institute for Occupational Safety and Health, 2010).

Respecto a Costa Rica, para el 2017, el análisis de las estadísticas brindadas por el INS indicó que 721 casos (0,6 % de los reportes de accidentabilidad) se dieron por riesgos físicos. Entre ellos, se tuvieron 17 casos en los que los trabajadores sufrieron lesiones por exposición al ruido (Consejo de Salud Ocupacional, 2017).

En el caso particular de la organización, se cuenta con datos sobre la distribución de los NPS mediante un mapa de ruido que se realizó en el 2020 (Anexo 2 y 3). Sin embargo, se desconoce la influencia que ejercen las máquinas y equipos, así como el ruido que llega a los trabajadores. Otro aspecto importante consiste en que se realizaron modificaciones constructivas en las instalaciones, por lo que se tiene información desactualizada sobre el tema de ruido en la planta.

Con respecto a lo anterior, en el artículo 14, el Decreto N° 10541-TSS indica que “los locales de trabajo que están marginalmente por debajo de los límites de los 85 dB (A) y que fueran modificados en su estructura, deben ser objeto de nueva medición para determinar si las condiciones sobre esta materia han variado.” (Gobierno de la República, 1979, p. 2). Siendo el caso de la organización, en el que han cambiado las condiciones constructivas de la planta de producción, se afirma la necesidad de implementar estudios de ruido en las diferentes áreas de trabajo.

Asimismo, consciente de la necesidad de tener información actualizada sobre el tema, la Gerencia General solicitó un estudio de ruido en la planta de producción. Por su parte, la Unidad de Recursos Humanos y el encargado de medicina laboral manifiestan la necesidad de implementar medidas de control que mejoren la situación en relación con el ruido y que, a su vez, protejan la salud del personal.

En su política de Seguridad y Salud, la organización establece un compromiso explícito con el cumplimiento de la legislación vigente, a fin de procurar el mayor bienestar físico, mental y social de sus colaboradores. Además, siempre se proyecta un mejoramiento continuo de la salud y seguridad a través de las buenas prácticas en el proceso de producción.

Debido a lo anterior, es necesario desarrollar un programa de prevención y conservación auditiva para evitar la aparición de problemas auditivos en los trabajadores y paralelamente, proteger la imagen de la organización ante los socios nacionales e internacionales. Especialmente, porque estos últimos, en el proceso de certificación de los productos exportados, valoran la calidad de la salud que tienen los colaboradores de la empresa.

## **D. Objetivos**

### **1. Objetivo general**

Proponer un programa de prevención y conservación auditiva conforme al cumplimiento de la normativa vigente de exposición a ruido, para los trabajadores de la planta de producción en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

## **2. Objetivos específicos**

- Identificar los factores y condiciones de exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.
- Evaluar los niveles de presión sonora y exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.
- Diseñar un programa de prevención y conservación auditiva para los trabajadores de la planta de producción en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

### **E. Alcance**

El programa de prevención y conservación auditiva va dirigido a todos los trabajadores que laboran en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. Para ello, se propusieron controles administrativos e ingenieriles, a partir de la medición de NPS mayores o iguales a 80 decibeles (A). Se incluyeron acciones de monitoreo de la exposición, vigilancia y promoción de la salud, evaluación audio métrica, educación y formación del personal. Por otro lado, se establecieron medidas de seguimiento, para favorecer el cumplimiento continuo y el funcionamiento efectivo del programa.

### **F. Limitaciones**

- La evaluación a nivel de la fuente para el motor de la banda transportadora no se pudo llevar a cabo con el resto de las máquinas apagadas, ya que esto representaría una interrupción en el proceso productivo.

## II. Marco teórico

El sonido consiste en un cambio rápido de la presión del medio fluido (generalmente el aire) al que se expone el oído interno. Se considera un elemento útil en la vida, ya que brinda experiencias muy agradables al ser humano (Amable et al., 2017). No obstante, “no toda vibración del aire puede ser considerada sonido: sólo aquella capaz de estimular el sentido auditivo.” (Asinsten, 2015, p. 8).

A diferencia del término anterior, el ruido se refiere a un sonido indeseable, el cual viaja en ondas a través del medio aéreo (o las variaciones de presión). Esto produce la vibración del tímpano. Posteriormente, estas vibraciones pasan al oído medio y el oído interno (Amable et al., 2017). Tal como indica Henao (2014, p. 10) “cualquier ruido puede causar un traumatismo más o menos grave en el hombre y puede ir seguido de efectos nocivos de muy diversa índole”.

Los factores acústicos incluyen la frecuencia, la intensidad, la duración y el significado del ruido (Van Kamp, 2010). El oído humano es sensible a frecuencias entre 1000 Hertz y 5000 Hertz. Esto se asocia al tono, donde la sensación sonora aguda se debe a frecuencias altas y la grave se debe a frecuencias bajas. Mientras que la intensidad del ruido se refiere al volumen con que se genera el ruido (Henao, 2014). Los tipos de ruido se clasifican por su comportamiento en el tiempo en (Mancera et al., 2012):

- Estable: Posee alteraciones inferiores o iguales a cinco decibeles A. En este caso, los intervalos son menores de un segundo
- Fluctuante: Presenta alteraciones mayores a cinco decibeles A en períodos cortos de tiempo, este tipo de ruido varía constantemente y sin mostrarse estabilidad
- Intermitente: Posee alteraciones significativas en los NPS, durante períodos no mayores de 15 minutos y con alteraciones superiores a cinco decibeles A. El nivel superior se mantiene por cerca de un segundo y puede ser: fijo o variable
- Impacto: El tiempo que dura el sonido es de medio segundo. Entre un impacto y otro existe un periodo superior o igual que un segundo



En cuanto a la evaluación del sonido, se emplean equipos como sonómetros y audio dosímetros (Robles y Arias, 2015). El sonómetro permite conocer los NPS. Este equipo cuenta con un filtro de ponderación en A, por lo cual, es posible evaluar la exposición al ruido. El instrumento también posee tres clases de respuesta: lenta, rápida y de impacto, para valorar el ruido continuo, fluctuante y de impacto, respectivamente (Mancera et al., 2012).

Por su parte, el dosímetro se emplea cuando el trabajador está expuesto a diferentes niveles de ruido, debido a las características variables de su operación o el desplazamiento por zonas de intensidad variada de ruido. Este instrumento se coloca con el micrófono cerca del oído del trabajador mientras desarrolla sus labores. Existen dosímetros con un analizador de frecuencia de octava y aquellos con micrófono de dos vías para colocar uno sobre cada eje auditivo del trabajador (Mancera et al., 2012).

El ruido puede generar daños temporales o permanentes en la salud. Estos efectos aparecen cuando los niveles de ruidos sobrepasan 125 dB y empieza el “Umbral del Dolor” cuando éste llega a los 140 dB (López, 2015). Un estudio muestra que la “exposición prolongada a ruidos superiores a 85 decibeles A, por cierto, muy comunes en las ciudades, puede generar un 12 % más de problemas cardiovasculares, 37 % más de problemas neurológicos y 10 % más de problemas digestivos” (Medina y González, 2015, p. 131). Aunado a esto, la exposición aguda o crónica al ruido incrementa el estrés fisiológico y psicológico (Tao et al., 2020).

Sin embargo, las características propias del individuo influyen en la percepción del ruido. Según menciona Golmohammadi et al. (2020), existen factores no acústicos, tal como la edad, el sexo y estado de salud. Asimismo, Van Kamp (2010) menciona factores como el contexto del individuo, la actitud, sensibilidad al ruido y estrategias de afrontamiento.

Tal como indica Ulibarri (2015), los trabajadores con mayor antigüedad y los que tienen el hábito de fumar son más vulnerables a padecer ansiedad por el ruido. Por otro lado, en su estudio, Álvarez (2011) menciona que la mujer tiene una agudeza auditiva mayor que la del hombre, ya que posee el umbral de audición

más bajo. Siendo así, Hammersen et al. (2016) afirman que el sexo es una variable determinante, siendo las mujeres más susceptibles a enfermedades mentales.

Asimismo, en una investigación se tuvo que aquellas personas neuróticas y sensibles al ruido sintieron más molestias que las que no lo eran (Golmohammadi et al., 2020). Van Kamp y Davies (2013) aluden que dicha sensibilidad podría ser causada por una enfermedad física, lesión, medicación prescrita, alguna vulnerabilidad genética o adquirida por factores de estrés ambiental. Del mismo modo, podría darse por un trastorno psicológico.

De acuerdo con Ulibarri (2015), se debe identificar los grupos de trabajadores que presentan con mayor intensidad y frecuencia estas afectaciones, para implementar medidas preventivas. Así se evita una enfermedad, accidente laboral, incapacidad y estados de invalidez. Se previenen pérdidas económicas, debido a la rotación de personal, el retraso en la producción y las pérdidas materiales derivadas de los accidentes que pudieran ocurrir por estos trastornos.

Tal como indican Ramírez y Saavedra (2020), el ruido es uno de los principales factores que disminuye la productividad laboral y genera afectaciones económicas sumamente altas. En 1991, Estados Unidos gastó 242 millones de dólares en indemnizaciones por pérdida auditiva y 54 millones de dólares en indemnizaciones y audífonos en Columbia Británica. Además de esto, entre 1974 y 1994, se destinaron 504 millones de dólares ahorrados en un programa de conservación auditiva para el ejército estadounidense (Álvarez, 2011).

Como parte de la gestión preventiva, un programa de prevención y conservación de la audición considera las medidas de cuidado del sentido auditivo y la reducción de la exposición al ruido acorde al cumplimiento de los mencionados requisitos legales. Las acciones a corto, mediano y largo plazo incluyen el monitoreo de los niveles de ruido, controles administrativos, ingenieriles, a nivel de la fuente, medio y trabajador, pero las dos primeras medidas pueden ser las más eficientes en la gestión del riesgo (Amén, 2016).

En un estudio aplicable a una empresa ecuatoriana, la medida más efectiva fue en la fuente. Se realizaron cambios en la maquinaria y se reemplazaron algunos

componentes, tomando como indicador el nivel de ruido generado. Con ello se protegió la integridad del personal. La segunda medida apuntó al medio, en el que se hizo un aislamiento acústico de la maquinaria y componentes, previniendo que el ruido se propagara a otros puestos (Moyano y Jordan, 2016).

Investigaciones reportan medidas como la capacitación de los trabajadores y los cambios a nivel administrativo. Por ejemplo, en aquellos sectores donde el personal tenga exposición por un tiempo determinado y con periodos iguales de descanso, se previene un deterioro mayor de la agudeza auditiva (Martínez et al., 2012). Asimismo, se consideran otras opciones como cambios de infraestructura. En un estudio desarrollado por Rinawati et al. (2020), se tuvo que, para lograr una aplicación exitosa del programa de conservación auditiva, lo óptimo era considerar controles ingenieriles en las máquinas molidoras de arroz.

Otra medida consiste en el uso de equipo de protección personal, lo que se considera la última línea de defensa, de acuerdo con *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) (McCullagh et al., 2010). Según *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), los dispositivos de protección auditiva pueden dar protección simple o doble. En el segundo caso, se puede combinar los tapones para los oídos con orejeras siempre y cuando el nivel de ruido para una exposición de ocho horas sea mayor a 105 decibeles A (Ahmed y Gadelmoula, 2020).

Al ser un problema que se ha dado en muchas industrias y empresas internacionales, existen organizaciones que investigan y definen los criterios de exposición a ruido. Tal es el caso de *International Organization for Standardization* (ISO), OSHA y NIOSH. Asimismo, se cuenta con una gran variedad de aportes provenientes del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

En Costa Rica, se cuenta con normativa aplicable al tema de exposición ocupacional a ruido. Entre los organismos encargados de brindar recomendaciones se tiene el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), el Consejo de Salud Ocupacional (CSO), el Instituto Nacional de Seguros (INS), entre otros. El Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Gobierno de la República, 1979) determina un límite de 90 decibeles (A) para lugares de trabajo con ruidos

intermitentes o de impacto, y también establece que ante ruidos continuos no se podrá exceder los 85 decibeles (A).

Finalmente, tal como indica Abdul et al. (2020) en su estudio, posterior a la implementación de un programa de conservación auditiva, se debe reevaluar los conocimientos y habilidades de los trabajadores en el tema de conciencia sobre las buenas prácticas auditivas y exposición a ruido, para conocer la efectividad de las medidas implementadas. Según Blanquicett et al., (2019), el punto esencial para lograr esto es mantener vivo el compromiso y liderazgo de la alta dirección en la creación de estrategias, las cuales aporten al desarrollo de la calidad de vida en el trabajo.

### **III. Metodología**

#### **A. Tipo de investigación**

El trabajo consistió en una investigación aplicada de tipo descriptiva, la cual buscó medir, evaluar o recolectar valores y datos sobre el tema de interés, para exhibir el conocimiento de la realidad tal como se presenta en el tiempo y espacio dado (Cairampoma, 2015).

#### **B. Fuentes de información**

##### **1. Fuentes primarias**

- Libros
  - Juan Carlos Asinsten, El Sonido, 2015
  - Mario Mancera Fernández, María Mancera Ruíz, Mario Ramón Mancera Ruiz y Juan Ricardo Mancera Ruíz, Seguridad e Higiene Industrial: Gestión de Riesgos, 2012
- Manuales
  - Rodrigo Avilés López y Rocío Perera Martín, Manual de Acústica Ambiental y Arquitectónica, 2017
- Reglamentos
  - Ministerio de Salud Pública de Costa Rica, Reglamento para el control de ruido y vibraciones, 1979
- INSHT: Normas Técnicas de Prevención
  - Real Decreto 286/2006. Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la Exposición de los Trabajadores al Ruido
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica: Normas técnicas
  - INTE 31-07-01:2016. Requisitos para la aplicación de colores y señalización de seguridad e higiene en los centros de trabajo
  - INTE 31-09-16-00. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
  - INTE/ISO 9612: Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería

- Proyecto de graduación
  - Juan Manuel Ulibarri Martínez, Asociación entre ruido y ansiedad en trabajadores, 2015
  - Stalin Guillermo Amén Chinga, Diseño y aplicación del programa de conservación auditiva para la prevención de alteraciones de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a ruido de los departamentos de equipos pesado y turbina de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador del Cantón Shushufindi provincia de Sucumbíos, 2016
  - Steven Ruíz Arguedas, Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según la INTE/ISO 45001:2018 para ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, Cartago, 2019
- Registros documentales en la organización
  - Expedientes de los trabajadores
  - Reportes de incidentes y accidentes

## **2. Fuentes secundarias**

- Artículos científicos
  - Andrés Robles Ramírez y Esteban Arias Monge, Metodologías de evaluación: Exposición ocupacional a ruido y casos de análisis en agentes ambientales físicos; Módulo exposición ocupacional a ruido, 2015
- Bases de datos: AENORMás, Annual Reviews, EBSCO, Ebrary, E-libro, Emerald, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink
- *Occupational Safety and Health Administration*: Guía de conservación auditiva

## **3. Fuentes terciarias**

- Entrevistas: Encargado de medicina laboral, encargada de la Unidad de Recursos Humanos
- Encuestas: Jefes encargados de la planta de producción
- Cuestionarios: Personal de la Sección de Mantenimiento y Reparación, trabajadores de la planta de producción

### **C. Población y muestra**

La encuesta higiénica realizada a los jefes encargados (Apéndice 2) indicó que en la planta de producción se tiene una jornada de trabajo de lunes a sábado. Sin embargo, no se tiene un horario de trabajo establecido por semana. La cantidad de trabajo depende de la disponibilidad del producto en las plantaciones, la demanda de los clientes y las condiciones de la maquinaria.

Como ejemplo de esto, la segunda semana de marzo del 2021 se tuvo baja producción, dado que los fuertes vientos redujeron la cantidad de chayote en las plantaciones. Por esta razón, la jornada de trabajo en la planta de producción se mantuvo lunes y martes a partir de las 9:30 horas y terminó a las 15:00 horas. El miércoles, jueves y viernes la jornada se redujo, comenzando desde las 9:30 horas y finalizando a las 14:00 horas.

Otro ejemplo fue que el miércoles de la cuarta semana de marzo del 2021 correspondió a un día de alta producción. Se planificó empezar la jornada de trabajo a partir de las 9:00 horas hasta las 17:00 horas. Sin embargo, la banda transportadora falló y su reparación implicó un retraso de una hora y media. Por ello, se comenzó a trabajar a las 11:00 horas y se terminó a las 17:00 horas.

A pesar de las variaciones, los jefes encargados indicaron que generalmente existe un patrón de trabajo, siendo los lunes y martes los días con una jornada de trabajo más larga que el resto de los días. Esto debido a la cantidad de chayote que se acumula el domingo. Sin embargo, también hay épocas de alta producción por varias semanas o días seguidos. Por ejemplo, durante la última semana de marzo del 2021, los colaboradores asistieron de lunes a jueves, a partir de las 6:00 horas hasta las 18:00 horas, lo cual contabilizó un total de 12 horas por día.

Como se evidenció anteriormente, la duración de la jornada es muy variable y existe la posibilidad de que los cambios drásticos se presenten de un día a otro, siendo un comportamiento normal del proceso productivo. Tras la información anterior, se tuvo que las diferentes evaluaciones del proyecto se realizaron en horario diurno, de lunes a viernes. Sin embargo, no se implementaron mediciones el sábado, ya que asiste una menor cantidad de colaboradores y la jornada de

trabajo es notablemente inferior al resto de días por semana (alrededor de tres o cuatro horas). Por ello, no es representativo respecto a los demás días de medición.

En el cuadro III-1 se indica la población en la planta de producción, la cual es de 53 personas y el tamaño de la muestra para las mediciones de la exposición ocupacional a ruido.

Cuadro III-1. Distribución de la población y el tamaño de muestra en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Área de trabajo	Población	Muestra
Área sucia	13 trabajadores	13 trabajadores
Área limpia	26 trabajadores	25 trabajadores
Muestras	2 trabajadores	2 trabajadores
Armado de cartón	2 trabajadores	2 trabajadores
Cámara fría y despacho	3 trabajadores	--
Total	46 trabajadores	42 trabajadores

Con respecto a las consideraciones iniciales para el cálculo de la muestra, el área sucia cuenta con 13 trabajadores, pero se excluyen dos supervisores, ya que se desplazan constantemente dentro y fuera de la planta. Del mismo modo, se excluyen cuatro trabajadores que acomodan cestas fuera de la planta, dado que ocasionalmente ingresan al área sucia para dejar tarimas cargadas de chayote.

El área limpia posee 26 trabajadores. Tal como en el caso anterior, la muestra no cuenta los dos supervisores ni los cuatro trabajadores que maniobran las carretillas hidráulicas, ya que estos transportan material desde el área limpia hasta el exterior de la planta. Por otro lado, se excluyen las personas del área de cámara fría y despacho. Esto debido a que ellos se encuentran fuera de la planta de producción la mayor parte de su jornada laboral, ya que sus tareas consisten en recibir, inspeccionar y despachar los vehículos con contenedores.



Tras realizar las exclusiones anteriores, se adjunta la fórmula para el cálculo de la muestra aleatoria de la población. Además, se mencionan los datos específicos utilizados para el proyecto:

$$n = \frac{Z\alpha^2 Npq}{i^2(N - 1) + Z\alpha^2 Npq}$$

Donde:

Z $\alpha$ : Para un nivel de confianza del 95 %, se emplea el coeficiente z = 1.96

N: Población por área

P: 0,5

q (1-p): 0,95

i: Porcentaje de error del 5 %

n: Cantidad de muestras

No fue posible evaluar la cantidad total de muestra según el cuadro III-1, dado que, para los días de medición muchos trabajadores no laboraron, se encontraron incapacitados por enfermedad o en vacaciones preventivas por la pandemia del Covid-19. A pesar de esto, se obtuvieron datos representativos de la exposición ocupacional al ruido, ya que se implementó la estrategia de designar a algunos trabajadores en los puestos que permanecían desocupados.

Además del cálculo anterior de la muestra para la exposición ocupacional al ruido, se emplearon otras herramientas de recolección de datos. Su descripción y población meta se describen a continuación:

- Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón, realizada a los jefes de la planta de producción: Se aplicó a la población meta, lo cual correspondió al jefe de personal y el jefe de planta

- Cuestionario a la Sección de Mantenimiento y Reparación acerca de los tipos de máquinas y el mantenimiento: Se aplicó a la población meta, correspondiente al encargado y los tres ayudantes de la Sección de Mantenimiento y Reparación
- Cuestionario a los trabajadores sobre “Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico”, del INSHT: Se contó con una muestra inicial de 27 trabajadores (Cuadro III-2), no obstante, se obtuvieron 20 respuestas. Como parte de las limitaciones, muchos trabajadores eran iletrados y no manejaban aparatos tecnológicos, por lo que no pudieron contestar el cuestionario. Por otro lado, la Gerencia General restringió el contacto al ingresar a la planta de producción, por lo que se imposibilitó aplicar otra herramienta (entrevista, etcétera)
- Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de exposición a ruido de los trabajadores: Se aplicó a la población meta, lo cual correspondió a la encargada de la Unidad de Recursos Humanos y el médico de empresa

#### **D. Estrategia de muestreo**

De acuerdo con las estrategias de muestreo que brinda la norma INTE/ISO 9612:2016 (ISO, 2016a), se utilizó aquella basada en la tarea. Esto debido a que, según la información obtenida en la encuesta higiénica (Apéndice 2) y la observación no participativa (Apéndice 3 y 4), se conoce un patrón de trabajo que posee tareas sencillas y definidas.

En el cuadro III-2 se muestra la estrategia de evaluación seguida en el proyecto. En ésta se especifica el tipo de evaluación (exposición ocupacional o ambiental) de acuerdo con el instrumento, el área o la persona evaluada, la cantidad de días o veces que se aplicó dicho instrumento y las horas evaluadas por día.

Cuadro III-2. Estrategia de evaluación

Tipo de evaluación	Instrumento	Área o persona	Cantidad de días	Horas evaluadas por día (h)
Evaluación de la exposición ocupacional a ruido	Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón, realizada a los jefes de la planta de producción	Dos jefes de la planta de producción, los cuales son responsables del área sucia, limpia, muestras, bodega de cartón	2	2
Evaluación ambiental a ruido	Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción (Observación no participativa)	Área sucia	2	1
		Área limpia	2	1
		Muestras	2	1
		Bodega de cartón	2	1
Evaluación ambiental a ruido	Cuestionario a Sección de Mantenimiento y Reparación	Un encargado de Mantenimiento y Reparación	1	No aplica
		Tres ayudantes de Mantenimiento y Reparación	1	
Evaluación de la exposición ocupacional a ruido	Cuestionario sobre "Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico", del INSHT	Dos jefes de la planta de producción  25 trabajadores (incluye área sucia, limpia, muestras, bodega de cartón)	5	No aplica
Evaluación de la exposición ocupacional a ruido	Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de exposición a ruido de los trabajadores	Medicina laboral	1	0,5
		Unidad de Recursos Humanos	1	0,5

Evaluación ambiental a ruido	Mapa de ruido	Área sucia	2	Jornada completa
		Área limpia y muestras	2	Jornada completa
		Bodega de cartón	2	Jornada completa
Evaluación ambiental a ruido	Evaluación puntual de la fuente	Compresor M13	1	1
		Dos compresores M11, M12	1	1
		Turbinas en el área sucia	1	1
Evaluación de la exposición ocupacional a ruido	Exposición personal	25 trabajadores del área limpia	1	Jornada completa
		13 trabajadores del área sucia		
		Dos personas del área de muestras		
		Dos personas del área de bodega y cartón	1	Jornada completa

Del cuadro anterior, se destaca que se realizó una selección de muestra aleatoria (nivel de confianza, 90 %) en el cual se previó obtener 27 respuestas en el cuestionario “Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico” del INSHT, pero se obtuvieron 20 respuestas en total.

En cuanto a las evaluaciones ambientales, cada mapa de ruido de las diferentes áreas inició un día de mayor producción de chayote (lunes, martes). Asimismo, el segundo día de medición consideró realizarse durante un día con una menor producción de chayote (jueves, viernes). Esto con el objetivo de obtener comparaciones entre la distribución de los NPS durante los días en los que se tiene

una jornada de trabajo más extensa (caso crítico) y cuando se cuenta con una jornada de trabajo menor.

Se conformaron grupos homogéneos de exposición al ruido para realizar la evaluación de la exposición personal, dado que se trata de equipos de trabajadores que se encuentran realizando las mismas funciones y tareas. Dichos grupos se clasificaron en el siguiente cuadro, según el área de trabajo.

Cuadro III-3. Jornada nominal para la medición del ruido ocupacional de los trabajadores en las áreas sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón de la planta de producción

Área	Grupo	Descripción de la tarea	Duración del ciclo (min)	Duración de la medición (min)	Cantidad de mediciones	Duración total de mediciones (min)
Sucia	1A	Transportar las cestas cargadas de producto y vaciar los chayotes individualmente en el tanque de llenado.	1	5*	3**	15
Sucia	2A	Tarea cíclica: Elevar manualmente el chayote desde el tanque de llenado hasta la banda transportadora.	2	5*	3**	15
Sucia	3A	Seleccionar el chayote de baja calidad y lo coloca en una cesta vacía.	2,5	5*	3**	15
Limpia	4A	Colocar etiqueta a los chayotes	3	5*	3**	15

Limpia	5A	Embolsar el chayote. Se ubica alrededor de la banda transportadora.	4	5*	3**	15
Limpia	6A	Empacar el chayote en cajas de cartón. Se ubica alrededor de la banda transportadora.	2	5*	3**	15
Muestras	7A	Seleccionar, limpiar y guardar el chayote de alta calidad.	5	5*	3**	15
Bodega y armado de Cartón	8A	Separar las tarimas agrupadas y colocar las cajas en la máquina de armado.	1,67	5*	3**	15
Bodega y armado de Cartón	9A	Apilar las cajas en forma de columnas en el área destinada para tal fin.	3	5*	3**	15

\*La norma INTE/ISO 9612:2016, indica que, en lo referente a la estrategia de medición basada en la tarea, cuando el ruido durante la tarea es cíclico, se deben cubrir al menos tres ciclos bien definidos. Si la duración de estos es menor a cinco minutos, se debe medir al menos cinco minutos (INTECO, 2016a).

\*\*La norma INTE/ISO 9612:2016 establece que, en la estrategia de medición basada en la tarea, para cada tarea se deben realizar al menos tres mediciones. Si los resultados tienen una diferencia de tres decibeles, es posible: a) Realizar tres mediciones adicionales de la tarea; b)

Subdividirse la tarea en otras; c) Realizar mediciones con una duración más larga (INTECO, 2016a).

## E. Operacionalización de variables

**Objetivo 1:** Identificar los factores y condiciones de exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Cuadro III-4. Operacionalización de variables para el objetivo específico uno

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/herramientas
Factores de exposición a ruido en los trabajadores de la planta de producción	Consiste en un grupo de factores, los cuales ocasionan que los niveles de ruido se incrementen, estos pueden provenir del exterior (vehículos, etcétera) o el interior de las instalaciones (máquinas, equipos, personas, etcétera).	Características de la organización de trabajo (Tipo y duración de la jornada laboral, periodos de descanso, cantidad de turnos de trabajo)	Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón, realizada a los jefes de la planta de producción
		Tipo de materias primas usadas en el proceso productivo	
		Nivel de producción	
		Tiempos de variación del producto	
		Cantidad de procesos	Diagrama de flujo de procesos
		Tipos de ruidos emitidos por las máquinas, equipos, procesos, personas	Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción

		Ubicación de los materiales en el local (tarimas, cestas)	Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción
		Cantidad de máquinas	
		Ubicación de las máquinas	
		Tipo de función que ejercen las máquinas	Cuestionario a la Sección de Mantenimiento y Reparación acerca de los tipos de máquinas y el mantenimiento que se lleva a cabo
		Frecuencia de mantenimiento de las máquinas	
		Frecuencia de daños a la salud auditiva	Cuestionario a los trabajadores sobre "Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico", del INSHT
		Grado de percepción de ruido de los trabajadores	
		Número de daños a la salud por trabajador debido a la exposición al ruido	Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de exposición a ruido de los trabajadores
		Cantidad de recursos financieros para atender el programa de prevención y conservación auditiva	
Condiciones de exposición a ruido en los trabajadores	Consiste en un grupo de condiciones las cuales ocasionan riesgos a la salud o enfermedades	Dimensiones del área de trabajo	Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia,
		Tipos de materiales constructivos	



de la planta de producción	ocupacionales en los trabajadores. Estas condiciones pueden relacionarse con el tipo de construcción del edificio.	Cantidad de aberturas en el área de trabajo	muestras, bodega y armado de cartón
		Dimensiones de las aberturas en el área de trabajo	

**Objetivo 2:** Evaluar los niveles de presión sonora y exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Cuadro III-5. Operacionalización de variables para el objetivo específico dos

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/herramientas
Niveles de presión sonora	Intensidad de sonido en las áreas de trabajo de la planta de producción	Distribución de los NPS por cuadrante (en dB(A)) en las áreas de trabajo de la planta de producción	Bitácora de muestreo
			Metodología de mapa de ruido
		Frecuencias predominantes emitidas por las máquinas y los puntos críticos de las fuentes	Bitácora de muestreo
			Metodología Medición puntual de la fuente
		Constante del local	Ecuación para el cálculo de la constante del local
Exposición ocupacional a ruido	NPS en decibeles (A) al que se exponen los trabajadores durante la jornada laboral	Nivel de exposición ocupacional a ruido	Bitácora de muestreo
			Metodología INTE/ISO 9612: Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería, estrategia basada en la tarea

			Croquis sobre la distribución de los puestos de trabajo
--	--	--	---

**Objetivo 3:** Diseñar un programa de prevención y conservación auditiva para los trabajadores de la planta de producción en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Cuadro III-6. Operacionalización de variables para el objetivo específico tres

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/herramientas
Programa de prevención y conservación auditiva	Documento que contempla pautas, procesos, acciones y recomendaciones a seguir para prevenir la pérdida de audición, mejorar las condiciones laborales y la salud auditiva de los trabajadores.	Cantidad de componentes del programa (Monitoreo de la exposición a ruido, controles ingenieriles, controles administrativos, equipo de protección personal, capacitación, vigilancia de la salud, evaluación y seguimiento, etcétera.)	Guía de diseño OSHA 3074
			Guía de diseño de NIOSH: <i>Preventing Occupational Hearing Loss</i>
	Mide el cumplimiento de las actividades y los componentes planificados para el programa.	Porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa	Lista de verificación basada en el Real Decreto 286/2006, Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, INSHT, España

	Mide el cumplimiento del presupuesto designado para la implementación del programa.	Porcentaje de presupuesto solicitado para implementar las medidas de mejora del programa	Ecuación para el cálculo de porcentaje
--	---	--	--

## **F. Descripción de instrumentos o herramientas de investigación**

A continuación, se presenta la descripción de los instrumentos empleados en la presente investigación por cada uno de los objetivos específicos.

### **1. Objetivo 1. Identificar los factores y condiciones de exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.**

1.1. Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón, realizada a los jefes de la planta de producción

Esta herramienta se fundamentó en los aspectos de la INTE 31-09-16-00 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido”, ya que figura como una guía que contempla aspectos de ruido. Gracias a esto, se identifican factores inherentes a la empresa como la naturaleza del proceso, fuentes de ruido, herramientas y equipos, datos del trabajador, vigilancia de salud, controles adoptados, entre otros (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2000).

El diseño de la herramienta se puede consultar en el apéndice dos, denominado “Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón”. Esta se aplicó durante dos días seguidos a los dos jefes encargados de la planta de producción.

1.1. Diagrama de flujo de procesos

Un diagrama de flujo describe un proceso y/o sistema, con el fin de documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser

complejos. De esta manera, la información se transmite en diagramas claros y fáciles de comprender (Cando, 2019).

Para este proyecto, se tomó el “Diagrama de flujo del proceso en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.” elaborado por Ruíz (2020), el cual se representa en la figura I-3. Se empleó un día para hacer una visita a la planta de producción y verificar que la información indicada estuviera acorde a los procesos productivos desarrollados.

#### 1.2. Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción

La lista de verificación es una herramienta utilizada para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos de manera ordenada y sistemática. Con su implementación, se tiene la certeza de que el trabajador o inspector no olvida los aspectos importantes (ISOTools, 2020).

En el proyecto, la “Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción”, se puede consultar en el apéndice tres del documento. En cuanto a su contenido, este se basó en la lista de control del anexo A, de la norma INTE/ISO 9612 (2016).

La herramienta se aplicó dos días seguidos por cada área de trabajo (Sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón), por lo cual, cada visita en la que se realizaba la observación no participativa tuvo una duración de una hora. En total, se emplearon ocho días para recolectar toda la información.

#### 1.3. Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción

El croquis consiste el diseño de una superficie, sin detalles ni grandes precisiones. Generalmente, es dibujo o un esquema realizado a simple vista, sin el apoyo de instrumentos geométricos (Ministerio de Educación Pública, 2013).

Se diseñó un dibujo denominado “Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción”, el cual se encuentra en el apéndice cinco. Para el trabajo de campo, se empleó un único día.

#### 1.4. Cuestionario a la Sección de Mantenimiento y Reparación acerca de los tipos de máquinas y el mantenimiento que se lleva a cabo

El cuestionario es un instrumento estandarizado que contiene preguntas estructuradas para recolectar datos sobre una muestra de individuos. Con las respuestas obtenidas se describe la población a la que pertenecen o se contrasta estadísticamente algunas relaciones entre las variables de interés (Meneses y Rodríguez-Gómez, 2011). Resulta de gran utilidad en cuanto a la prevención de riesgos laborales y en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores (INSHT, 2007).

La herramienta utilizada se denomina “Cuestionario para el personal de Mantenimiento y Reparación” y se puede consultar en el apéndice seis. Su contenido se basó en la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (Asociación Española de Normalización, 2012). Esta se aplicó durante dos días en su totalidad.

#### 1.5. Cuestionario a los trabajadores sobre “Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico”, del INSHT

El cuestionario es un instrumento estandarizado que contiene preguntas estructuradas para recolectar datos sobre una muestra de individuos. Con las respuestas obtenidas se describe la población a la que pertenecen o se contrasta estadísticamente algunas relaciones entre las variables de interés (Meneses y Rodríguez-Gómez, 2011).

La herramienta empleada se denomina “Cuestionario para la evaluación del ruido en los puestos de trabajo de la planta de producción” y fue desarrollada por el INSHT, esta se encuentra en el anexo uno.

La muestra prevista fue de 27 trabajadores. Sin embargo, se obtuvieron 20 respuestas de acuerdo con lo mencionado en la sección III, “Estrategia de muestreo”. Para la aplicación de la herramienta, se entregó el cuestionario a los trabajadores, se leyeron las indicaciones y las preguntas. Posteriormente, se dio un intervalo de cinco días para recolectar las respuestas.

1.6. Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de exposición a ruido de los trabajadores

La entrevista incluye preguntas creadas previamente por el entrevistador, estas son predeterminadas e invariables y posibilitan la recolección de información de forma ordenada (Torrecilla, 2006).

Para el proyecto, esta herramienta se denominó “Entrevista estructurada sobre el historial de exposición al ruido en los trabajadores de la planta de producción”, la cual se puede consultar en el apéndice uno. Se aplicó al encargado de medicina laboral y a la encargada de la Unidad de Recursos Humanos. En cuanto a su duración, se empleó un día por persona, por lo cual la información se recolectó en dos días.

**2. Objetivo 2. Evaluar los niveles de presión sonora y exposición a ruido de los trabajadores en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.**

2.1. Bitácora de muestreo

La bitácora es un instrumento que sirve para la recolección de datos. Esta acompaña al observador de campo y su finalidad es guardar de manera primaria todos los datos que se consideran pertinentes al tema de interés (Roldán-Zapata, 2015).

Se diseñó una bitácora de muestreo para las evaluaciones de exposición ambiental al ruido. La que corresponde al mapa de ruido se encuentra en el apéndice siete, ocho y nueve. La de la medición puntual de la fuente se ubica en el apéndice diez. Aquella respecto a las mediciones de exposición ocupacional al ruido (Audio dosimetrías), se localiza en el apéndice 11.

2.2. Metodología mapa de ruido

Esta metodología permite caracterizar la distribución de las ondas sonoras en las distintas áreas de un local de trabajo. Se hace la división del área donde se ubican las máquinas en cuadrantes. Esto, para identificar los lugares dentro del

local que presenten mayor problema, de manera que se pueda relacionar con el proceso, la ubicación de las máquinas, entre otros factores identificados en el estudio previo (Robles y Arias, 2015)

Las mediciones se realizaron durante dos días, considerando los días de mayor y menor producción. Se excluyó el sábado, debido a que la jornada de trabajo es menor (alrededor de tres horas) y no se considera representativa.

Los cuadrantes se dividieron para que midieran aproximadamente entre 30 metros cuadrados hasta los 50 metros cuadrados, enumerando éstos en su centro y realizando una sucesión en forma de "S". El procedimiento para demarcar el punto de medición se realizó un día antes de aplicar las evaluaciones.

Se empleó un sonómetro de marca 3M, modelo *SoundPro SE/DL*, clase 1, el cual cumple con las especificaciones de las normas EN/IEC 61672, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.43-1997, EN/IEC 61620, ANSI S1.11-2004, IEC 60651 y la IEC 60804). El equipo se usó con las características de respuesta lenta o *slow*, configuración de ponderación frecuencial A y el micrófono se protegió con una pantalla contra viento. Se corroboró que el certificado de calibración no superara dos años.

Previo a las mediciones, se realizó un procedimiento de verificación del equipo con un calibrador acústico de marca 3M, modelo AC-300, el cual cumple con las normas ANSI S1.40-1983 (R2011) y la IEC 60942:2003, tal como se requiere en las especificaciones de la norma INTE/ISO 9612:2016 (ISO, 2016a).

Del mismo modo, al final de las mediciones se realizó un proceso de verificación del equipo para corroborar que la diferencia entre el ajuste inicial y final no fuera mayor que la precisión del equipo, siendo éste de 0,7 de acuerdo con las especificaciones de la INTE/IEC 61672-1:2002 (ISO, 2016a).

El equipo se colocó a una altura de un metro y una posición de 70 grados. Tras comenzar las mediciones, se realizaron los recorridos cada 30 minutos para reportar los datos, para lo cual se abordó toda la jornada completa.

Posterior a los datos obtenidos por día de medición, se calcularon los promedios logarítmicos para cada cuadrante a partir de la siguiente fórmula y se

hizo el análisis de estos datos por medio de gráficos de NPS en función del tiempo. A partir de los valores obtenidos, se observó la presencia de un patrón de emisión.

$$\bar{L}_p = 20 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{pi}}{20}} \right]$$

Donde:

$\bar{L}_p$ : Promedio logarítmico de los datos

N: Cantidad de recorridos realizados durante la evaluación

$L_{pi}$ : Nivel de presión sonora por recorrido

Al tener un patrón de emisión de los NPS, se utilizó el programa AutoCAD para diseñar un croquis con código de color específico del área bajo estudio donde se clasificaron los cuadrantes.

### 2.3. Metodología Medición Puntual de la Fuente

Esta metodología permite determinar los NPS generados por un equipo en particular, por medio de un barrido de frecuencias. Con ello, se caracteriza el patrón de emisión de los NPS de dicha fuente. El procedimiento consiste en: seleccionar una fuente como centro, trazar círculos concéntricos a uno, dos y tres metros de la fuente. Tras enumerar los puntos de intersección, se hacen mediciones en aquellos puntos que son físicamente posibles, es decir, aquellos que no tengan obstáculos (Robles y Arias, 2015).

En el estudio, se realizaron mediciones por cada una de las máquinas que presentaron niveles críticos a partir de los resultados del mapa de ruido. Además de esto, se incluyó la evaluación de los tres compresores, debido a que en esta área no fue posible realizar un mapa de ruido.

Cada evaluación se realizó en un día diferente. Se utilizó un sonómetro de bandas de octavas marca 3M, modelo *SoundPro SE/DL*, clase 1, el cual cumple con las especificaciones de las normas EN/IEC 61672, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.43-1997, EN/IEC 61620, ANSI S1.11-2004, IEC 60651 y la IEC 60804). El equipo se usó con un filtro de ponderación A, respuesta rápida o *fast* y el micrófono



se protegió con una pantalla contra viento. Se corroboró que el certificado de calibración no superara dos años.

Previo a las mediciones, se implementó un procedimiento de verificación del equipo con un calibrador acústico de marca 3M, modelo AC-300, el cual cumple con las normas ANSI S1.40-1983 (R2011) y la IEC 60942:2003, tal como se requiere en las especificaciones de la norma INTE/ISO 9612:2016 (ISO, 2016a).

Del mismo modo, al final de las mediciones se comprobó la calibración del sonómetro para corroborar que la diferencia entre el ajuste inicial y final no fuera mayor que la precisión del equipo, siendo éste de 0,7 de acuerdo con las especificaciones de la norma INTE/IEC 61672-1:2002 (ISO, 2016a).

Antes de realizar las mediciones, se verificó que se dieran bajo condiciones meteorológicas sin lloviznas o truenos. Por otro lado, no existió tránsito de vehículos y preferiblemente, el pavimento de las instalaciones se encontró seco (Echeverri y González, 2011).

Las evaluaciones se hicieron en cada punto determinado alrededor de la fuente de ruido, para caracterizar el patrón de emisión de los NPS. El instrumento se colocó a un metro y medio de altura desde el suelo, en dirección a la fuente y en un ángulo de cero grados, de acuerdo con las especificaciones del manual de usuario (3M, 2011).

Terminadas las mediciones se hizo un barrido por frecuencias desde 16 Hertz hasta 16.000 Hertz, se focalizó y determinó para el punto con un NPS crítico (el valor más alto). Lo anterior se realizó con el fin de conocer las frecuencias predominantes de acuerdo con cada una de las fuentes de emisión.

Además de esto, en caso de ser necesario, se procedió a medir el ruido residual o ruido ambiental específico. Debido a las características de funcionalidad de las máquinas, fue necesario realizar tres mediciones consecutivas, tanto para el ruido total, como para el ruido de fondo.

Luego de realizar las mediciones diarias, los datos se trasladaron a una hoja de cálculo de Excel y se realizaron cuadros de resultados, así como gráficos de dispersión de los NPS por día de medición.

En este caso, el proceso productivo fue continuo y no era rentable apagar las máquinas que no fueron de interés. Por ello, se evaluó la fuente en un momento previo a que los trabajadores ingresaran a la planta y comenzaran a laborar.

#### 2.4. Audio dosimetrías

Esta metodología permite la evaluación de la exposición a ruido de los trabajadores, dado que mide los NPS que recibe el trabajador a nivel de oído durante su jornada laboral (Campos y Quintanilla, 2016). La selección también consideró como factor la movilidad del trabajador y rotación sobre su propio eje corporal que resulta impredecible.

Se utilizó un audio dosímetro marca Extech, modelo SL355, de clase 2, que cumple con las especificaciones de la norma IEC 60651:1979, IEC 61672:2013, IEC 60804:2000 y la IEC 61252:2000. Este equipo tuvo una respuesta lenta, caracterización de ponderación A y el micrófono se protegió con una pantalla contra viento. También se valoró que el certificado de calibración no superara dos años.

Previo a las mediciones, se implementó un procedimiento de verificación del equipo con un calibrador acústico de marca 3M, modelo AC-300, el cual cumple con las normas ANSI S1.40-1983 (R2011) y la IEC 60942:2003, tal como se requiere en las especificaciones de la norma INTE/ISO 9612:2016 (ISO, 2016a).

Del mismo modo, al final de las mediciones se comprobó la calibración del audio dosímetro para corroborar que la diferencia entre el ajuste inicial y final no fuera mayor que la precisión del equipo, siendo éste de 1,5 de acuerdo con las especificaciones de la norma INTE/IEC 61252 (ISO, 2016a).

Este instrumento tuvo una configuración en escala de ponderación A y características de respuesta lenta o *slow*. El mismo se colocó en el cinturón del pantalón del colaborador y el micrófono se situó a cuatro milímetros por encima del hombro, a una distancia de diez centímetros (como mínimo) de la entrada del canal auditivo externo más expuesto.

A modo de comprobación, se utilizó el calibrador acústico de marca 3M, modelo AC-300. De acuerdo con las especificaciones de la norma INTE/ISO 9612, las evaluaciones de dosimetrías se realizaron tres veces por persona, por un

periodo de cinco minutos, considerando en cada caso, la posibilidad de ampliar las mediciones.

Posterior a la obtención de los datos, para conocer la contribución del ruido en cada tarea, se calculó el NPS continuo equivalente ponderado A, a partir de las mediciones separadas. Para ello, se utilizó la siguiente fórmula:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración "T"

i: Número de una muestra de la tarea "m"

I: Número total de muestras de la tarea "m"

Luego, se calculó la contribución al ruido que tuvo la tarea "m" al nivel de exposición a ruido diario ponderado A, equivalente para la jornada de trabajo. La ecuación utilizada se muestra a continuación:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left( \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea "m" según indica la ecuación

$\bar{T}_m$ : Media aritmética de la duración de la tarea "m"

$T_0$ : Duración de referencia,  $T_0 = 8$  horas

Finalmente, se calculó el nivel de exposición a ruido diario ponderado A,  $L_{EX,8h,m}$  por medio de la siguiente fórmula:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,mi}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea "m"

## 2.5. Constante del local

El cálculo de la constante del local permite determinar la capacidad de un local en cuanto a su grado de absorción acústica a una frecuencia dada, para comprender el comportamiento del ruido. La ecuación se basa en la sumatoria de todas las superficies de trabajo por el coeficiente medio de absorción (Universidad Nacional de Costa Rica, s.f.).

En el proyecto, el cálculo de la constante del local se realizó para el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón, así como el cuarto de compresores. Además, se realizó un cálculo general para conocer la constante del local que tuvo la planta de producción.

## 3. Objetivo 3. Diseñar un programa de prevención y conservación auditiva para los trabajadores de la planta de producción en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

### 3.1. Guía de diseño OSHA 3074

Esta guía indica algunos componentes que puede contener un programa de conservación auditiva (Occupational Safety and Health Administration, 2002). Se utilizó la información relacionada a los tipos y la función de cada componente y se adaptaron al programa en cuestión. Los componentes seleccionados para el proyecto se mencionan a continuación:

- Monitoreo de la exposición al ruido en los trabajadores

- Protectores auditivos para los trabajadores expuestos a niveles superiores al límite de ruido
- Educación y motivación de los trabajadores
- Exámenes audio métricos

### 3.2. Guía de diseño de NIOSH: Preventing Occupational Hearing Loss

Esta guía fue creada por *National Institute of Occupational Safety and Health* que aborda las fases a tomar en cuenta para la elaboración de un programa de conservación auditiva (National Institute of Occupational Safety and Health, 1996). Como componente estructural básico, se seleccionaron las siguientes fases y se adaptaron al programa de prevención y conservación auditiva:

- Monitoreo de los peligros auditivos
- Controles ingenieriles y administrativos
- Equipos de protección personal
- Educación y motivación
- Exámenes audio métricos
- Evaluación del programa

### 3.3. Real Decreto 286/2006

La Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la Exposición de los Trabajadores al Ruido del INSHT, de España, brinda criterios y recomendaciones que pueden facilitar a los empresarios, a los responsables de prevención, a los empleados y a sus representantes, la interpretación y aplicación del citado real decreto en lo referente a la evaluación de riesgos para la salud, así como las medidas preventivas aplicables (INSHT, 2006).

Se seleccionó la información de esta guía, específicamente lo concerniente a los artículos cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez y 11, para elaborar una lista de verificación denominada “Formulario de verificación sobre la evaluación y seguimiento del programa”. Esta herramienta se puede encontrar en el apéndice 12.

## **G. Plan de análisis**

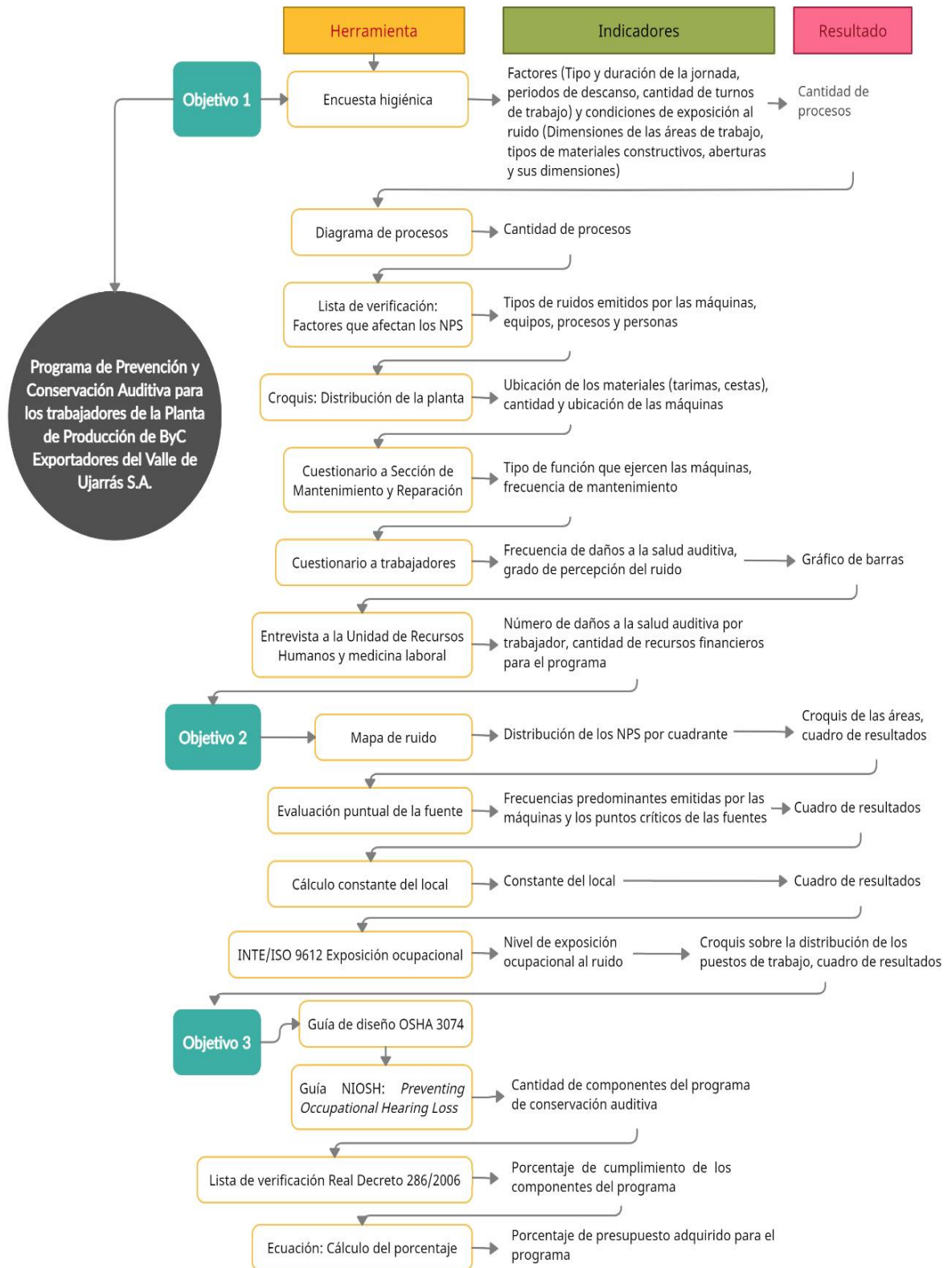


Figura III-1. Plan de análisis

De acuerdo con la figura III-1, con la información obtenida del proyecto, se empleó un diagrama de causa-efecto. Las herramientas se aplicaron de acuerdo con el orden que muestran las flechas.

Para el primer objetivo específico, se diseñaron siete herramientas. Entre estas: La encuesta higiénica a los jefes de planta, el diagrama de flujo de procesos, una lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta, un croquis sobre la distribución de planta, un cuestionario para la Sección de Mantenimiento y Reparación, otro cuestionario para la evaluación del ruido y una entrevista a la Unidad de Recursos Humanos y el médico.

Respecto al segundo objetivo, se aplicaron cuatro herramientas: El mapa de ruido, la medición puntual de la fuente, el cálculo de la constante del local y la evaluación de la exposición ocupacional al ruido, utilizando como base la norma INTE/ISO 9612.

Seguidamente, para el tercer objetivo se emplearon cuatro herramientas, entre estas: La guía de diseño OSHA 3074 y la guía de NIOSH, se usaron para incorporar los componentes básicos del programa.

Luego, se aplicó una lista de verificación basada en el Real Decreto 286/2006, para conocer el porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa. Esto como parte de la evaluación y el seguimiento del programa. Por último, se empleó el cálculo del porcentaje del presupuesto asignado al programa.

#### IV.

#### IV. Análisis de la situación actual

En el análisis de la situación actual se identificaron los factores personales y las condiciones acústicas de las instalaciones asociadas a la exposición al ruido. Tras conocer esta información, se evaluaron los niveles de presión sonora y exposición a ruido de los trabajadores.

##### A. Factores y condiciones de exposición al ruido

##### 1. Factores personales relacionados con la exposición ocupacional a ruido

Tal como se mencionó antes, el personal labora en jornada diurna. Se cuenta con el tiempo destinado al desayuno (15 minutos), almuerzo (30 minutos) y café de la tarde (15 minutos). En las siguientes figuras se muestran las respuestas del cuestionario para la evaluación del ruido en los puestos de trabajo de la planta de producción (Anexo 1). En este, se tuvo la participaron de 20 trabajadores.

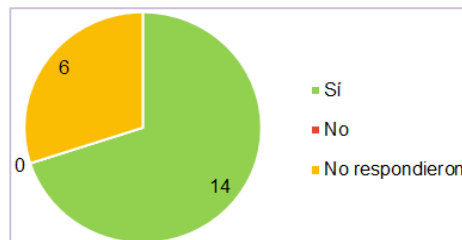


Figura IV-1. Cantidad de quejas previas de los trabajadores debido al ruido

De acuerdo con la figura IV-1, 14 trabajadores del área sucia, limpia y muestras indicaron quejas por el ruido, lo cual pudo ser debido a que permanecieron en un puesto fijo durante toda la jornada de trabajo, prolongando la exposición ocupacional a ruido.

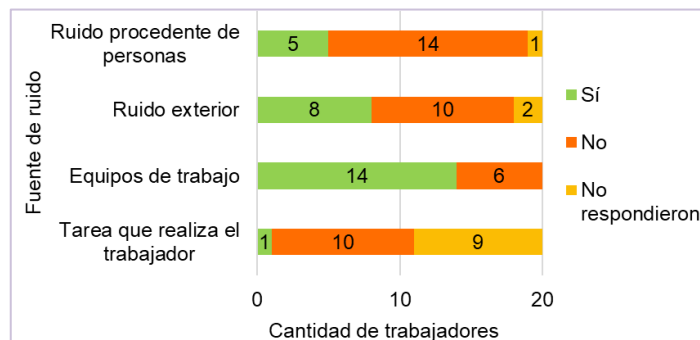




Figura IV-2. Fuentes de ruido molestas para el trabajador

En la figura IV-2, 14 trabajadores indicaron que el ruido más molesto provino de los equipos de trabajo. Entre estos, se tuvo el de las cintas transportadoras con rodillos, las cuales emitieron ruido cada vez que desplazaban las cajas de cartón utilizadas para guardar los chayotes. Por otro lado, 14 trabajadores indicaron que el ruido no provino de personas y otros diez aludieron que no procedió de la tarea. Mientras tanto, diez personas indicaron que no se presentó ruido del exterior. Esto, pese a que la planta tiene un estacionamiento aledaño con vehículos pesados en movimiento y las instalaciones se encuentran adyacentes a una calle.

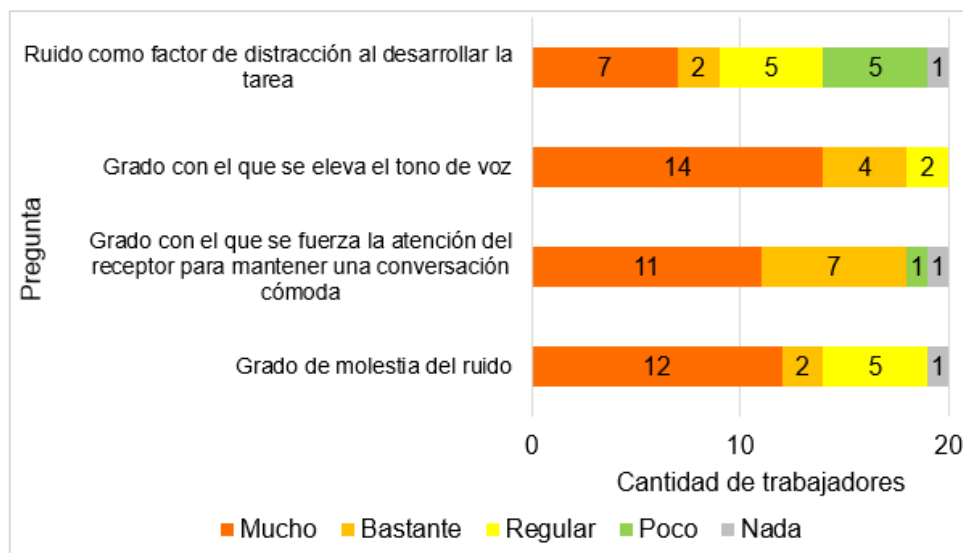


Figura IV-3. Grado de molestia, perturbación de la concentración mental y de la comunicación verbal debido al ruido

Como se visualiza en la figura IV-3, respecto a la interferencia con la tarea, siete trabajadores consideraron que el ruido es un factor que distrae mucho y cinco colaboradores indicaron que el ruido es un factor que los distrae de forma regular. Esto se asocia con la opinión que brindaron 14 trabajadores, al aludir la necesidad de elevar el tono de voz para comunicarse y del mismo modo, la opinión que dieron 11 trabajadores al indicar que se fuerza mucho la atención del receptor.

Al ser un plan de trabajo que varía de forma diaria, resulta imprescindible escuchar las órdenes de los jefes para mantener un ritmo de producción deseado. Sin embargo, el nivel de ruido impide la comunicación clara y fluida. Por ello, 19

trabajadores indicaron que les molesta en alguna medida el nivel de ruido presente, al punto de sentir dolores de cabeza y silbidos nocturnos.

## 2. Condiciones acústicas en las áreas de trabajo

Cuadro IV-1. Condiciones estructurales de las áreas de trabajo en la planta de producción

Área de trabajo	Superficie	Materiales	Coeficientes de absorción ( $\alpha$ )*						Área (m <sup>2</sup> )
			Frecuencia						
			125	250	500	1k	2k	4k	
Sucia	Piso	Concreto suavizado sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	172,99
		Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	98,88
	Paredes	Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	58,78
		Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	14,61
		Placa de yeso	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09	23,68
	Techo	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	172,99
	Ventanas	Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	6,89
		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	62,18
	Puertas	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	6,60
		Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	1,68
		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	19,68
	Limpia	Piso	Concreto suavizado sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
Paredes		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	49,18
		Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	204,49
Techo		Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	145,82
Ventanas		Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	6,48
		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	24,50
Puertas		Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	6,60
		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	34,60	
Divisiones	Piso	Concreto suavizado sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	112,38
	Paredes	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	70,82
	Techo	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	112,38
	Puertas	Espacio vacío	1	1	1	1	1	1	7,38
Sección central	Piso	Concreto suavizado sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	33,29
	Paredes	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	76,17
	Techo	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	33,29
	Puertas	Espacio vacío	1	1	1	1	1	1	7,43
Muestras	Piso	Concreto suavizado sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	24,00
	Paredes	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	44,40
		Malla/espacio vacío	1	1	1	1	1	1	13,60
	Techo	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	24,00
Puertas	Espacio vacío	1	1	1	1	1	1	10,00	
Bodega y armado de cartón	Piso	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	78,85
		Espacio vacío	1	1	1	1	1	1	64,56
		Placa de yeso	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09	707,60
		Paredes	Placa de yeso	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09

	Espacio vacío	1	1	1	1	1	1	46,05	
Techo	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	716,24	
	Espuma poliuretano	0,12	0,18	0,27	0,19	0,62	0,22	81,73	
Ventanas	Malla (espacio vacío)	1	1	1	1	1	1	105,83	
Puertas	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	2,02	
Cuarto compresores	Piso	Cerámica	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	25,73
	Paredes	Concreto pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	24,10
		Malla	1	1	1	1	1	1	26,61
	Techo	Lámina metálica	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76	25,73
	Ventanas	Plástico	0,4	0,34	0,25	0,19	0,15	0,1	2,21
	Puertas	Malla	1	1	1	1	1	1	2,14

\*Los coeficientes de absorción se extrajeron de las fuentes indicadas por Zühre y Mehmet (2007) y Lancón (2012).

Como se observa en el cuadro IV-1, la planta de producción se compone mayoritariamente de láminas de metal en el techo, concreto en el piso y aberturas o espacios cubiertos de malla en las paredes. Esta última estructura proporciona una gran cantidad de aberturas que permiten la transmisión del ruido de una sección de trabajo a otra.

Por otro, cabe destacar que la lámina metálica que se utiliza en algunas estructuras (techo, paredes, puertas) posee los coeficientes de absorción más altos entre los materiales empleados. Esto resulta ventajoso ante eventuales controles acústicos, ya que, además, brinda un cumplimiento con los estándares de inocuidad de las industrias alimentarias (Food Safety Innovation, 2012).

Cuadro IV-2. Condiciones acústicas de las áreas de trabajo en la planta de producción

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1k	2k	4k
Superficie de absorción	1304,66	1307,82	1478,06	1692,60	1541,32	1551,03
Coefficiente absorción medio ( $\alpha$ )	0,34	0,34	0,39	0,44	0,40	0,41
Constante del local (R)	1983,64	1990,95	2414,27	3044,63	2587,76	2615,26

Según el cuadro IV-2, el coeficiente de absorción medio más alto se da a 1.000 Hertz. Esto quiere decir que los materiales constructivos presentan una mejor capacidad para disipar la energía de las ondas sonoras de alta frecuencia. Sin embargo, estos coeficientes se reducen en las frecuencias bajas y medias. Por su

lado, en cuanto a los elevados valores de la constante del local R, al tener gran cantidad de espacios vacíos o con malla en las paredes, puertas y ventanas, estas estructuras no absorben el ruido, sino que lo transmiten a otras áreas de trabajo.

## B. Niveles de presión sonora en la planta de producción

### 1. Mapa de ruido

Para la distribución de los NPS se empleó la metodología mapa de ruido. Los NPS mayores o iguales a 80 decibeles (A), se ubican en un rango crítico, en el cual se requieren acciones inmediatas (color rojo). Los NPS mayores o iguales a 75 decibeles (A) y menores a 80 decibeles (A) se ubican en un rango de alarma, donde se recomiendan controles (color amarillo). Los NPS menores a 75 decibeles (A) se encuentran dentro de un nivel de ruido aceptable (color verde).

Por su parte, los obstáculos temporales (tarimas, cestas apiladas) y los fijos (muebles, equipos) se codifican en color gris. Se incluyen las máquinas identificadas en el proceso de producción (Apéndice 5). En las mediciones, no hubo presencia de lluvia, tormentas eléctricas, reparaciones, ni paro en la maquinaria. Respecto a los cálculos, para cada conjunto de valores por cuadrante y por día, se calculó el valor mínimo, máximo, rango, promedio logarítmico, desviación estándar e incertidumbre combinada (este cálculo consideró la resolución del equipo) (Apéndice 13).

En la figura IV-4 se muestra el mapa de ruido del día uno y dos para la planta de producción.

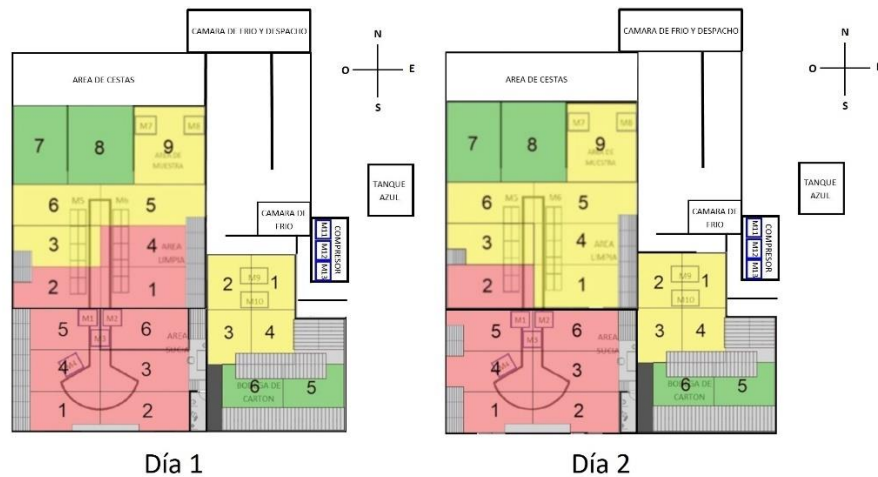


Figura IV-4. Mapa de ruido del día uno y dos de la planta de producción

El mapa de ruido del área sucia se dividió en seis cuadrantes, cada uno de 30 metros cuadrados. Las evaluaciones para el día uno y dos, tuvieron una duración de siete horas, este valor no incluyó el periodo de almuerzo.

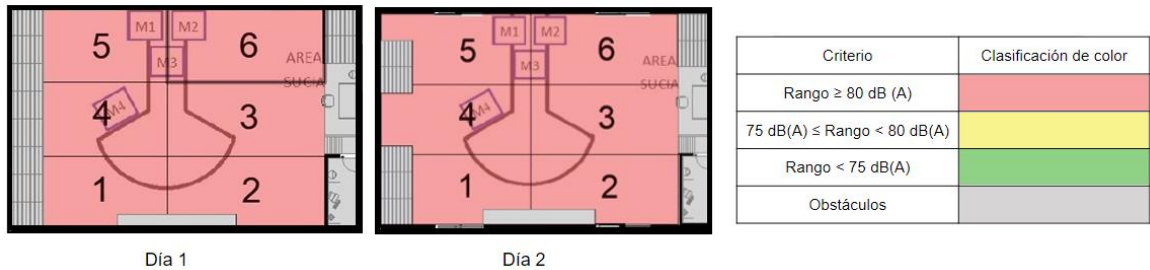


Figura IV-5. Mapa de ruido del día uno y dos del área sucia

Tal como se visualiza en la figura anterior, en el mapa de ruido del día uno y dos, todos los cuadrantes del área sucia se codifican con el tono rojo, lo cual indica NPS mayores o iguales a 80 decibeles (A), es decir, en un nivel crítico de exposición ambiental al ruido. Además, se resalta que los cuadrantes cuatro, cinco y seis contienen todas las máquinas presentes en el área sucia.

Se debe considerar que las mediciones de los mapas de ruido para el área sucia fueron dos lunes, siendo el día de mayor producción durante la semana. Debido a esta condición, las máquinas de esta área se mantuvieron encendidas durante el periodo de muestreo y se mantuvo una mayor actividad laboral por parte de los trabajadores, lo cual implicó un mayor aporte a los NPS encontrados.

En los cuadros IV-3 y IV-4 se tienen las variables acústicas calculadas para el día uno y dos de medición del área sucia, respectivamente. Se indica el mínimo, máximo, rango, promedio logarítmico (Lp), desviación estándar, resolución del equipo e incertidumbre combinada por cuadrante.

Cuadro IV-3. Variables acústicas calculadas para el día uno de medición en el área sucia

<b>Cuadrante</b>	<b>Mínimo (dB(A))</b>	<b>Máximo (dB(A))</b>	<b>Rango (dB(A))</b>	<b>Lp (dB(A))</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Resolución del equipo*</b>	<b>Incertidumbre combinada</b>
1	74,20	84,00	9,80	82,05	2,63	1	2,81
2	74,10	83,70	9,60	82,37	2,36	1	2,56
3	76,70	85,70	9,00	84,17	2,15	1	2,37
4	77,80	86,70	8,90	84,90	2,08	1	2,31
5	80,00	87,40	7,40	86,03	1,78	1	2,04
6	76,90	87,40	10,50	85,66	2,50	1	2,70

\*Resolución brindada por el equipo de medición.

De acuerdo con el cuadro IV-3, los cuadrantes cinco y seis presentan los promedios logarítmicos más altos. Contrario a esto, los cuadrantes uno y dos presentan los promedios logarítmicos inferiores. Esta diferencia se debe a que los puntos cinco y seis tienen las turbinas, mientras que el cuadrante cuatro alberga el motor de la banda transportadora.

Cuadro IV-4. Variables acústicas calculadas para el día dos de medición en el área sucia

<b>Cuadrante</b>	<b>Mínimo (dB(A))</b>	<b>Máximo (dB(A))</b>	<b>Rango (dB(A))</b>	<b>Lp (dB(A))</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Resolución del equipo*</b>	<b>Incertidumbre combinada</b>
1	72,50	83,80	11,30	82,35	2,80	1	2,97
2	71,40	83,10	11,70	81,92	2,97	1	3,14
3	82,70	85,30	2,60	84,36	0,64	1	1,19
4	83,80	86,30	2,50	85,19	0,78	1	1,27
5	85,60	87,90	2,30	86,51	0,62	1	1,17
6	85,20	87,80	2,60	86,04	0,68	1	1,21

Al igual que en el día anterior, en el cuadro IV-4, los cuadrantes cinco y seis presentan los promedios logarítmicos superiores, dado que en esta zona se encuentra el ruido predominante. Es importante destacar que los promedios logarítmicos de todos los cuadrantes, del día uno y dos, superan los 80 decibeles (A), lo cual implica que las ondas sonoras se propagan alrededor del área sucia.

En la figura IV-6 se muestra el promedio logarítmico de los NPS por cuadrante, para el mapa de ruido del día uno y dos, del área sucia.

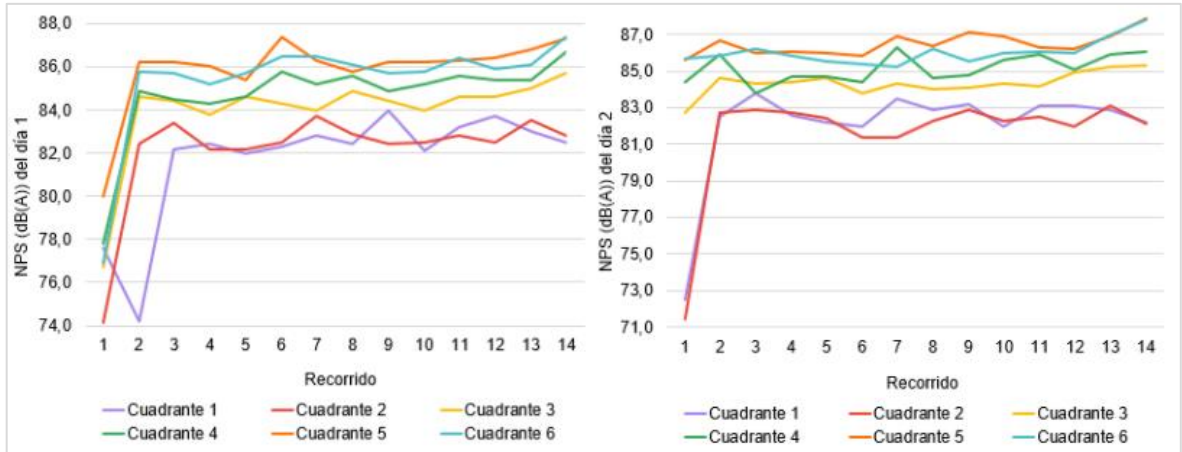


Figura IV-6. Promedio logarítmico de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido del día uno y dos en el área sucia

Según la figura IV-6, los NPS se incrementan a partir del segundo recorrido (día 1 y 2), ya que al inicio de éste se encendieron las tres turbinas y el motor de la banda transportadora. Estas máquinas permanecieron encendidas hasta el final de la jornada de trabajo. Por otra parte, las líneas de los cuadrantes cinco y seis presentan NPS superiores al resto. Esto refuerza la premisa anterior, referente a que en esta zona se encuentran las turbinas y el motor de la banda transportadora.

En la siguiente figura se muestran los NPS obtenidos en el día uno y dos de medición. Esto para el cuadrante cinco, del área sucia.

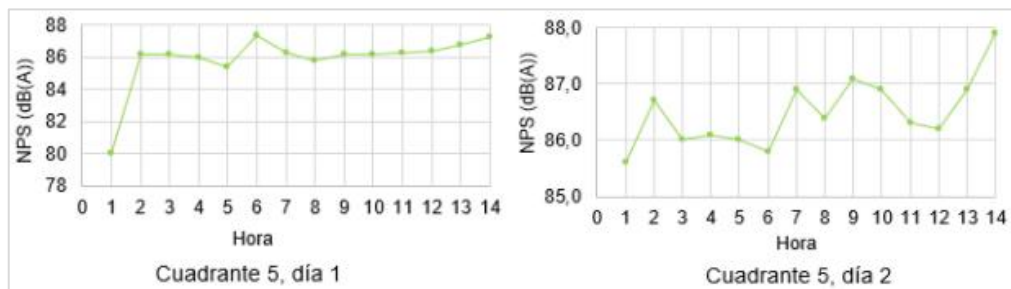


Figura IV-7. Niveles de presión sonora para el cuadrante cinco del área sucia, día uno y dos

De acuerdo con la figura IV-7, durante las mediciones se presentaron picos inusuales en los NPS. Por ejemplo, alrededor de las 12:50 horas (sexto punto de medición, día uno), se encendió el radio, pero, luego se le disminuyó el volumen. También, existen eventos más frecuentes, como en la segunda, séptima y novena medición del día dos, en el cuadrante cinco. Esto se debió a prácticas inapropiadas

al desplazar tarimas verticalmente, las cuales luego se empujaron y se dejaron caer a la altura de un metro con veinte centímetros.

Al tratarse de tarimas de plástico y madera que caen sobre un piso de concreto; es decir materiales sólidos, se tiene mayor facilidad para que se genere ruido de impacto (Gómez-Cano, 2007). Asimismo, los trabajadores utilizan equipo como carretillas hidráulicas para desplazar las tarimas, lo cual emite ruido intermitente, debido a las llantas de *nylon* que rozan el suelo de concreto. Finalmente, durante la última hora de medición (día 1 y 2), los valores reportados aumentaron. Esto pudo ser debido a las actividades adicionales de limpieza del equipo y las instalaciones, así como las conversaciones de los trabajadores.

En la figura IV-8 se realizó un mapa de ruido que unificó el área limpia y muestras, debido a que estas secciones no presentaron una división constructiva. Los cuadrantes del uno al ocho correspondieron al área sucia y cada uno tuvo una dimensión de 30 metros cuadrados. El noveno cuadrante representó el área de muestras y tuvo una dimensión de 48 metros cuadrados.

La evaluación del día uno se realizó un miércoles, con una duración de cinco horas y la del día dos, se realizó jueves, cuya duración fue de cuatro horas. Estos valores no incluyeron el periodo de almuerzo.

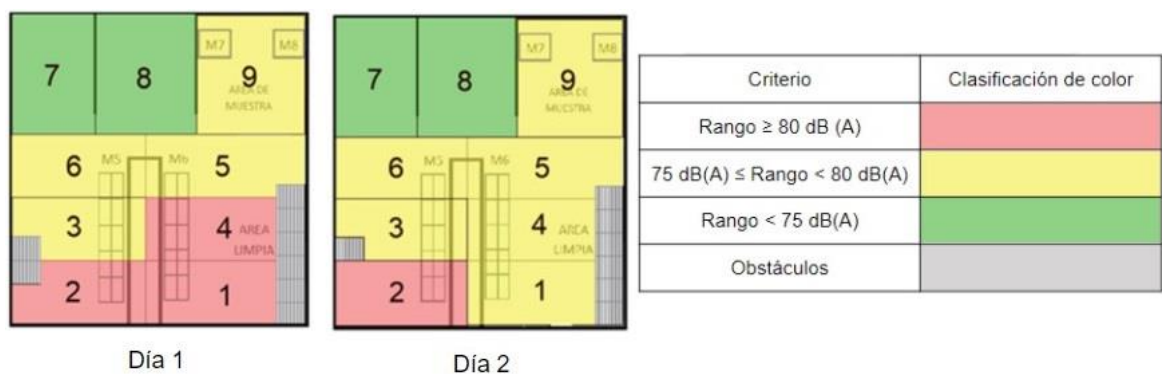


Figura IV-8. Mapa de ruido del día uno y dos en el área limpia y muestras

Según el mapa de ruido de la figura IV-8, los cuadrantes siete y ocho se codifican en color verde, lo cual indica NPS menores o iguales a 75 decibeles (A). Dicho resultado se debe a que en estas áreas sólo se almacena cartón. Respecto al día uno (miércoles), los cuadrantes uno, dos y cuatro se codifican en rojo,



mientras que, a diferencia del segundo día (jueves), sólo el cuadrante dos se codifica en rojo. Esto se debe a que durante el primer día se tuvo una mayor influencia de las ondas sonoras, ya que permanecieron encendidas las tres turbinas. Para el segundo día de medición, únicamente se encendió una turbina.

En la figura IV-9 se muestra el promedio logarítmico de los NPS por cuadrante, para el mapa de ruido del día uno y dos, del área limpia y muestras.

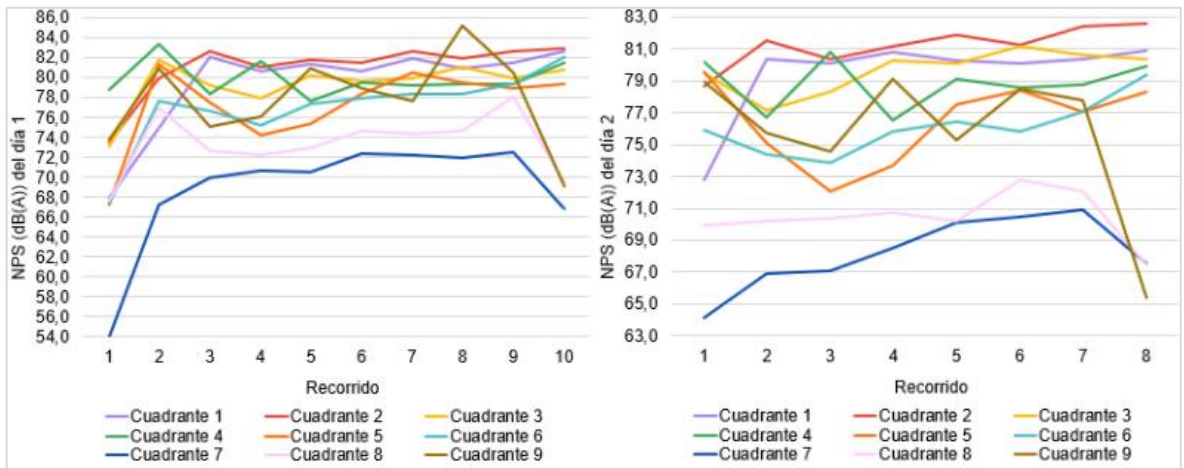


Figura IV-9. Promedio logarítmico de los niveles de presión sonora por cuadrante para el mapa de ruido del día uno y dos en el área limpia y muestras

A modo de reforzar la premisa anterior, en el cuadrante uno, los NPS del día uno se localizan bajo 82 decibeles (A). Para el día dos, los NPS son inferiores a 81 decibeles (A). Lo mismo ocurre en el punto cuatro de ambos días (Figura IV-9). Esta diferencia entre los NPS de los dos días se debe a la cantidad de máquinas utilizadas, según el nivel de producción esperado.

Por ello, el primer día de medición presentó NPS mayores en comparación al segundo día. Estos cuadrantes (1 y 2) destacan en ambos días de medición, ya que sus NPS son superiores respecto a los demás cuadrantes. Esto puede ser debido a que las ondas sonoras provenientes de las máquinas en el área sucia se transmiten con mayor facilidad a través de la pared de malla que divide las áreas.

En la siguiente figura se muestran los NPS obtenidos en el día uno de medición. Esto para el cuadrante cuatro y nueve, del área limpia y muestras.

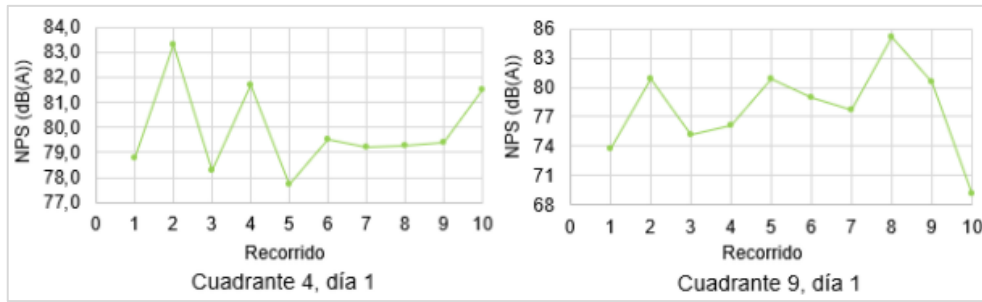


Figura IV-10. Niveles de presión sonora para el cuadrante cuatro y nueve del área limpia y muestras, día uno

Según la figura IV-10, el ruido del área limpia y muestras se clasifica como continuo, pero se presentan eventos que generan NPS irregulares y con un periodo corto, por ejemplo, cuando se deslizaron las cajas a través de la cinta con rodillos. Otro ejemplo se da en el cuadrante cuatro del día uno; lugar donde se maniobraron las carretillas hidráulicas que dejaban caer las tarimas sobre el suelo. Asimismo, se generó un ruido intermitente al rozar las llantas de *nylon* con el piso de concreto. Al igual que en el área sucia, el roce de ambas superficies sólidas generó este ruido de impacto durante el primer y tercer recorrido.

En el área de muestras, los trabajadores utilizan pistolas sopladoras, las cuales dejan escapar aire comprimido que limpia la suciedad de los chayotes. Por ello, en el cuadrante nueve del día uno, se presentaron NPS irregulares durante el primer, quinto y octavo recorrido.

El mapa de ruido del área de bodega y armado se dividió en ocho cuadrantes, cada uno de 30 metros cuadrados. Se excluyeron los cuadrantes siete y ocho, debido a que en esta área se almacena cartón. La evaluación del día uno duró cuatro horas y la del día dos, duró tres horas. Se excluyó el periodo de almuerzo.

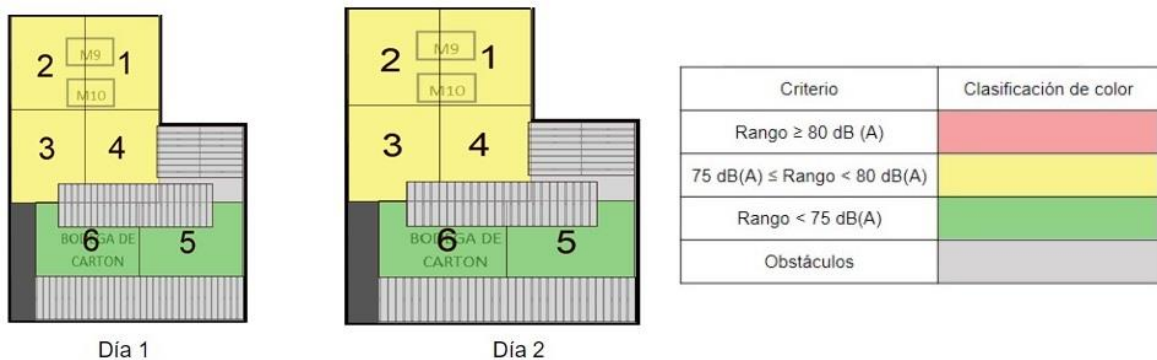


Figura IV-11. Mapa de ruido del día uno y dos, área bodega y armado de cartón

Con base en la figura IV-11, en el mapa de ruido del primer y segundo día, los cuadrantes uno, dos, tres y cuatro se codifican en amarillo. Pese a que se trata de un segundo piso, las paredes del local están construidas con malla, por lo que las ondas sonoras del área sucia, limpia y muestras llegan con mayor facilidad. Por otro lado, los cuadrantes cinco y seis poseen un nivel de ruido ambiental aceptable, ya que se indican en color verde. Es importante mencionar que esta zona se destina únicamente al almacenamiento de las tarimas de cartón.

En la siguiente figura se muestran los NPS obtenidos en el día uno y dos de medición. Esto para el cuadrante dos, del área bodega y armado de cartón.

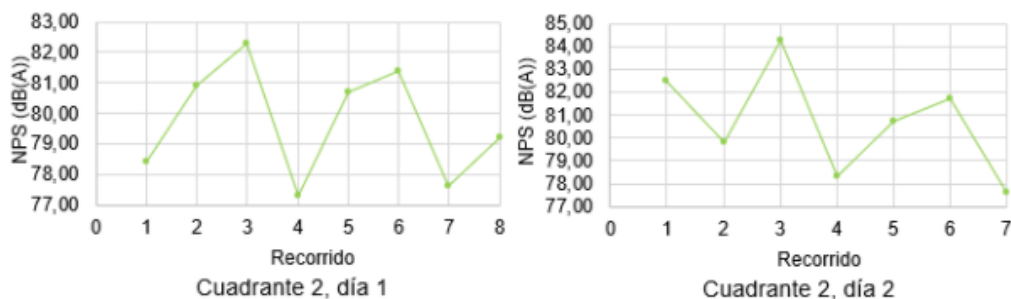


Figura IV-12. Niveles de presión sonora para el cuadrante dos del área bodega y armado de cartón, día uno y dos

De acuerdo con la figura anterior, durante el primer, cuarto y sétimo recorrido del día uno se concentran los valores inferiores, ya que los trabajadores acomodaron cartón. Los valores superiores se concentran durante el tercer y sexto recorrido, momentos en los que se usaron las máquinas para el armado de cartón. Los mismos eventos se presentaron el segundo día de medición. Durante la tercera medición se utilizaron las dos máquinas de armado de cartón. En la primera, quinta y sexta medición se utilizó sólo una máquina. Mientras tanto, durante el segundo y cuarto recorrido, los trabajadores se dedicaron a acomodar el cartón.

## 2. Niveles de presión sonora de las máquinas

Se priorizaron aquellas fuentes en los cuadrantes de color rojo, de acuerdo con su respectivo mapa de ruido. Se incluyó el compresor M13 y se agruparon los dos compresores M11 y M12 (denominados de ahora en adelante como un conjunto), ya que se encienden simultáneamente. Del mismo modo, se agruparon

las tres turbinas (denominados de ahora en adelante como un conjunto), debido a que en época de producción alta trabajan de forma simultánea (Apéndice 5).

Pese a que el motor de agua de la banda transportadora presentó un NPS por encima de 80 decibeles (A), no fue posible evaluarlo. Esto debido a que se enciende únicamente cuando inicia el proceso productivo, por lo cual se tendría la interferencia del ruido proveniente de otras máquinas.

En cada máquina o el conjunto de máquinas, se realizó un diagrama de araña y se midieron los NPS en cada punto. Algunos puntos se eliminaron, dada la presencia de obstáculos, como paredes, puertas y tarimas con cestas o cartones.



Figura IV-13. Compresores y turbinas elevadas en la planta de producción

El factor de directividad de los compresores y las turbinas es Q1 (Figura IV-13), por lo que en el recinto se da una radiación esférica de las ondas sonoras. En otras palabras, se emiten NPS por igual en todas las direcciones. Dado que las turbinas permanecen elevadas a cuatro metros de altura, las ondas sonoras se dispersan en el primer y segundo piso.

En la figura IV-14 y IV-15 se muestra el diagrama de araña con la distribución de los NPS emitidos por las turbinas y los compresores, respectivamente.

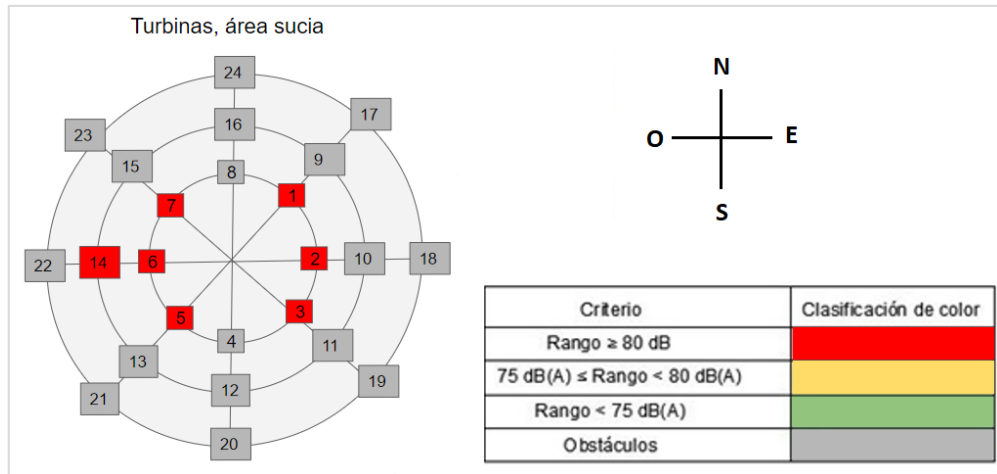


Figura IV-14. Diagrama de araña sobre los niveles de presión sonora alrededor de las turbinas del área sucia

De acuerdo con la figura IV-14, el color gris de los cuadrantes indica la presencia de obstáculos, en este caso, paredes en los extremos este y oeste, así como y la banda transportadora que va de dirección norte a sur, respecto a la ubicación de las turbinas. El tono rojo en los cuadrantes indica que dichas turbinas emiten ruido superior o igual a 80 decibeles (A). Ciertamente, cada máquina posee un encerramiento con paneles de poliuretano de dos pulgadas (diseñadas por el fabricante). Sin embargo, existe una fuga de la energía sonora a través de las aberturas por las que se inserta la tubería a las máquinas.

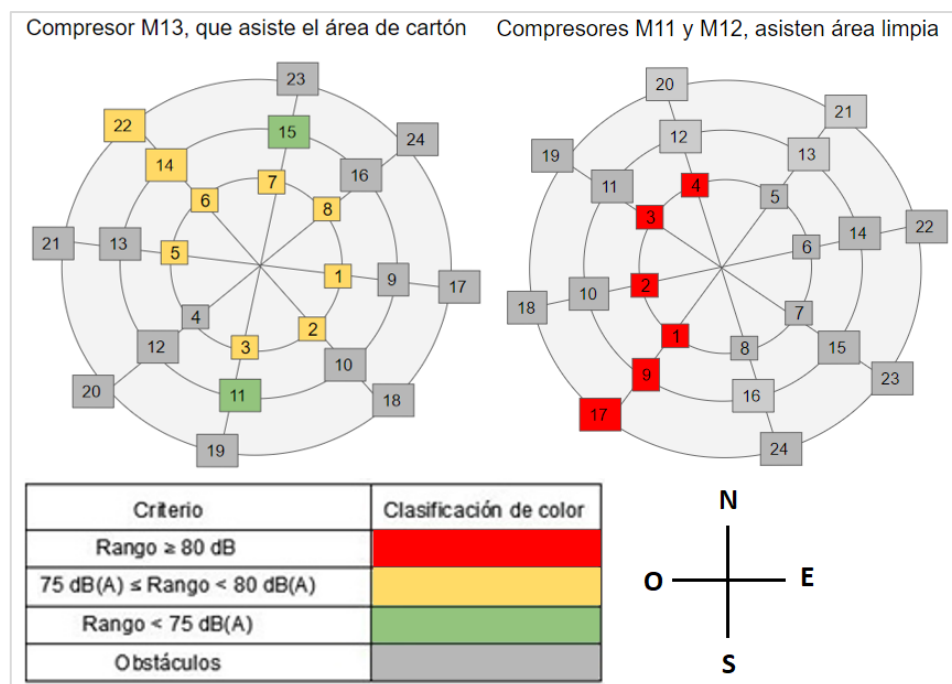


Figura IV-15. Diagrama de araña sobre los niveles de presión sonora de los compresores

Según la figura IV-15, el compresor M13 emite NPS mayores o iguales a 75 decibeles (A) y menores a 80 decibeles (A). Esto concuerda con su información técnica, lo cual indica que emite “un nivel bajo de sonido” de 64 decibeles (A) (Anexo 4). Además, el color gris en los cuadrantes del diagrama indica la presencia de paredes, debido al reducido área del cuarto de compresores.

Respecto a M11 y M12, los cuadrantes grises en el diagrama indican la presencia de paredes a su alrededor. Respecto a la información técnica, se indica que cada máquina emite menos de 80 decibeles (A) (Anexo 5). Sin embargo, las mediciones señalan NPS mayores o iguales a 80 decibeles (A). Esto puede ser debido a que se cuenta con dos de estas máquinas, las cuales incrementan la energía sonora en el recinto.

Además, al oeste de cada compresor se encuentra su respectiva máquina para secar el aire que envía hasta las diferentes áreas de trabajo, razón por la cual los NPS superiores se distribuyen en esta dirección. Por otro lado, es posible que se deba a la falta de mantenimiento, según las indicaciones brindadas por el fabricante (Anexo 6). Tal como se indicó en el cuestionario realizado a la Sección de Mantenimiento y Reparación (Apéndice 6), sólo se realiza mantenimiento correctivo a las máquinas que dejan de funcionar.

Posterior a las mediciones anteriores, se reconoció el punto con un NPS mayor, para luego, hacer un barrido por frecuencias en los puntos críticos (Cuadro IV-5). La información completa se visualiza en el apéndice 13.

Cuadro IV-5. Barrido por frecuencias en el punto crítico según la fuente de interés

Máquina/s	Cantidad de máquinas	Punto crítico	NPS punto crítico	Frecuencia (Hz)										
				16	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
Turbinas	3	6	87,2	20,1	40,0	68,6	70,1	78,0	81,9	82,4	79,0	75,2	69,0	58,7
Compresores*	2	4	93,2	30,6	46,2	58,2	71,7	81,3	89,8	84,8	79,3	78,6	72,9	65,6
Compresor**	1	5	77,1	18,4	35,1	40,8	52,5	67,1	71,4	66,4	69,2	67,2	58,4	40,7

\*Compresores M11 y M12. \*\*Compresor M13.

De acuerdo con el cuadro IV-5, la frecuencia media de 1.000 Hertz predomina en las tres turbinas. Por su parte, la frecuencia baja de 500 Hertz predomina en los tres compresores, lo cual se relaciona con las características de funcionamiento de las máquinas, ya que emiten un ruido continuo o estacionario a lo largo del tiempo. Otro aspecto importante es que las máquinas M11 y M12 presentan el punto crítico con los NPS superiores, por lo cual se considera la fuente prioritaria para establecer medidas de control.

## 2.1. Características acústicas del cuarto de compresores

Los colaboradores no tienen permiso para acceder al cuarto de compresores. El ingreso se da únicamente por el jefe de planta, con el motivo de encender o apagar las máquinas. Sin embargo, las características constructivas de las instalaciones en la planta de producción causan que las ondas sonoras se transmitan desde el cuarto de compresores hasta las áreas de trabajo de los colaboradores.

En el cuadro IV-6 se muestran las condiciones acústicas del cuarto de compresores.

Cuadro IV-6. Condiciones acústicas del cuarto de compresores

Superficie	Material	Área	Superficie absorbiendo					
			125	250	500	1k	2k	4k
<b>Paredes</b>	Concreto	24,10	0,24	0,24	0,24	0,48	0,48	0,48
<b>Paredes</b>	Malla	26,61	26,61	26,61	26,61	26,61	26,61	26,61
<b>Techo</b>	Lámina metal	25,73	11,32	14,66	19,04	23,92	19,29	19,55
<b>Puerta</b>	Malla	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
<b>Ventana</b>	Plástico	2,21	0,88	0,75	0,55	0,42	0,33	0,22
<b>Piso</b>	Cerámica	25,73	0,26	0,26	0,26	0,51	0,51	0,51
<b>Total</b>		<b>106,51</b>	<b>41,45</b>	<b>44,66</b>	<b>48,84</b>	<b>54,09</b>	<b>49,37</b>	<b>49,52</b>
Variables acústicas								
<b>Coefficiente absorción medio</b>			0,39	0,42	0,46	0,51	0,46	0,46
<b>Constante del local R</b>			67,86	76,91	90,19	109,90	92,03	92,54

En el cuadro anterior se observa que la constante del local es menor en la frecuencia de 125 Hertz, respecto a las demás frecuencias. Esto quiere decir que

se tiene un mayor aporte por las ondas reflejadas en esta frecuencia. Por su parte, la constante del local mejora en las frecuencias altas (1.000 Hertz, 2.000 Hertz, 4.000 Hertz) y medias (500 Hertz), por lo cual en dichas frecuencias la estructura presenta una menor reflexión de las ondas sonoras.

Pese a que se tiene una menor reflexión de las ondas sonoras, tampoco son absorbidas en su totalidad por los materiales del local. Lo anterior se debe a que, aproximadamente, una tercera parte del cuarto de compresores (26,99 %) posee estructuras de malla, las cuales transmiten las ondas sonoras al resto de la planta.

### 3. Exposición ocupacional al ruido en los trabajadores

La evaluación de la exposición ocupacional se realizó mediante la metodología de la INTE/ISO 9612. Se priorizaron los puestos de trabajo en los cuadrantes con NPS mayores a 80 decibeles (A), según evaluaciones anteriores.

En la figura IV-16 se muestra la distribución de los puestos de trabajo según el área de la planta de producción.

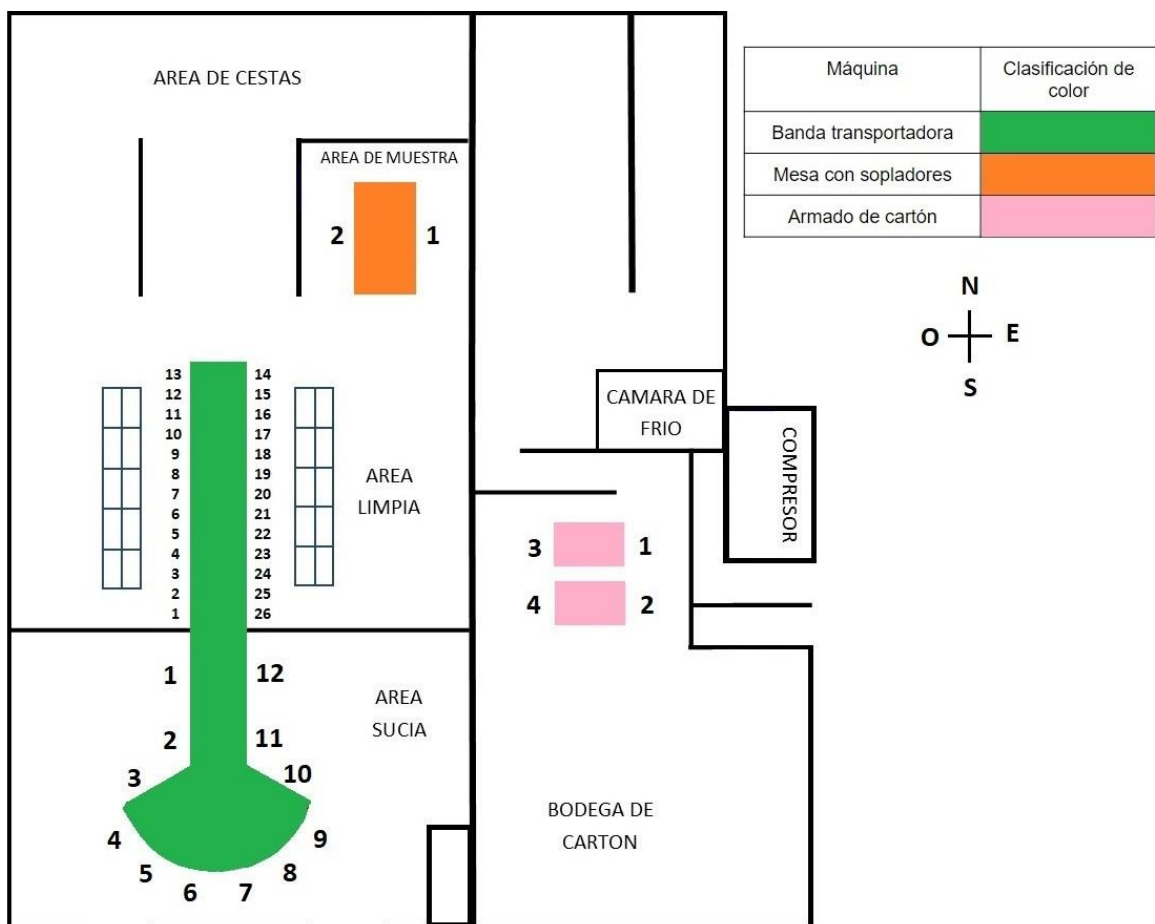




Figura IV-16. Croquis sobre la distribución de los puestos de trabajo

De acuerdo con la figura IV-16, se tienen los puestos de trabajo alrededor del tanque de agua y la banda transportadora (color verde), los que se encuentran alrededor de la mesa que contiene los sopladores de aire (color anaranjado), así como aquellos alrededor de las máquinas de armado de cartón (color rosado).

Se abordaron 12 trabajadores del área sucia, 15 del área limpia, dos en la sección de muestras y dos de bodega y armado de cartón. El proceso de evaluación abordó el periodo laboral y los descansos (desayuno, almuerzo y café) que gozaron los trabajadores. Además, durante el periodo de medición, se mantuvo una estrecha vigilancia de que el personal permaneciera en su puesto de trabajo.

En los siguientes cuadros, se muestra la exposición a ruido por trabajador, la contribución al ruido de la tarea, así como el aporte al ruido que tiene cada tarea al nivel de exposición diario ponderado para la jornada de trabajo.

Cuadro IV-7. Criterios de exposición a ruido ocupacional en el área sucia

Máquina	Dirección	Puesto croquis*	Puesto	$L_{p,A,eq,T,m}$ (dB(A))	$L_{Ex,8h,m}$ (dB(A))	$L_{Ex,8h}$ ponderado (dB(A))
Banda transportadora	Oeste	1	Selección de chayote	73,77	73,64	73,64
Banda transportadora	Oeste	2	Elevado de chayote	69,13	68,99	68,99
Banda transportadora	Oeste	3	Lavado de chayote	70,34	70,20	70,20
Banda transportadora	Oeste	4	Lavado de chayote	68,60	68,47	68,47
Banda transportadora	Oeste	5	Lavado de chayote	71,16	71,02	71,02
Banda transportadora	Oeste	6	Lavado de chayote	69,40	69,27	69,27
Banda transportadora	Este	7	Lavado de chayote	67,76	67,62	67,62
Banda transportadora	Este	8	Lavado de chayote	68,68	68,54	68,54
Banda transportadora	Este	9	Lavado de chayote	68,60	68,47	68,47
Banda transportadora	Este	10	Lavado de chayote	68,05	67,91	67,91
Banda transportadora	Este	11	Elevado de chayote	74,15	74,01	74,01
Banda transportadora	Este	12	Selección de chayote	77,53	77,39	77,39

\*Representa el número de puesto, de acuerdo con la figura IV-16.

Los trabajadores que seleccionan y elevan el chayote en el sector este de la banda transportadora presentan los niveles más altos de exposición a ruido ponderado para una jornada de ocho horas. Esto puede ser dado a la influencia de las ondas sonoras por parte de las turbinas, las máquinas del área de cartón y los compresores.

En el sector este, se localiza el colaborador con el nivel más bajo de exposición al ruido ponderado para una jornada de ocho horas, lo cual se debe a que el puesto de trabajo es el más lejano a las máquinas utilizadas en el área.

Cuadro IV-8. Criterios de exposición al ruido ocupacional en el área limpia y muestras

Área de trabajo	Máquina	Dirección	Puesto croquis*	Puesto	$L_{p,A,eq,T,m}$ (dB(A))	$L_{Ex,8h,m}$ (dB(A))	$L_{Ex,8h}$ ponderado (dB(A))
Limpia	Banda transportadora	Oeste	1	Encavanar	71,39	71,25	71,25
Limpia	Banda transportadora	Oeste	2	Encavanar	76,64	76,51	76,51
Limpia	Banda transportadora	Oeste	6	Embolsar	66,09	65,96	65,96
Limpia	Banda transportadora	Oeste	7	Embolsar	66,22	66,08	66,08
Limpia	Banda transportadora	Oeste	9	Embolsar	66,78	66,64	66,64
Limpia	Banda transportadora	Oeste	10	Embolsar	66,39	66,25	66,25
Limpia	Banda transportadora	Oeste	13	Empacar	67,17	67,03	67,03
Limpia	Banda transportadora	Este	14	Empacar	65,50	65,37	65,37
Limpia	Banda transportadora	Este	15	Empacar	67,20	67,07	67,07
Limpia	Banda transportadora	Este	16	Empacar	65,47	65,33	65,33
Limpia	Banda transportadora	Este	17	Embolsar	64,11	63,97	63,97
Limpia	Banda transportadora	Este	18	Embolsar	67,95	67,81	67,81
Limpia	Banda transportadora	Este	19	Embolsar	66,97	66,83	66,83
Limpia	Banda transportadora	Este	21	Embolsar	67,79	67,66	67,66
Limpia	Banda transportadora	Este	26	Encavanar	66,90	66,76	66,76
Muestras	Mesa con sopladores	Este	1	Muestras	71,73	71,59	71,59
Muestras	Mesa con sopladores	Oeste	2	Muestras	71,75	71,61	71,61

\*Representa el número de puesto, de acuerdo con la figura IV-16.

Los trabajadores que encavanan (puesto 1 y 2) y los que se encuentran alrededor de la mesa con los sopladores de aire, presentan los niveles más altos

de exposición al ruido. Dado que el puesto de encavanado colinda con la pared de malla, se da una transmisión de las ondas sonoras provenientes de esta última sección.

Por su parte, en el área de muestras, se manipulan las pistolas sopladoras de aire comprimido, las cuales también emiten ruido de impacto cuando se accionan. Además, el área limpia cuenta con una abertura de 49,18 metros cuadrados en la pared que conduce al cuarto de compresores (Cuadro IV-1), por lo cual se tiene la influencia de los NPS provenientes de dichas máquinas.

Al este de la banda transportadora se localiza el colaborador con el nivel más bajo de exposición al ruido ponderado para una jornada de ocho horas. Este puesto de trabajo se encuentra en la sección donde termina la banda transportadora, por lo cual se encuentra lejano al área sucia y a las máquinas que ésta contiene.

Cuadro IV-9. Criterios de exposición al ruido ocupacional en la bodega y armado de cartón

Área de trabajo	Máquina	Dirección	Puesto croquis*	Puesto	$L_{pA,eqT,m}$ (dB(A))	$L_{Ex,8h,m}$ (dB(A))
Bodega y armado de cartón	Armado de cartón	Este, segundo piso	1	Armado de cartón	65,92	62,78
Bodega y armado de cartón	Armado de cartón	Este, segundo piso	2	Armado de cartón	65,17	62,03
Bodega y armado de cartón	Armado de cartón	Oeste, segundo piso	3	Acomodo de cartón	67,98	64,84
Bodega y armado de cartón	Armado de cartón	Oeste, segundo piso	4	Acomodo de cartón	70,42	67,27

\*Representa el número de puesto, de acuerdo con la figura IV-16.

Los trabajadores que acomodan cartón presentan los niveles más altos de exposición a ruido para una jornada de ocho horas. El individuo se ve influenciado por los NPS que provienen mayormente del cuarto de compresores, ya que se tratan de ondas sonoras de media frecuencia que pueden viajar largas distancias.

#### 4. Diagrama causal

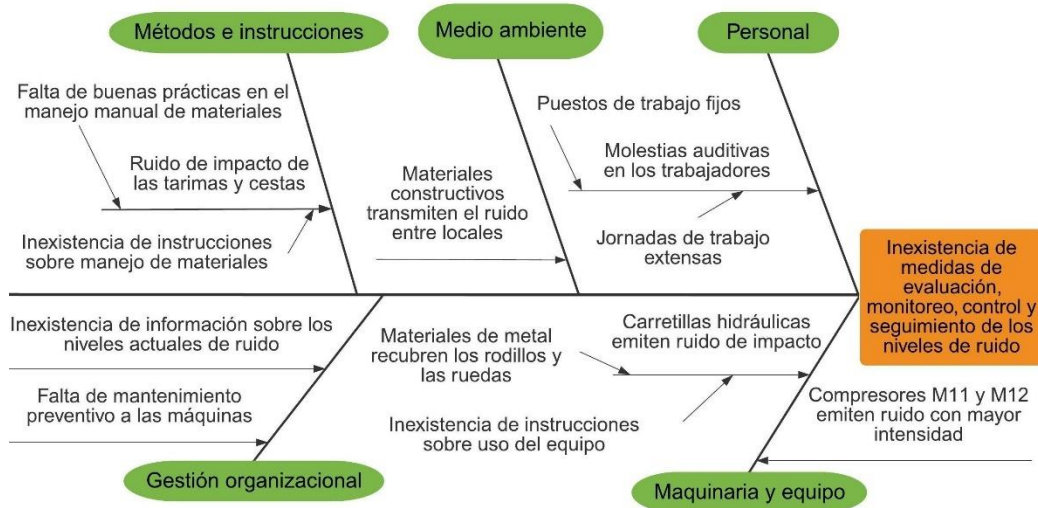


Figura IV-17. Diagrama causal sobre la inexistencia de medidas de evaluación, monitoreo, control y seguimiento de los niveles de ruido en la planta de producción

Con base en la información obtenida de las herramientas del objetivo específico uno y dos, se procedió a construir el diagrama causal de la figura IV-17. En las evaluaciones del mapa de ruido se encontraron NPS por encima de 80 decibeles (A), lo cual, para efectos del proyecto, se considera como el nivel crítico. Estos NPS se distribuyeron en el área sucia, limpia y la bodega y armado de cartón. La razón de esto consiste en que los NPS se transmiten con facilidad entre las áreas, debido a los materiales constructivos de las instalaciones.

Con respecto a la maquinaria y equipo, el ruido en la planta es continuo, con eventos irregulares de ruido causados por las prácticas de trabajo inapropiadas y el roce de los equipos con el suelo. En la evaluación de las fuentes se encontró que, desde el área sucia, las turbinas emitían ruido de alta frecuencia, superior a 80 decibeles (A). Esto afectó mayormente a los trabajadores del área sucia y limpia. Asimismo, los compresores emitían ruido de baja frecuencia, pero un tipo específico tuvo NPS superiores a 90 decibeles (A).

En el apartado de métodos e instrucciones, los trabajadores emplean prácticas que generan eventos irregulares de ruido en la planta de producción, esto debido a que no existen medidas sobre la manipulación de las cargas. Aunado a esto, los trabajadores desconocen información al respecto.

Respecto al apartado del personal, el nivel de exposición al ruido genera molestias en los trabajadores. Esto se ve influenciado por los puestos fijos y la duración de las jornadas de trabajo, las cuales son más extensas los lunes y martes. Sin embargo, cualquier día en el que se tenga un nivel alto de producción de chayote contiene jornadas pueden llegar a superar las ocho horas diarias.

Por último, en la gestión organizacional, la gerencia y otros departamentos han mostrado la necesidad de conocer los NPS en la planta de producción. Esto especialmente por las mejoras constructivas terminadas en setiembre del 2021. Asimismo, otro problema consiste en que no se realiza mantenimiento preventivo a las máquinas, lo cual es un factor que también influye.

## **V. Conclusiones**

- El estudio de ruido con el que cuenta la empresa es insuficiente, debido a que no se tiene información sobre los NPS emitidos por las fuentes y los que llegan a los trabajadores. Además, la información se encuentra desactualizada, debido a las modificaciones constructivas en las instalaciones.
- El ruido en la planta de producción es continuo, con algunos eventos en los que se genera ruido de impacto. Esto último se debe a que los trabajadores implementan prácticas inapropiadas en el transporte y manejo manual de materiales (tarimas, cestas), ya que desconocen los efectos asociados a su salud auditiva.
- Respecto a la distribución de los NPS, se superan los 80 decibeles (A) en un 100 % de los cuadrantes del área sucia y en un 33,33 % de los cuadrantes del área limpia. Esto se debe principalmente al ruido generado por las turbinas.
- Existe una transmisión del ruido entre el área sucia, limpia, muestras y la bodega y armado de cartón. Esto debido a que un 100 % de las áreas de trabajo presentan estructuras divisorias con aberturas o materiales de malla.
- Las principales fuentes generadoras de ruido en todas las áreas de la planta de producción son los compresores M11 y M12 (Ingersoll Rand, modelo

2475n7.5-v), los cuales generan los NPS máximos entre todas las maquinas (valores superiores a 90 dB(A)).

- Los NPS que llegan a los trabajadores se encuentran bajo el límite permitido en la legislación (85 dB(A)). Sin embargo, se recomienda implementar medidas de la exposición al ruido. Esto debido a que en el 50 % de los puestos de selección de chayote (área sucia) y en el 33,33 % de los puestos de encavanado (área limpia) se reportan NPS que llegan a los 80 decibeles (A).

## **VI. Recomendaciones**

- Implementar un programa de prevención y conservación auditiva, para evitar la aparición de problemas auditivos, que contenga acciones dirigidas a la disminución del ruido presente en la planta de producción.
- Brindar instrucciones de trabajo específicas y un plan de capacitación sobre el transporte y manejo manual de materiales. Esto con el fin de que los trabajadores implementen buenas prácticas, las cuales minimicen los eventos súbitos generadores de ruido.
- Se propone diseñar un encerramiento para el cuarto de compresores, con el fin de disminuir el ruido que se transmite a la planta de producción.
- Se recomienda adquirir equipo de protección auditiva para los trabajadores que indique el departamento de Salud Ocupacional, así como aquellos que lo soliciten voluntariamente. Tras esto, se considera necesario capacitarlos en la administración, uso, mantenimiento y disposición de este equipo.

## **VII. Programa de prevención y conservación auditiva para la planta de producción de ByC Exportadores**

### **A. Aspectos generales**

#### **1. Introducción**

El programa de prevención y conservación auditiva proporciona alternativas de solución que se enfocan en disminuir los niveles de presión sonora en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. Asimismo, éstas contemplan la prevención temprana de los problemas auditivos asociados a la exposición a ruido.

Entre los componentes del programa, se incluye el monitoreo de la exposición, controles ingenieriles y administrativos, selección de equipos de protección auditiva, educación y motivación de los trabajadores, vigilancia de la salud, evaluación del programa, así como el mantenimiento de formularios e informes, lo cual está presente en todas las etapas (Figura VII-1).

En relación con lo anterior, para mejorar las alternativas de control ingenieril, se consideraron los principios de absorción, reflexión, transmisión y difracción acústica, los cuales se describen a continuación.

En cuanto a las alternativas de control administrativo, se realiza una propuesta de señalización, que contiene medidas obligatorias para el ingreso al cuarto de compresores.

Por otro lado, se proponen instrucciones de trabajo dirigidas a la administración, uso y manejo del equipo de protección auditiva. Asimismo, se cuenta con instrucciones de trabajo sobre buenas prácticas relacionadas con el manejo manual de materiales y equipos, de manera que se reduzcan los eventos súbitos que generan ruido en las instalaciones.



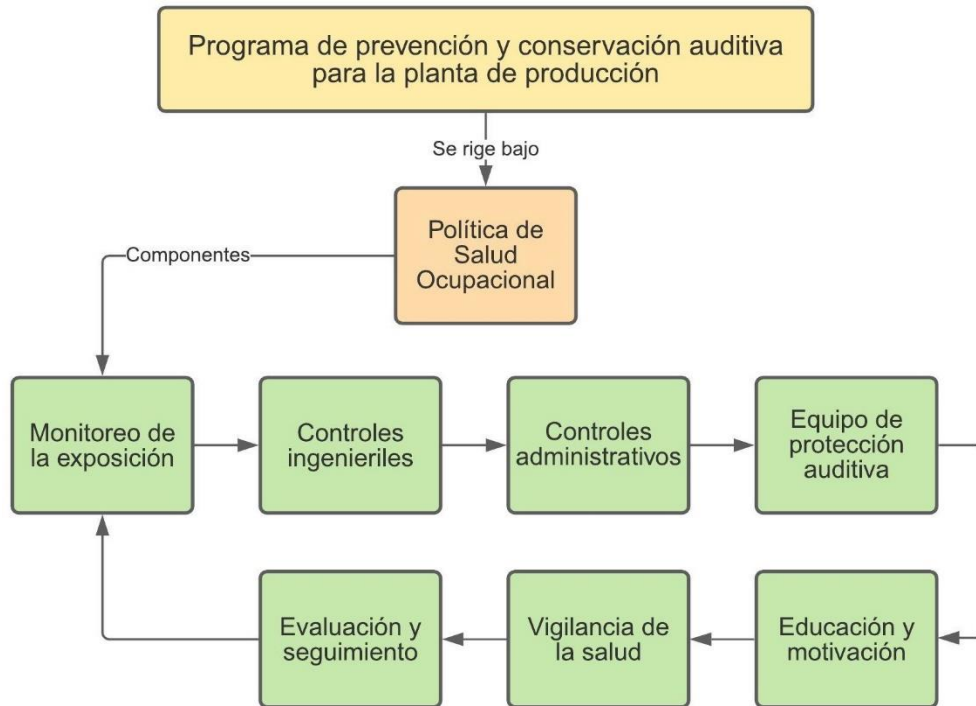


Figura VII-1. Componentes del programa de prevención y conservación auditiva para la planta de producción

### 1.1. Principio de absorción acústica

Para el diseño del encerramiento y de la barrera se trabajó con el principio de absorción acústica, el cual consiste en una propiedad de los materiales, objetos y las estructuras para transformar la energía incidente en calor. Esto resulta en la propagación en un medio o la disipación de la energía sonora (Anexo 7) (López, 2001).

La pérdida de energía acústica o sonora en los materiales se puede caracterizar a través del coeficiente de absorción acústica ( $\alpha$ ). Éste consiste en la relación entre la energía sonora absorbida por el material y la energía sonora incidente sobre dicho material, por unidad de superficie. El valor oscila de cero a uno, siendo uno la absorción total (Gómez, 2017).

### 1.2. Principio de reflexión acústica

Para el diseño de los encerramientos y las barreras, se contempló el fenómeno de reflexión de una onda sonora. Éste consiste en una propiedad que

poseen los materiales, objetos y estructuras para reflejar la onda incidente (Anexo 7) (Gómez, 2017).

### 1.3. Principio de transmisión acústica

Para el diseño de las barreras, se contempló el fenómeno la transmisión sonora. Éste se define como la energía que radia a través de un material, objeto y estructura (Anexo 7) (Gómez, 2017).

### 1.4. Principio de difracción acústica

Para el diseño de las barreras también se trabajó con el principio de difracción acústica. Dicho fenómeno posibilita que la onda sonora rodee cualquier obstáculo, para continuar con su propagación. Además, éste determina la cantidad de energía que alcanza el receptor, por lo cual se condiciona la barrera (Avilés y Perera, 2017).

Cuando se utilizan este tipo de controles, los frentes de la onda se tornan en centros emisores, en aquellos puntos donde se interceptan con el obstáculo, por lo que lo envuelven. Esto ocurre especialmente si la altura del obstáculo es igual o menor a la longitud de onda del sonido (López, 2001).

Además de esto, se formará una zona de sombra acústica o un área donde no llega el sonido, pero esto dependerá de las dimensiones del obstáculo, así como la frecuencia de la onda (Anexo 8) (López, 2001).

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Disminuir los niveles de presión sonora en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A., con el fin de que se mejoren las condiciones de exposición ambiental y ocupacional a ruido.

## 2.2. Objetivos específicos y metas

En el cuadro VII-1 se muestra la relación que se tiene entre los objetivos específicos y las metas del programa. Además, se incluye un periodo en el que estas deberán ser llevadas a cabo.

Cuadro VII-1. Relación entre los objetivos específicos y las metas del programa de prevención y conservación auditiva

Objetivo	Metas	Periodo
Monitorear de forma permanente los niveles de presión sonora en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás.	Que los niveles de presión sonora en las evaluaciones ambientales no superen 80 decibeles (A).	Una vez al año.
	Que los niveles de presión sonora en las evaluaciones de exposición ocupacional no superen 85 decibeles (A).	
Brindar medidas ingenieriles y administrativas de control a ruido en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás.	Que la distribución de los niveles de presión sonora no supere 80 decibeles (A).	Una vez cada seis meses.
	Que los niveles de presión sonora emitidos por las máquinas no superen 80 decibeles (A).	
	Que se reduzca a un límite seguro de 75 decibeles (A) el nivel de presión sonora que perciben los trabajadores.	
	Que se capacite el 100 % del personal en la planta de producción sobre las medidas y acciones para la disminución de la exposición al ruido.	Una vez al mes.
Establecer medidas de seguimiento y evaluación a las estrategias del programa de prevención y conservación auditiva.	Que se revise el 100 % de las estrategias implementadas en el programa.	Una vez al mes.

## 3. Alcance

El programa de prevención y conservación auditiva tiene como finalidad anticipar y prevenir las situaciones en las que se presenten NPS peligrosos

(mayores o iguales a 80 decibeles (A)) para la salud auditiva de los trabajadores y personal que proporcione sus servicios a la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

#### **4. Limitaciones**

- El programa se encuentra adaptado conforme a las condiciones constructivas de la planta de producción para el año 2021. Ante eventuales variaciones, se deberá actualizar las diferentes evaluaciones de la exposición a ruido.
- La organización no posee equipo de medición para las evaluaciones ambientales ni de exposición personal al ruido.

#### **5. Política de Salud Ocupacional**

La política de Salud Ocupacional, publicada en abril del 2021 y aprobada por la Gerencia General indica que:

ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. exalta como una ventaja competitiva la Salud Ocupacional, la calidad, la productividad y ambiente. Con ayuda de nuestros colaboradores, la empresa se compromete a cumplir con las normas y leyes, así como otros requisitos de partes interesadas, aplicables a nivel nacional e internacional, con los programas, procedimientos, procesos de trabajo que se definan para garantizar la Salud y Seguridad de las personas trabajadoras, proveedores y personal contratista en armonía con productos de calidad y amigables con el ambiente y tratando de buscar siempre la mejora continua. Todo el personal se compromete al cumplimiento de la política, cobijados bajo los principios de una Cultura organizacional de prevención en un entorno de trabajo seguro. (ByC Exportadores, 2021)

## **B. Organización de trabajo**

La implementación del programa de prevención y conservación auditiva requiere el apoyo del personal en tres categorías:

- La gestión abarca el personal en la posición de aprobar los cambios, autorizar la asignación de recursos financieros, avalar la participación del personal en las actividades del programa, hacer cumplir la política y el programa.
- El personal implementador es quien hace funcionar los elementos del programa.
- Los empleados son las personas que se encargan de comunicar al departamento de Salud Ocupacional los eventos y las condiciones de exposición a niveles peligrosos de ruido ocupacional y otros agentes ototraumáticos.

De forma específica, se requiere el apoyo de las siguientes figuras en la implementación de tareas, funciones y responsabilidades específicas estipuladas en el programa:

- Gerencia General.
- Unidad de Recursos Humanos.
- Departamento de Salud Ocupacional (conformado por el encargado de Salud Ocupacional, responsable de medicina laboral, comisión de Salud Ocupacional).
- Sección de Mantenimiento y Reparación.
- Jefes encargados de la planta de producción.
- Operarios de la planta de producción.

### **1. Funciones y responsabilidades**

Para la implementación del programa, se designan responsables que deberán estar a cargo de funciones determinadas. La información se describe en el cuadro VII-2.

Cuadro VII-2. Funciones y responsabilidades del personal de la empresa

Función	Responsables							
	Gerencia General	Encargado Medicina Laboral	Unidad Recursos Humanos	Encargado Salud Ocupacional	Comisión Salud Ocupacional	Sección de Mantenimiento y Reparación	Jefes encargados	Operarios, contratistas, visitantes, proveedores
Asignar y aprobar el presupuesto para el programa	x							
Aprobar el programa	x							
Ejecutar las medidas y acciones del programa		x	x	x	x	x	x	x
Coordinar las evaluaciones de la exposición a ruido		x		x			x	
Implementar las evaluaciones de ruido				x				
Rellenar las bitácoras de muestreo para las evaluaciones de ruido				x				
Aplicar los instrumentos de recolección de datos para la evaluación de la exposición al ruido				x				
Realizar informes de resultados y oportunidades de mejora según lo obtenido en las evaluaciones de ruido		x		x	x			
Asignar recursos para la implementación de capacitaciones	x							
Implementar las capacitaciones del programa				x				

Motivar al personal a participar activamente en el programa		x		x			x	
Colaborar en el desarrollo del programa según lo estipulado		x	x	x	x	x	x	x
Informar las situaciones imprevistas en la implementación del programa							x	x
Evaluar la implementación de las medidas y acciones del programa		x		x			x	
Seguimiento de los resultados del programa		x		x				
Implementar los cambios necesarios para el programa		x		x	x		x	x

## 2. Planificación de actividades del programa

Se establece la planificación de las actividades a desarrollar en el programa, así como la duración y frecuencia de cada una de éstas. Lo anterior se describe en el cuadro que se presenta a continuación.

Cuadro VII-3. Planificación de las actividades del programa

Actividad	Duración	Frecuencia
Entrega de la propuesta del programa de prevención y conservación auditiva a los gerentes generales	2 días	No aplica
Aprobación del programa	1 mes	No aplica
Monitoreo de la exposición ambiental y personal a ruido	1 mes	1 vez al año
Implementación de controles ingenieriles	3 meses	1 vez al año
Capacitación de los colaboradores	2 meses por tema	2 veces al año
Compra del equipo de protección auditiva	No aplica	6 veces al año
Vigilancia de la salud	1 mes	1 vez al año

Evaluación del programa	No aplica	4 veces al año
Actualización del programa	No aplica	Cada vez que se realicen cambios

### 3. Organización del programa

Cuadro VII-4. Etapas para la implementación del programa de prevención y conservación auditiva

Secuencia de etapas	Descripción de las actividades
A. Revisión de la propuesta del programa de prevención y conservación auditiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Se presenta el programa a la Gerencia General.</li> <li>b. La Gerencia General aprueba el programa.</li> <li>c. Se asignan los recursos y el personal requerido para la implementación del programa.</li> <li>d. Se generan los informes y registros de la información recolectada, así como el compromiso de las partes interesadas.</li> </ul>
B. Ejecución del programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Se coordinan las funciones de los responsables que encabezan el programa.</li> <li>b. Se comunica la finalidad y las acciones del programa a los colaboradores.</li> <li>c. Se realiza el monitoreo de la exposición al ruido, por lo cual se aplican las instrucciones y las medidas para el control de la exposición al ruido.</li> <li>d. Se implementa el equipo de protección auditiva.</li> <li>e. Se implementan las capacitaciones.</li> <li>f. Se implementan instrucciones sobre la vigilancia de la salud de los trabajadores.</li> <li>g. Se generan informes y registros de la información recolectada.</li> </ul>
C. Evaluación y seguimiento del programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Se ejecutan las instrucciones especificadas para la evaluación del programa, a través de las herramientas propuestas.</li> <li>b. Se evalúan los resultados obtenidos tras la implementación de las medidas de mejora.</li> <li>c. Se generan informes y registros de la información recolectada.</li> </ul>



D. Actualización del programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Posterior a la evaluación, se actualizan los componentes del programa y se proponen las respectivas oportunidades de mejora.</li> <li>b. Se evalúa la efectividad de los cambios realizados.</li> <li>c. Se generan informes y registros de la información recolectada.</li> </ul>
-------------------------------	--

## **C. Ejecución del programa**

### **1. Monitoreo de la exposición a ruido**

#### 1.1. Propósito

Brindar una guía para la implementación de las evaluaciones de la exposición ambiental y ocupacional al ruido en la planta de producción.

#### 1.2. Alcance

Se ofrece una guía con las instrucciones y las herramientas requeridas para evaluar la exposición ambiental y ocupacional a ruido en la planta de producción.

#### 1.3. Responsables

- Encargado del departamento de Salud Ocupacional: Deberá coordinar y llevar a cabo las evaluaciones de exposición a ruido (mapa de ruido, medición puntual de la fuente, audio dosimetrías), así como aplicar las bitácoras de medición y los instrumentos de recolección de datos para la evaluación del ruido.
- Departamento de Salud Ocupacional: Los responsables deberán generar un reporte con los hallazgos y las medidas de mejora. Este será dirigido a los representantes de la Gerencia General.
- Gerencia General: Serán responsables de designar recursos y aprobar las medidas de mejora brindadas por el departamento de Salud Ocupacional, a partir de las evaluaciones de ruido.

- Jefes encargados y operarios de la planta de producción: Colaborar con las evaluaciones de exposición al ruido, según lo indique el encargado de salud Ocupacional.

#### 1.4. Metas

- Que los NPS en las evaluaciones del ruido ambiental no superen 80 decibeles (A).
- Que los NPS en las evaluaciones de la exposición ocupacional a ruido no superen 75 decibeles (A).

#### 1.5. Instrucciones para la identificación de los factores y condiciones de exposición a ruido

##### 1.5.1. Herramientas de recolección de datos

Para la identificación de los factores de exposición a ruido en la planta de producción, se asignan una serie de herramientas, las cuales se indican a continuación:

- Encuesta higiénica a los jefes encargados: El diseño de la herramienta se puede consultar en el apéndice dos, denominado “Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón”. Esta deberá aplicar durante dos días seguidos a los dos jefes encargados de la planta de producción (Apéndice 2).
- Diagrama de flujo de procesos: Se tomará como base el “Diagrama de flujo del proceso en ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.” elaborado por Ruíz (2020), el cual se representa en la figura I-3. Se deberá emplear un día para hacer una visita a la planta de producción y verificar que la información del diagrama esté acorde a los procesos productivos desarrollados.
- Observación no participativa mediante la lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción: La finalidad de usar esta herramienta es recolectar información acerca de los factores de exposición a ruido (Apéndice 3), como la cantidad, tipo y duración de las tareas realizadas en la planta de producción (Apéndice 4). Es importante

destacar que, en la observación no participativa, el evaluador no interviene en el hecho, fenómeno o situación de interés.

La herramienta se deberá aplicar dos días seguidos por cada área de trabajo (Sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón). Por lo cual, cada visita a la planta tendrá una duración de una hora. En total, se emplearán ocho días para recolectar toda la información.

- Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción: Se diseñará un dibujo denominado conforme al formato del “Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción”, el cual se encuentra en el apéndice cinco. Para el trabajo de campo, se empleará un único día.
- Cuestionario a la Sección de Mantenimiento y Reparación acerca de los tipos de máquinas y el mantenimiento que se lleva a cabo: La herramienta a utilizar se denomina “Cuestionario para el personal de Mantenimiento y Reparación” y se puede consultar en el apéndice seis. Su contenido se basa en la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (Asociación Española de Normalización, 2012). Esta se aplicará durante dos días en su totalidad.
- Cuestionario “Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico”, del INSHT: Esta herramienta permite la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición en los trabajadores (Anexo 1).
- Entrevista estructurada sobre el historial de exposición a ruido: La herramienta empleada se denomina “Cuestionario para la evaluación del ruido en los puestos de trabajo de la planta de producción” y fue desarrollada por el INSHT. Esta se encuentra en el anexo uno.

La muestra prevista es de 27 trabajadores. Para la aplicación de la herramienta, se entregará el cuestionario a los trabajadores de la planta, se leerán las indicaciones, las preguntas y se abordarán las dudas. Posteriormente, se dará un intervalo de cinco días para recolectar las respuestas.

- Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de exposición a ruido de los trabajadores: La

herramienta se puede consultar en el apéndice uno. Se aplicará al encargado de medicina laboral y a la encargada de la Unidad de Recursos Humanos. En cuanto a su duración, se empleará un día por persona, por lo cual la información se deberá recolectar en dos días.

Para la identificación de las condiciones de exposición a ruido en la planta de producción, se utiliza la siguiente herramienta, la cual se menciona anteriormente:

- Encuesta higiénica a los jefes encargados: Esta herramienta es útil para la identificación de las condiciones inherentes a las instalaciones de la planta de producción, los cuales pueden generar un incremento de los NPS en el lugar. Entre estos se cuenta con el tipo de construcción, las dimensiones del local y sus estructuras, los materiales utilizados, las aberturas, entre otros. Esta herramienta corresponde a la misma que se aplicará según el punto 1.5.1. de esta sección, durante el mismo periodo. Cabe destacar que, entre su contenido, se encuentran también las condiciones de exposición al ruido.

#### 1.5.2. Lineamientos para la aplicación de las herramientas de recolección de datos

- Para dar inicio al proceso de monitoreo de la exposición al ruido, el encargado de Salud Ocupacional deberá aplicar las herramientas de recolección de datos a las personas y áreas, así como en el orden y la frecuencia que muestra el siguiente cuadro.

Cuadro VII-5. Cronograma para la aplicación de las herramientas de recolección de datos

No.	Instrumentos/herramientas	Área o persona	Cantidad de días	Semana*					
				1	2	3	4	5	
1	Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado	Jefes de personal	1	x					

	de cartón, realizada a los jefes de la planta de producción	Jefe de planta	1	x				
2	Diagrama de flujo de procesos	Áreas de la planta de producción	1	x				
3	Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción	Área sucia	2		x			
		Área limpia	2		x			
		Área de muestrar	2			x		
		Bodega y armado de cartón	2			x		
4	Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción	Áreas de la planta de producción	1			x		
5	Cuestionario a la Sección de Mantenimiento y Reparación acerca de los tipos de máquinas y el mantenimiento que se lleva a cabo	Encargado	1				x	
		3 ayudantes	1				x	
6	Cuestionario a los trabajadores sobre "Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico", del INSHT	Dos jefes de planta y 25 trabajadores	5					x
7	Entrevista estructurada al médico de la empresa y a la Unidad de Recursos Humanos sobre el historial de	Encargada de Unidad de Recursos Humanos y	2					x

	exposición a ruido de los trabajadores	médico de empresa							
<p>*La sucesión numérica de las semanas se aplica al momento de comenzar con el proceso de monitoreo de la exposición. Se marca con una equis, las herramientas que deben ser aplicadas en la semana determinada.</p>									

## 1.6. Instrucciones para la evaluación mediante mapa de ruido

### 1.6.1. Preparación del área de muestreo

- Seleccionar las siguientes áreas para implementar en cada una o el respectivo conjunto, un mapa de ruido:
  - Área sucia.
  - Área limpia en conjunto con la sección de muestras.
  - Área bodega y armado de cartón.
- En cada área, establecer cuadrantes con las siguientes dimensiones:
  - Cuadrantes del área sucia: 30 metros cuadrados.
  - Cuadrantes del área limpia: 30 metros cuadrados.
  - Cuadrantes del área de muestras: 48 metros cuadrados.
  - Cuadrantes del área bodega y armado de cartón: 30 metros cuadrados.
- Numerar los cuadrantes en forma de “S”, de acuerdo con la secuencia de numeración establecida para cada área (Figura VII-2). Los puntos de inicio y final para cada área se describen a continuación:
  - Área sucia: Iniciar en el punto uno, ubicado al suroeste del tanque de lavado y finalizar en el punto seis, al noreste de la banda transportadora.
  - Área limpia y muestras: Iniciar en el punto uno, al sureste de la banda transportadora y finalizar en el punto nueve, en el área de muestras.
  - Área bodega y armado de cartón: Se inicia en las máquinas de armado de cartón y se finaliza en el área de almacenamiento de cartón.

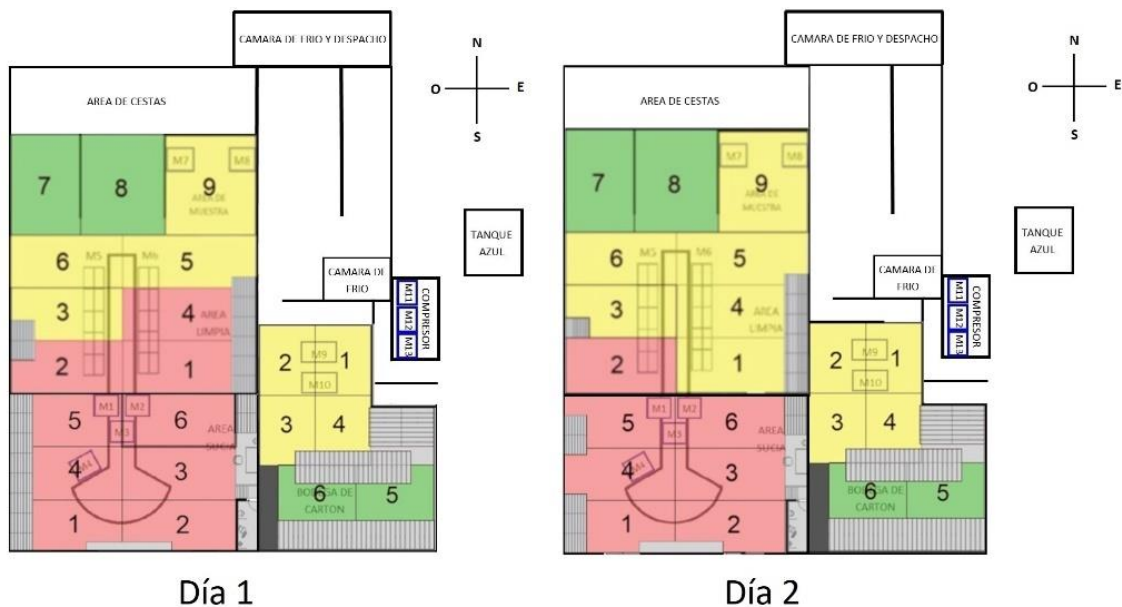


Figura VII-2. Distribución de los cuadrantes en las áreas de la planta de producción

- Preparar el formato de la bitácora de muestreo por cada área, para ser utilizado el día de las mediciones, estos formatos se encuentran en las siguientes partes del documento:
  - Área sucia: Sección XI, apéndice siete.
  - Área limpia: Sección XI, apéndice ocho.
  - Área bodega y armado de cartón: Sección XI, apéndice nueve.

#### 1.6.2. Revisión previa de las especificaciones del equipo de muestreo

- Escoger un sonómetro convencional, con un certificado de calibración que no supere dos años. Esto de acuerdo con las especificaciones que se brindan en el certificado de la calibración inicial del equipo.

#### 1.6.3. Configuraciones del equipo de muestreo

- Configurar el instrumento en velocidad de respuesta *slow* y escala de ponderación en A.

#### 1.6.4. Verificación del equipo previo al inicio de las mediciones

- Realizar la verificación del equipo en campo. Antes de iniciar la verificación, acoplar el pistófono al sonómetro. Luego, encender el pistófono. Por último, encender el sonómetro, dirigirse a la pantalla de “calibración” del sonómetro y ajustar los valores a 114,0 decibeles (A).

- Las consideraciones establecidas en el punto anterior son parte del manual de usuario del sonómetro SoundPro SE/DL (PCE, s.f.).

#### 1.6.5. Obtención de los datos

- Realizar mediciones en el centro de cada cuadrante, de acuerdo con los puntos especificados en la figura VII-2.
- Emplear la bitácora de muestreo según el área a evaluar (Apéndice 7, 8 o el 9), para anotar los NPS conforme a la hora de medición establecida.
- Anotar en la columna de observaciones, los eventos importantes que afecten el nivel de ruido, el tipo de productos y máquinas utilizadas durante la evaluación.
- Iniciar los recorridos cada 30 minutos.
- En el transcurso de las mediciones, verificar que el micrófono se encuentra en la misma dirección.

#### 1.6.6. Verificación del equipo durante las mediciones

- Durante el periodo del almuerzo, el cual tiene una duración de 30 minutos, no se deben tomar mediciones.
- Durante el periodo de almuerzo y al final de la jornada de trabajo, realizar la verificación del equipo mediante un pistófono, tal como se indica en el punto 1.6.4.
- Anotar en la bitácora de muestreo, el NPS obtenido al realizar la calibración.

#### 1.6.7. Análisis de los datos

- Transcribir los datos obtenidos de las mediciones, en hoja de cálculo “Mapa de Ruido” del área respectiva (SUC=Sucia, LM=Limpia y muestras, CAR=Bodega y armado de cartón). Los datos deberán incluirse específicamente, en el cuadro “Datos Mapa de ruido, del área X, día Y”.
- Luego, automáticamente, se actualizarán los datos en el cuadro “Distribución de los NPS por cuadrante para el mapa de ruido del día X” (Apéndice 13).
- Realizar el cálculo de los promedios logarítmicos por cada cuadrante y su respectivo día de medición. Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:



$$\bar{L}_p = 20 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{pi}}{20}} \right]$$

- En el croquis del mapa de ruido, indicar los promedios logarítmicos con base en un código de colores que se menciona a continuación:
  - Rojo:  $\bar{L}_p \geq 80$  decibeles (A).
  - Amarillo:  $75 \text{ decibeles (A)} \leq \bar{L}_p < 80 \text{ decibeles (A)}$ .
  - Verde:  $\bar{L}_p < 75$  decibeles (A).
- En cuanto a la interpretación de criterios seleccionados para los colores, el rojo implica un nivel crítico, donde se requiere la intervención inmediata con medidas de control. El color amarillo indica un nivel de alarma, donde se recomienda aplicar dichas medidas. Mientras tanto, el color verde refiere a un nivel de ruido aceptable.

#### 1.6.8. Comparación de los resultados

- Graficar los NPS por cuadrante y por día de medición. Para ello, se cuenta con el cuadro y el gráfico “NPS por cuadrantes, según día de medición”, en las hojas “Mapa ruido SUC”, “Mapa ruido LM” y “Mapa ruido CAR”.
- Comparar los resultados con aquellos obtenidos en la evaluación anterior.
- Si los NPS aumentaron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, se deberá analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados y generar las oportunidades de mejora correspondientes  
Del mismo modo, si los NPS superan los 80 decibeles (A) (para efectos del proyecto, hace referencia a un nivel crítico), se deberá analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados y generar las oportunidades de mejora correspondientes.
- Si los NPS disminuyeron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados. Asimismo, se deberá dar seguimiento a las medidas que beneficien una reducción de los NPS.

#### 1.6.9. Informe de resultados

- El departamento de Salud Ocupacional se encargará de generar un informe de resultados que incluya los hallazgos sobre la evaluación de la exposición, análisis de la información, las conclusiones y las medidas de mejora para la disminución de los NPS. Para ello, se cuenta con la plantilla “Formulario para el informe de resultados de las evaluaciones de exposición al ruido”, del apéndice 14.
- Se contará con un periodo de una semana a partir de la obtención de los resultados, para elaborar el informe.
- Este informe se presentará a la Gerencia General.

#### 1.7. Instrucciones evaluación puntual de la fuente

##### 1.7.1. Preparación del área de muestreo

- Seleccionar las siguientes máquinas para implementar la metodología sobre la evaluación puntual de la fuente:
  - Área sucia: El conjunto de las tres turbinas elevadas (M1, M2 y M3, según el apéndice 5). Se selecciona este conglomerado, dado que, en la época de mayor producción de chayote, estas máquinas se encienden simultáneamente.
  - Área sucia: Motor de la banda transportadora (M4, según el apéndice 5).
  - Cuarto de compresores: El conjunto de los dos compresores Ingersoll Rand, modelo 2475n7.5-v (M11 y M12, según el apéndice 5). Se selecciona el conglomerado de estas máquinas, ya que se encienden simultáneamente durante el proceso productivo diario.
  - Cuarto de compresores: Un compresor de marca Chicago Pneumatic, modelo QRS7,5 HPD UL (M13, según el apéndice 5).
  - De ser necesario, incluir las máquinas dentro de los cuadrantes codificados en rojo, de acuerdo con los resultados del mapa de ruido.
  - Incluir las nuevas fuentes de ruido y las existentes que han tenido alguna modificación en su estructura o funcionamiento.

- Preparar una bitácora de muestreo por cada máquina, de acuerdo con el formato que establece el apéndice diez.
- Enumerar los puntos de medición en cada máquina, de acuerdo con la representación gráfica de la figura VII-3.

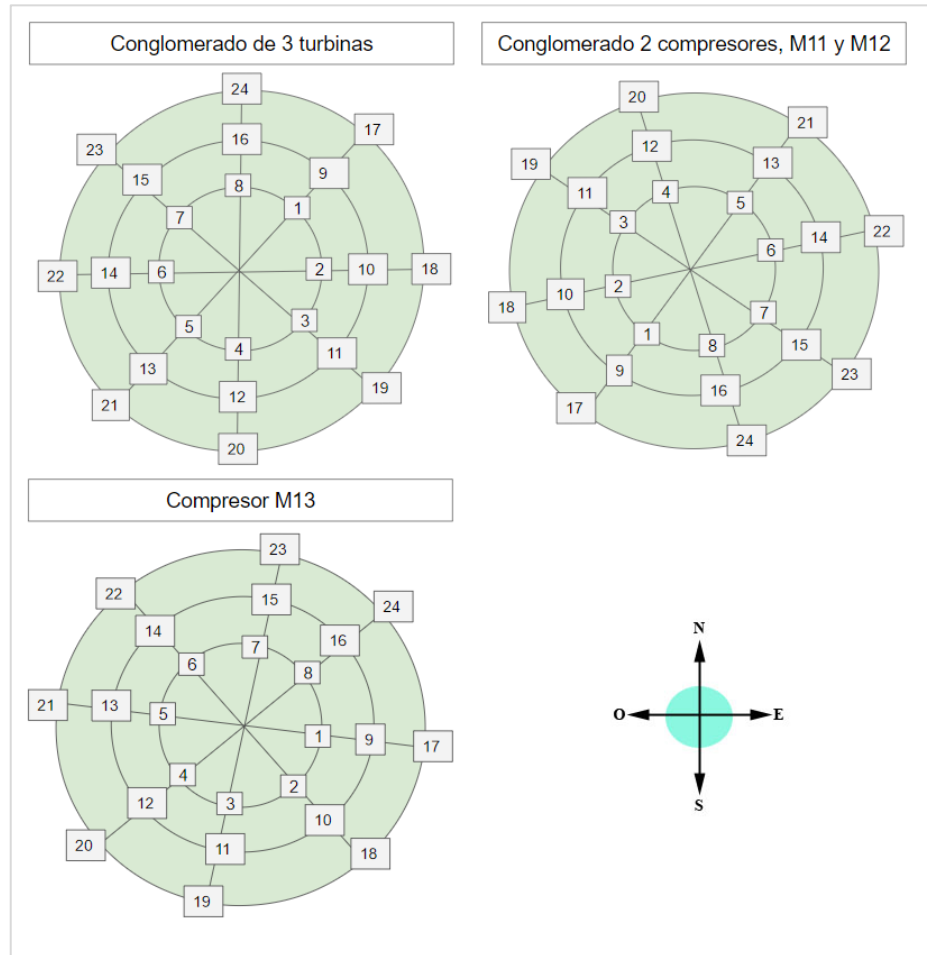


Figura VII-3. Diagrama de araña sobre la distribución de los puntos de medición para las fuentes emisoras de ruido

### 1.7.2. Revisión previa de las especificaciones del equipo de muestreo

- Utilizar un sonómetro convencional con bandas de octava.
- Verificar que instrumento tenga un certificado de calibración que no supere los dos años. Esto de acuerdo con las especificaciones que se brindan en el certificado de la calibración inicial del equipo.

#### 1.7.3. Configuraciones del equipo de muestreo

- Configurar el equipo de medición en respuesta *fast* y escala de ponderación en A.

#### 1.7.4. Verificación del equipo previo al inicio de las mediciones

- Realizar la verificación del equipo en campo. Antes de iniciar la verificación, acoplar el pistófono al sonómetro. Luego, encender el pistófono. Por último, encender el sonómetro, dirigirse a la pantalla de “calibración” del sonómetro y ajustar los valores a 114,0 decibeles (A).
- Las consideraciones establecidas en el punto anterior son parte del manual de usuario del sonómetro SoundPro SE/DL (PCE, s.f.).

#### 1.7.5. Obtención de los datos

- Por cada máquina o su conglomerado, realizar las mediciones en los puntos físicamente posibles, acatando la secuencia de numeración de la figura VII-3.
- Cada medición, por punto, deberá tener una duración de 30 segundos.
- Registrar los datos en la bitácora de muestreo del apéndice diez.
- Para cada evaluación, iniciar en el punto uno y terminar en el punto 24.
- Los círculos concéntricos indican la ubicación de estas marcas a uno, dos y tres metros de distancia de la máquina o el respectivo conglomerado.
- En caso de no se pueda realizar una medición, anotar la observación respectiva en la bitácora de muestreo del apéndice diez.
- Anotar en la columna de observaciones (Apéndice 10), aquellas situaciones o eventos que interfieran con los niveles de ruido presentes al momento de las mediciones.

#### 1.7.6. Barrido por frecuencias

- Seleccionar el punto con el NPS más alto. Para los siguientes pasos, este valor se considera como punto crítico.
- Realizar un barrido por frecuencias en el punto crítico.
- Integrar los valores en un periodo de un minuto.

#### 1.7.7. Verificación del equipo durante las mediciones

- Al final de las mediciones, realizar la verificación del equipo mediante un pistófono, tal como se indica en el punto 1.7.4.
- Anotar en la bitácora de muestreo, el NPS obtenido al realizar la calibración.

#### 1.7.8. Análisis de los datos

- Transcribir los datos iniciales obtenidos en hoja de cálculo “Medición puntual en fuente”, específicamente, en el cuadro “Datos medición puntual de la fuente”. Posteriormente, se deberán incluir los datos del barrido por frecuencias en el cuadro “Registro de los NPS críticos por frecuencia, según la máquina/conglomerado” (Apéndice 13).
- Elaborar un diagrama de araña, tal como el que se representa en la figura VII-3, del punto 1.7.1.
- Codificar cada punto de medición con un color, para lo cual:
  - Rojo:  $\overline{L_p} \geq 80$  decibeles (A).
  - Amarillo:  $75 \text{ decibeles (A)} \leq \overline{L_p} < 80$  decibeles (A).
  - Verde:  $\overline{L_p} < 75$  decibeles (A).
- En cuanto a la interpretación de criterios seleccionados para los colores, el rojo implica un nivel crítico, donde se necesita la intervención inmediata con medidas de control. El color amarillo indica un nivel de alarma, donde se recomienda aplicar dichas medidas. Mientras tanto, el color verde refiere a un nivel de ruido aceptable.

#### 1.7.9. Comparación de los resultados

- Comparar los NPS obtenidos por frecuencia, según la máquina o el respectivo conglomerado.
- Si los NPS aumentaron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados. Además, se deberá proponer controles ingenieriles en los sectores o partes de la máquina que contribuyen mayormente al ruido emitido. Del mismo modo, si los NPS superan los 80 decibeles (A) (para efectos del proyecto, hace referencia a un nivel crítico), se deberá analizar los posibles

factores que conllevaron a estos resultados y generar las oportunidades de mejora correspondientes.

- Si los NPS disminuyeron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados. Asimismo, se deberá dar seguimiento a las medidas que beneficien una reducción de los NPS.

#### 1.7.10. Informe de resultados

- El departamento de Salud Ocupacional se encargará de generar un informe de resultados que incluya los hallazgos sobre la evaluación de la exposición, análisis de la información, las conclusiones y las medidas de mejora para la disminución de los NPS. Para ello, se cuenta con la plantilla “Formulario para el informe de resultados de las evaluaciones de exposición al ruido”, del apéndice 14.
- Se contará con un periodo de una semana a partir de la obtención de los resultados, para elaborar el informe.
- Este informe se presentará a la Gerencia General.

### 1.8. Instrucciones evaluación de la exposición ocupacional al ruido

#### 1.8.1. Selección de los puestos

- Utilizar como referencia la guía de la INTE/ISO 9612 (ISO, 2016a), con una estrategia de muestreo por tareas.
- Seleccionar los puestos de trabajo a evaluar por área, según lo indica la figura VII-4. Estos se localizan alrededor de:
  - Tanque de lavado de chayote y sección inicial de la banda transportadora, en el área sucia.
  - Banda transportadora en el área limpia.
  - Máquinas de armado de cartón.
  - Mesa de trabajo en el área de muestras.

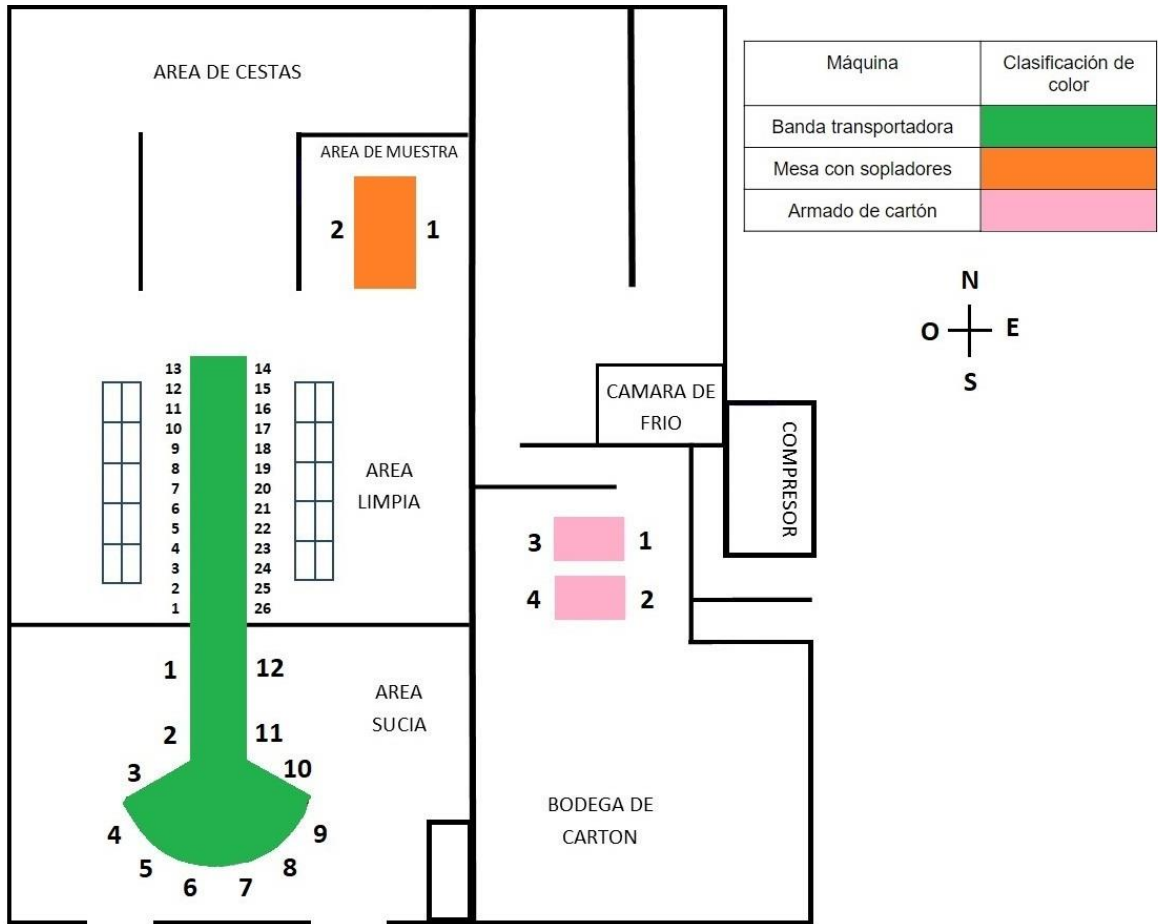


Figura VII-4. Ubicación espacial de los puestos para la medición de la exposición ocupacional al ruido

- Para establecer un número de muestra, seleccionar la cantidad total de trabajadores por área, conforme a la figura VII-4, y calcular la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z\alpha^2 N p q}{i^2 (N - 1) + Z\alpha^2 N p q}$$

Donde:

Z $\alpha$ : Para un nivel de confianza del 95%, se emplea el coeficiente z = 1.96;  
 N: Población por área; P: 0,5; q (1-p): 0,95; i: Porcentaje de error del 5 %; n: Cantidad de muestras.

#### 1.8.2. Revisión previa de las especificaciones del equipo de muestreo

- Utilizar un audio dosímetro.

- Verificar que el instrumento tenga un certificado de calibración que no supere los dos años. Esto de acuerdo con las especificaciones que se brindan en el certificado de la calibración inicial del equipo.
- 1.8.3. Configuraciones del equipo de muestreo
- Configurar el equipo de medición en respuesta *slow* y escala de ponderación en A.
- 1.8.4. Verificación del equipo previo al inicio de las mediciones
- Realizar la verificación del equipo en campo. Antes de iniciar la verificación, insertar el micrófono del audio dosímetro en el orificio del pistófono. Luego, encender el pistófono. Por último, encender el audio dosímetro, dirigirse a la pantalla de “calibración” de este equipo y ajustar los valores a 114,0 decibeles (A).
  - Las consideraciones establecidas en el punto anterior son parte del manual de usuario del audio dosímetro Extech, modelo SL355 (Extech, 2017).
- 1.8.5. Colocación del equipo al trabajador
- Previo a la colocación del equipo, comunicar al trabajador el motivo de la evaluación, así como la función y los cuidados que deberá tener con el equipo.
  - Colocar el equipo en el cinturón del pantalón del colaborador.
  - Situar el micrófono a cuatro milímetros por encima del hombro, a una distancia de diez centímetros (como mínimo) de la entrada del canal auditivo externo más expuesto.
  - Utilizar prensas o cinta adhesiva para fijar el micrófono y el cable, de manera que no interfiera con las actividades laborales de la persona.
- 1.8.6. Obtención de los datos
- Realizar tres mediciones por trabajador. Cada una deberá tener una duración mínima de cinco minutos. Lo anterior, según la estrategia de muestreo por tareas, la cual se establece en la norma INTE/ISO 9612.
  - Los resultados obtenidos se anotan en la bitácora de muestreo (Apéndice 11).



- Registrar las tareas implementadas por el individuo, las condiciones de trabajo, así como aquellas situaciones o eventos que interfieran con los niveles de ruido presentes al momento de las mediciones.
- Al finalizar la toma de datos por trabajador se debe revisar el conjunto de datos. Si este tiene una diferencia de tres decibeles, es posible: a) Realizar tres mediciones adicionales de la tarea; b) Subdividirse la tarea en otras; c) Realizar mediciones con una duración más larga.

#### 1.8.7. Verificación del equipo durante las mediciones

- Al final de la toma de mediciones por cada trabajador, realizar la verificación del equipo mediante un pistófono, tal como se indica en el punto 1.8.4.
- Anotar en la bitácora de muestreo, el NPS obtenido al realizar la calibración.

#### 1.8.8. Análisis de los datos

- Transcribir la información en la hoja de cálculo “Audio dosimetrías”, específicamente, en el cuadro “NPS para la exposición ocupacional al ruido” (Apéndice 13).
- En el documento anterior, se realizan los cálculos sobre los NPS percibidos durante la tarea, para una jornada de trabajo, así como el NPS continuo equivalente para una jornada ponderada. Las fórmulas respectivas se muestran a continuación:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración “T”; i: Número de una muestra de la tarea “m”; I: Número total de muestras de la tarea “m”

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left( \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea “m” según indica la ecuación;  $\overline{T_m}$ : Media aritmética de la duración de la tarea “m”;  $T_0$ : Duración de referencia,  $T_0 = 8$  horas

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{dB}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,mi}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea “m”

- Tras los cálculos anteriores, se realiza una codificación por colores de cada NPS continuo equivalente ponderado A para la tarea “m”. Este criterio se describe a continuación:
  - Rojo:  $\overline{L_p} \geq 80$  decibeles (A).
  - Amarillo:  $75 \text{ decibeles (A)} \leq \overline{L_p} < 80$  decibeles (A).
  - Verde:  $\overline{L_p} < 75$  decibeles (A).
- En cuanto a la interpretación de criterios seleccionados para los colores, el rojo implica un nivel crítico, donde se necesita la intervención inmediata con medidas de control. El color amarillo indica un nivel de alarma, donde se recomienda aplicar dichas medidas. Mientras tanto, el color verde refiere a un nivel de ruido aceptable.

#### 1.8.9. Comparación de los resultados

- Comparar cada NPS continuo equivalente ponderado A para la tarea “m” con los resultados obtenidos en la evaluación anterior.
  - Si los NPS aumentaron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, se deberá analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados. Además, se deberá proponer controles ingenieriles y administrativos en los puestos donde se presentaron niveles críticos
- Del mismo modo, si los NPS superan los 80 decibeles (A) (para efectos del proyecto, hace referencia a un nivel crítico), se deberá analizar los posibles

factores que conllevaron a estos resultados y generar las oportunidades de mejora correspondientes.

- Si los NPS disminuyeron respecto a los valores obtenidos en la evaluación anterior, se deberá analizar los posibles factores que conllevaron a estos resultados. Asimismo, se deberá dar seguimiento a las medidas que beneficien una reducción de los NPS.

#### 1.8.10. Informe de resultados

- El departamento de Salud Ocupacional se encargará de generar un informe de resultados que incluya los hallazgos sobre la evaluación de la exposición, análisis de la información, las conclusiones y las medidas de mejora para la disminución de los NPS. Para ello, se cuenta con la plantilla “Formulario para el informe de resultados de las evaluaciones de exposición al ruido”, del apéndice 14.
- Se contará con un periodo de una semana a partir de la obtención de los resultados, para elaborar el informe.
- Este informe se presentará a la Gerencia General.

## **2. Propuestas de controles ingenieriles**

### **2.1. Propósito**

Disminuir los niveles de presión sonora que llegan a las áreas de trabajo de la planta de producción.

### **2.2. Alcance**

Brindar alternativas de control ingenieril, las cuales disminuyan los niveles de presión sonora que se transmiten a las áreas de trabajo en la planta de producción.

### **2.3. Responsables**

- Encargado del departamento de Salud Ocupacional: Deberá aplicar y evaluar la efectividad de los controles ingenieriles. Además, deberá coordinar las medidas de mejora con la Sección de Mantenimiento y Reparación.
- Gerencia General: Serán responsables de aprobar las medidas de mejora que indique el encargado de Salud Ocupacional. Asimismo, deberán asignar los recursos necesarios para la implementación de estas.
- Sección de Mantenimiento y Reparación: Serán responsables de acatar las instrucciones brindadas por el encargado de Salud Ocupacional, para llevar a cabo la propuesta de control ingenieril.

### **2.4. Metas**

- Que las medidas de control ingenieril reduzcan hasta un límite máximo de 80 decibeles (A) el ruido a nivel ambiental que llega a las áreas de trabajo en la planta de producción.

### **2.5. Opción 1: Encerramiento con material acústico para el cuarto de compresores**

### 2.5.1. Características del diseño

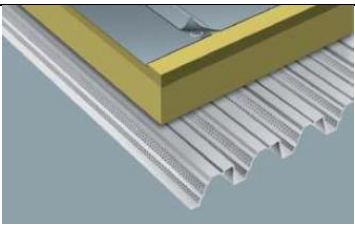
La propuesta consiste en realizar un encerramiento para el cuarto de compresores. Para ello, se considera emplear placas de lana mineral de roca volcánica Rockwool, para recubrir las paredes de concreto, la puerta de metal y una ventana de plástico.

Esta última es una estructura cubierta con una lámina de plástico, la cual tiene vista al exterior de la planta de producción, específicamente hacia una plantación de chayotes. Debido a que dicha ventana no tiene una función específica, es posible recubrirla de material acústico.

Por otro lado, se considera utilizar un material de menor densidad, siendo éste el denominado lana de roca Ekla® Th 40, para recubrir el techo de metal.

### 2.5.2. Especificaciones técnicas de los materiales

Cuadro VII-6. Especificaciones del material lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada Rockwool


Representación gráfica	Características	Ubicación
	<ul style="list-style-type: none"><li>-Medidas de la placa: (600 x 600 x 50) mm</li><li>-Densidad: 74 kilogramos por metro cúbico</li><li>-Absorción acústica ponderado: 0,9*</li><li>-Compuesto por materiales inorgánicos, son inertes</li><li>-Material incombustible, resistente hasta 1000 °C</li><li>-Clasificación A1 en las Euroclases</li><li>-Impide el desarrollo de microorganismos</li><li>-Es 100 % natural y no envejece</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Recubrimiento para el 100 % de las cuatro paredes de concreto</li><li>-Recubrimiento para el 100 % de la ventana de plástico</li><li>-Recubrimiento para el 100 % de la puerta de malla</li></ul>

\*Los coeficientes de absorción acústica para este material se indican en el anexo nueve.

Fuente: Rockwool, 2017

Tal como se indica en el cuadro VII-6, la propuesta consiste en implementar un recubrimiento de este material (lana mineral de roca volcánica Rockwool) en un 100 % de las paredes de concreto, en un 100 % de la puerta metálica y en un 100 % de la ventana de plástico.

Cuadro VII-7. Especificaciones del material lana de roca Rockfon® Ekla® Th 40

Representación gráfica	Características	Ubicación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Medidas de la placa: (1200 x 1200 x 40) mm</li> <li>-Densidad: 65 kilogramos por metro cúbico</li> <li>-Absorción acústica ponderado: 1*</li> <li>-Compuesto por materiales inorgánicos, son inertes</li> <li>-Material incombustible, el punto de fusión sobrepasa los 1000 °C</li> <li>-Clasificación A1 en las Euroclases</li> <li>-Impide el desarrollo de microorganismos</li> </ul>	-Recubrimiento para el 100 % del techo de metal
*Los coeficientes de absorción acústica para este material se indican en el anexo diez.		

Fuente: Rockfon, 2018; Rockfon, s.f.

Adicionalmente, en el cuadro VII-7 se presenta el recubrimiento de lana de roca Rockfon, con un menor espesor, para el 100 % del techo metálico.

### 2.5.3. Cálculos del encerramiento

Tras los cambios mencionados, el cálculo de las variables acústicas para el encerramiento se muestra a continuación.

Cuadro VII-8. Cálculos para el diseño de la propuesta uno

Variables acústicas	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
NPS compresores (dB(A))	71,7	81,3	89,8	84,8	79,3	78,6
NR (dB(A))	-3,3	6,3	14,8	9,8	4,3	3,6
TL Req (dB(A))	-2,72	7,39	19,97	9,80	4,30	3,60
NPS con modificaciones (dB(A))	73,98	78,91	74,83	80,00	80,00	80,00

\*NR=Nivel de reducción, TL Req=Pérdida por transmisión requerida con ranuras.

La organización cuenta con un valor meta o NPS deseado de 80 decibeles (A). Por su parte, es posible observar que los compresores emiten NPS superiores a este valor en la frecuencia de 500 Hertz.

Tras las modificaciones propuestas, los NPS con modificaciones se ubican bajo los 80 dB(A) en todas las frecuencias. Esto implica que los materiales usados para el encerramiento presentan suficiente absorción acústica para disminuir los NPS hasta el valor deseado.

#### 2.5.4. Diseño del encerramiento

En la figura VII-5, se indica la representación gráfica del encerramiento en tres dimensiones.

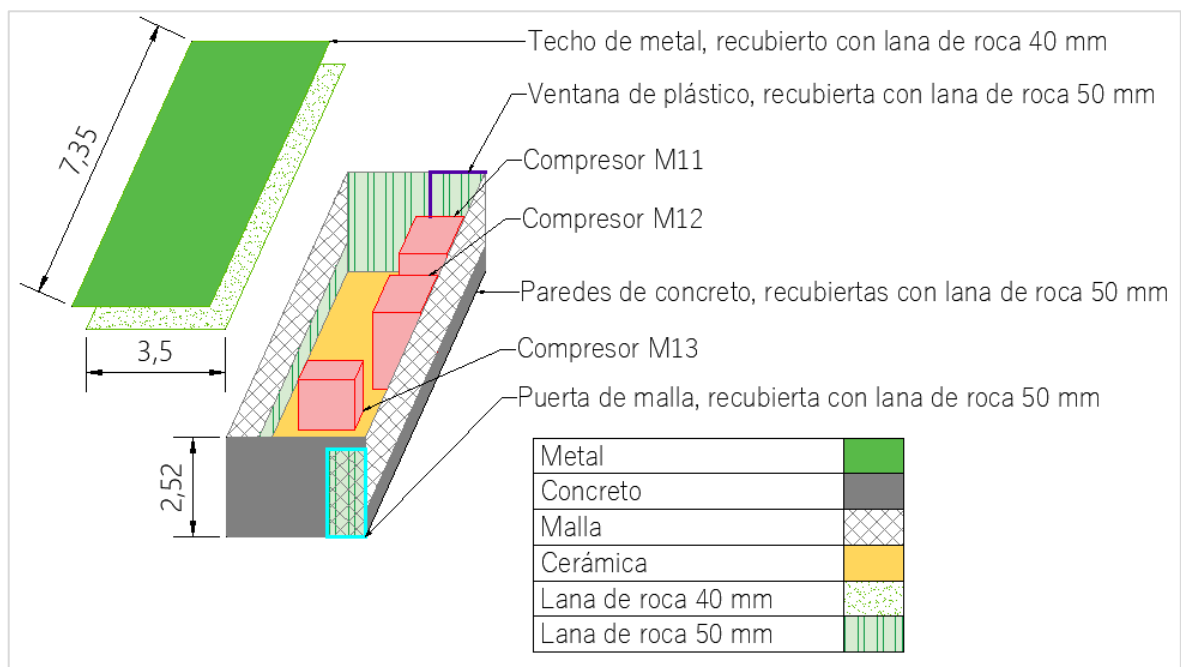


Figura VII-5. Diseño de la propuesta uno de encerramiento con material acústico para el cuarto de compresores

En la figura anterior se muestran las dimensiones generales del encerramiento, en metros, así como la ubicación de los compresores. Estos se encuentran separados cada uno entre sí a una distancia de cero coma seis metros. Asimismo, se indican las especificaciones de las estructuras y su respectivo recubrimiento.

### 2.5.5. Costos asociados a la propuesta

Cuadro VII-9. Costos asociados a la propuesta uno

<b>Material</b>	<b>Cantidad de placas</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Costos (€)</b>
Placas de lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada Rockwool Dimensiones: (600 x 600 x 50) mm	124	Rockwool	657.544,62
Placas de lana de roca Rockfon® Ekla® Th 40 Dimensiones: (1200 x 1200 x 40) mm	18	Rockfon	682.534,51
Mano de obra		ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.	0,00
<b>Costo total</b>			<b>1.340.079,13</b>

Fuente: Rockfon, 2017; Rockwool, 2021

Con base en el cuadro VII-9, se incluye el precio neto de las placas requeridas para recubrir la estructura del encerramiento. Por su parte, se cuenta con la Sección de Mantenimiento y Reparación, para brindar la mano de obra.

### 2.6. Opción 2: Encerramiento con materiales acústicos y reducción de la superficie de transmisión sonora para el cuarto de compresores

#### 2.6.1. Características del diseño

Se propone realizar un encerramiento para el cuarto de compresores. Para ello, se considera usar placas de lana mineral de roca volcánica Rockwool, para recubrir un porcentaje de las paredes de malla, así como la totalidad de las paredes de concreto, la puerta de metal y la ventana de plástico.

Esta última es una estructura cubierta con una lámina de plástico, la cual tiene vista al exterior de la planta de producción, específicamente hacia una plantación de chayotes. Debido a que dicha ventana no tiene una función específica, es posible recubrirla de material acústico.



Por otra parte, se considera utilizar un material de menor densidad, siendo éste el denominado lana de roca Ekla® Th 40, para recubrir el techo de metal.

### 2.6.2. Especificaciones técnicas de los materiales

La propuesta consiste en implementar un recubrimiento de lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada, marca Rockwool, en un 40 % de las paredes de malla, en un 100 % de las paredes de concreto, en un 100 % de la puerta metálica y en un 100 % de la ventana de plástico. Las especificaciones del material se indican en el cuadro VII-6.

Adicionalmente, se pretende implementar un recubrimiento de lana de roca, marca Rockfon, con un menor espesor, para el 100 % del techo metálico. Las especificaciones del material se indican en el cuadro VII-7.

### 2.6.3. Cálculos del encerramiento

Tras las variaciones mencionadas, el cálculo de las variables acústicas para el encerramiento se muestra a continuación.

Cuadro VII-10. Cálculos para el diseño de la propuesta dos

Variables acústicas	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
<b>NPS compresores (dB(A))</b>	71,7	81,3	89,8	84,8	79,3	78,6
<b>NR (dB(A))</b>	-3,3	6,3	14,8	9,8	4,3	3,6
<b>TL Req (dB(A))</b>	-1,72	7,93	19,93	10,85	3,29	2,42
<b>NPS con modificaciones (dB(A))</b>	74,98	78,37	74,87	78,95	81,01	81,18

\*NR=Nivel de reducción, TL Req=Pérdida por transmisión requerida con ranuras.

La empresa cuenta con un valor meta o NPS deseado de 80 decibeles (A). Por su parte, es posible observar que los compresores emiten NPS superiores a este valor en la frecuencia de 500 Hertz.

Al realizar los cálculos para la segunda propuesta de diseño, los NPS con modificaciones se ubican bajo los 80 dB(A) en las frecuencias de 125 Hertz, 250 Hertz, 500 Hertz (crítica) y 1.000 Hertz. Esto implica que los materiales usados para el encerramiento presentan suficiente absorción acústica para disminuir los NPS hasta el valor deseado, en dichas frecuencias.

La ventaja de esta propuesta radica en que, un 40 % del área de malla se recubre con material absorbente acústico. Gracias a ello, se disminuye la transmisión de las ondas sonoras hacia las áreas colindantes.

#### 2.6.4. Diseño del encerramiento

En la figura VII-6, se indica la representación gráfica del encerramiento en tres dimensiones.

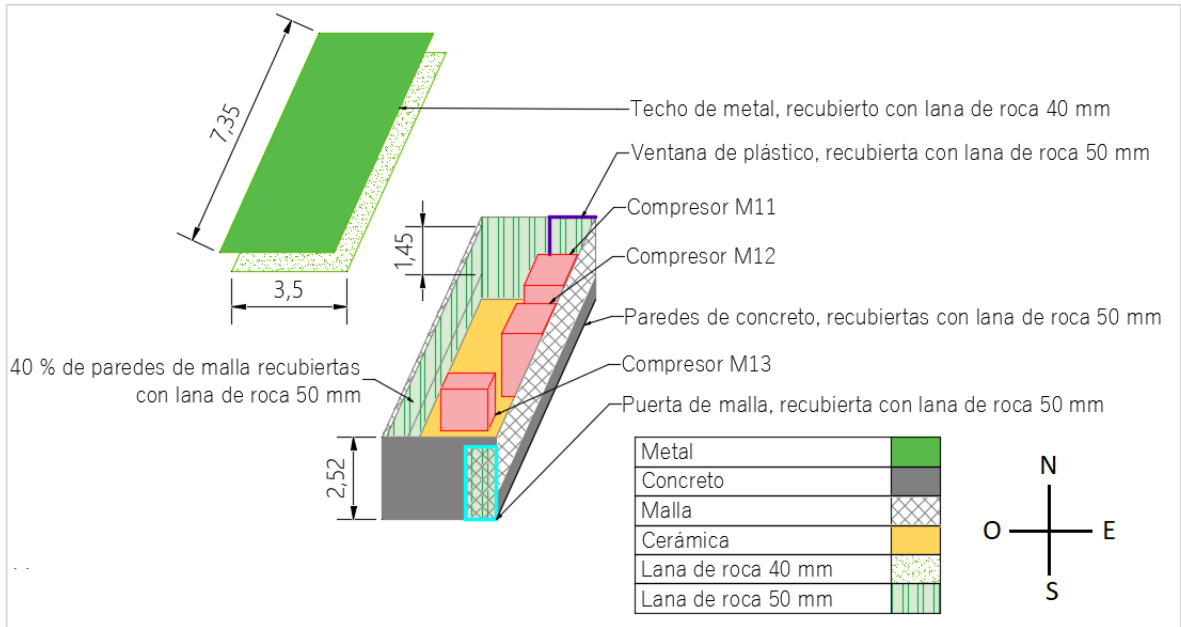


Figura VII-6. Diseño de la propuesta dos de encerramiento con materiales acústicos y reducción de la superficie de transmisión sonora para el cuarto de compresores

En la figura anterior se muestran las dimensiones generales del encerramiento, en metros, así como la ubicación de los compresores. Estos se encuentran separados cada uno entre sí a distancia de cero coma seis metros. Asimismo, se indican las especificaciones de las estructuras y su respectivo recubrimiento.

La mejora consistió en recubrir un 40 % de la pared de malla, con lana de roca de 50 milímetros, lo cual equivale a 10,74 metros cuadrados. Se implementó esta medida en la pared al oeste de las máquinas, dado que, en ese punto, se presentó el mayor NPS emitido por los compresores M11 y M12 (93,2 dB(A)). El 60 % restante de la pared de malla no se modificó, es decir, permaneció con el mismo

material. El objetivo de esto fue compensar las necesidades de ventilación y temperatura de los tres compresores.

#### 2.6.5. Costos asociados a la propuesta

Cuadro VII-11. Costos asociados a la propuesta dos

<b>Material</b>	<b>Cantidad de placas</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Costos (€)</b>
Placas de lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada Rockwool Dimensiones: (600 x 600 x 50) mm	160	Rockwool	841.991,96
Placas de lana de roca Rockfon® Ekla® Th 40 Dimensiones: (1200 x 1200 x 40) mm	18	Rockfon	682.534,51
Mano de obra		ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.	0,00
<b>Costo total</b>			<b>1.524.526,47</b>

Con base en el cuadro VII-11, se incluye el precio neto de las placas requeridas para recubrir la estructura del encerramiento. Por su parte, se cuenta con la Sección de Mantenimiento y Reparación, para brindar la mano de obra.

#### 2.7. Opción 3: Encerramiento con materiales acústicos y diseño de barreras acústicas para el cuarto de compresores

##### 2.7.1. Características del diseño

Se propone expandir el área constructiva del local y posterior a esto, diseñar el encerramiento. Se cuenta con placas de lana mineral de roca volcánica Rockwool, para recubrir la totalidad de las paredes de concreto, la puerta de metal y la ventana de plástico.

Esta última es una estructura cubierta con una lámina de plástico, la cual tiene vista al exterior de la planta de producción, específicamente hacia una plantación de chayotes. Debido a que dicha ventana no tiene una función específica, es posible recubrirla de material acústico.

Además, se tiene un material de menor densidad, siendo este el denominado lana de roca Ekla® Th 40, para recubrir el techo de metal.

Adicionalmente, se propone el diseño de una barrera acústica por cada compresor M11 y M12 (dos barreras en total), para intervenir el paso de las ondas sonoras hacia el resto de la planta de producción.

### 2.7.2. Especificaciones técnicas de materiales

La propuesta consiste en implementar un recubrimiento de lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada, marca Rockwool, en la totalidad de las paredes de concreto, la puerta metálica y la ventana de plástico.

Además, se coloca un recubrimiento de este material con características acústicas en cada una de las barreras de concreto. Las especificaciones del material se indican en el cuadro VII-6.

Adicionalmente, se pretende implementar un recubrimiento de lana de roca, marca Rockfon, con un menor espesor, para el 100 % del techo metálico. Las especificaciones del material se indican en el cuadro VII-7.

### 2.7.3. Cálculos del encerramiento

Tras los cambios mencionados, el cálculo de las variables acústicas para el encerramiento se muestra a continuación.

Cuadro VII-12. Cálculos para el diseño de la propuesta tres

Variables acústicas	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
<b>NPS compresores (dB(A))</b>	71,7	81,3	89,8	84,8	79,3	78,6
<b>NR (dB(A))</b>	-3,3	6,3	14,8	9,8	4,3	3,6
<b>TL Req (dB(A))</b>	-2,25	7,25	18,80	9,44	1,86	1,00
<b>NPS con modificaciones (dB(A))</b>	74,45	79,05	76,00	80,36	82,44	82,60

\*NR=Nivel de reducción, TL Req=Pérdida por transmisión requerida con ranuras.

La empresa cuenta con un valor meta o NPS deseado de 80 decibeles (A). Por su parte, es posible observar que los compresores emiten NPS superiores a este valor en la frecuencia de 500 Hertz.

Tras los cálculos para la tercera propuesta de diseño, los NPS con modificaciones se ubican bajo los 80 dB(A) en las frecuencias de 125 Hertz, 250 Hertz y 500 Hertz.

#### 2.7.4. Cálculos de las barreras acústicas

Para cada compresor M11 y M12, se proponen tres opciones de barreras acústicas, cada una con diferente altura. Las especificaciones sobre el cálculo de las propuestas se muestran a continuación.

Cuadro VII-13. Cálculos para las propuestas de barreras acústicas con diferentes alturas

Variables acústicas de la propuesta 1	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
Altura efectiva H (m)	1	1	1	1	1	1
Reducción de ruido (dB(A))	8,3	8,4	8,3	8,5	8,5	8,5
NPS con modificaciones (dB(A))	66,15	70,65	67,70	71,86	73,94	74,10
Variables acústicas de la propuesta 2	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
Altura efectiva H (m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Reducción de ruido (dB(A))	9	9,5	9,4	9,6	9,7	9,7
NPS con modificaciones (dB(A))	65,45	69,55	66,60	70,76	72,74	72,90
Variables acústicas de la propuesta 3	Frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
Altura efectiva H (m)	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
Reducción de ruido (dB(A))	9	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
NPS con modificaciones (dB(A))	65,45	68,55	65,50	69,86	71,94	72,10

\*Altura efectiva=Diferencia de altura entre la barrera y la máquina.

Como se puede observar en el cuadro anterior, las tres propuestas de barreras acústicas reducen los NPS hasta valores inferiores a 75 decibeles (A), en todas las frecuencias. Esto indica que los NPS se encuentran en un nivel de ruido aceptable, de acuerdo con los criterios especificados para el proyecto.

Se destaca que la tercera propuesta de barrera acústica presenta la mayor reducción del ruido (valores subrayados en color verde). De tal forma, los NPS se

encuentran bajo los 70 decibeles (A) en las frecuencias de 125 Hertz, 250 Hertz, 500 Hertz (crítica) y 1.000 Hertz.

### 2.7.5. Diseño del encerramiento y la barrera acústica

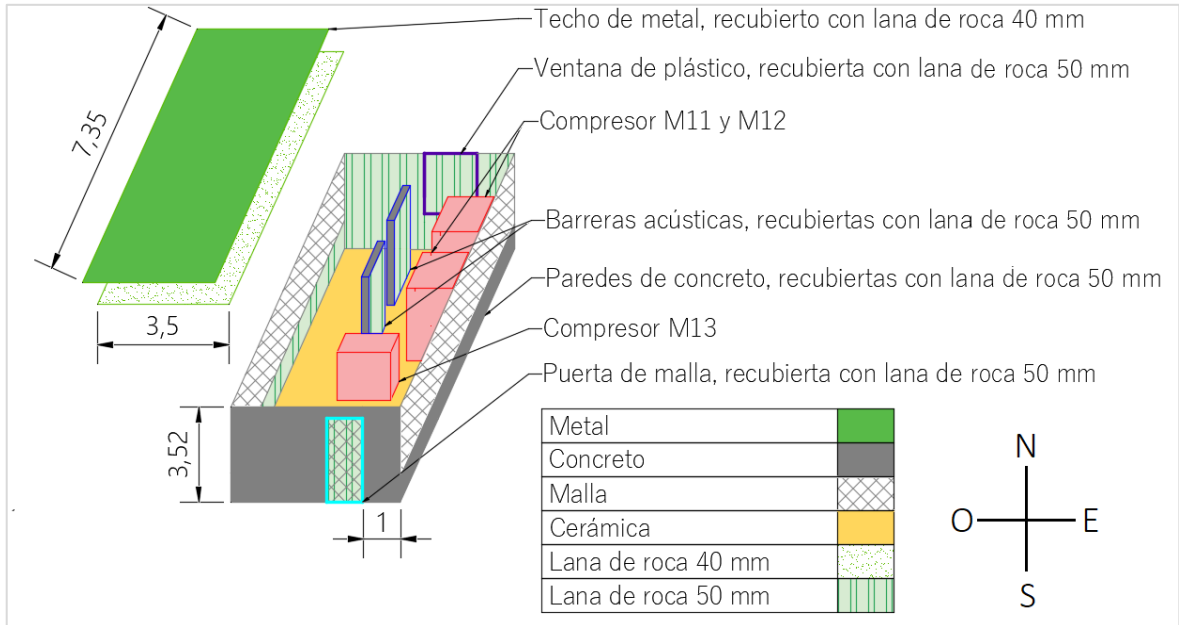


Figura VII-7. Diseño de la propuesta tres de encerramiento con materiales acústicos y diseño de barreras acústicas para el cuarto de compresores

En la figura anterior se muestran las dimensiones generales, en metros, de los elementos constructivos del encerramiento, así como los respectivos materiales acústicos que lo recubren.

Tal como se puede observar, se propuso expandir el local un metro hacia el este, se aumentó en un metro la altura de todo el local y se hizo una reubicación de los compresores M11 y M12. No se intervino el compresor M13, dado a que no presentó problemas con los NPS reportados en la evaluación puntual de la fuente.

El conjunto de los compresores M11 y M12 presentó su mayor NPS al noroeste (Figura IV-13), por lo cual, se establecieron barreras acústicas en esa dirección. Esto para reducir el ruido transmitido a través de la estructura de malla.

Además, cada barrera se recubrió con lana mineral de roca volcánica Rockwool en el lado que se encuentra frente a la fuente, para mejorar la absorción acústica. Las especificaciones de las barreras acústicas se muestran a continuación.

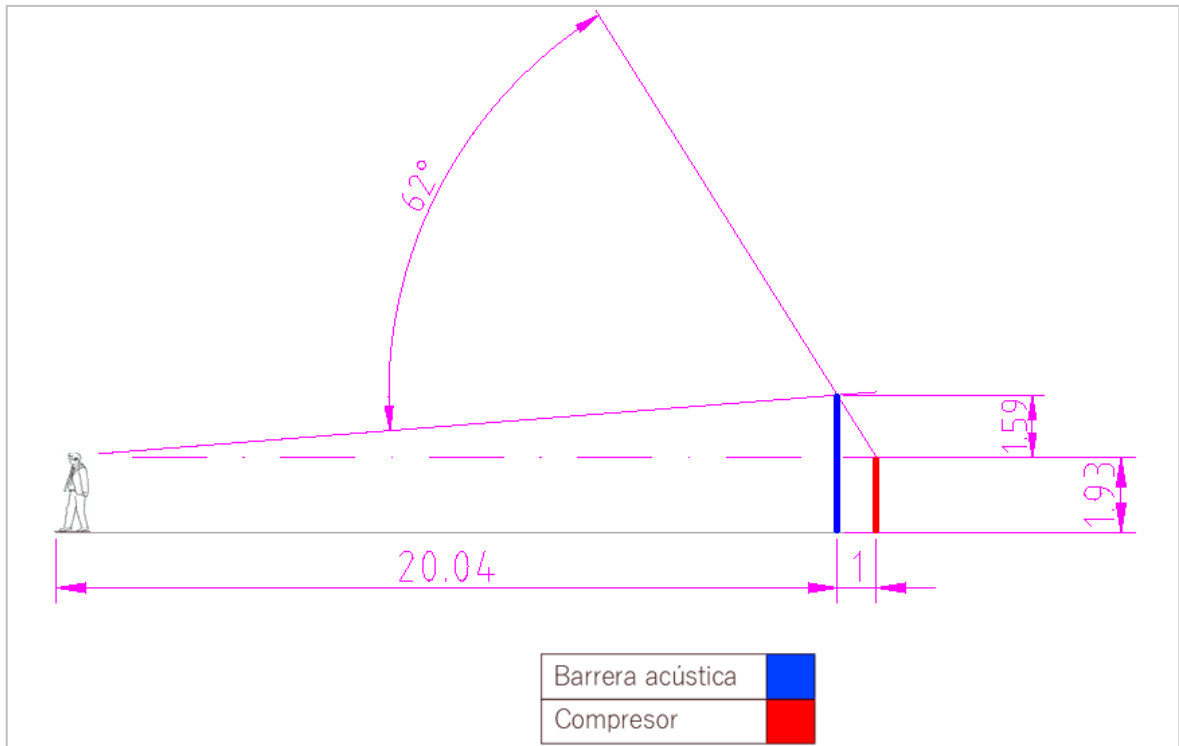


Figura VII-8. Diseño de la barrera acústica

Se cuenta una barrera acústica por cada compresor, cada una establecida a un metro de separación de la máquina y a 20,04 metros del receptor. Ésta tiene una altura de tres coma cincuenta y dos metros, lo cual permitió formar un ángulo de deflexión de 62°.

#### 2.7.6. Costos asociados a la propuesta

Cuadro VII-14. Costos asociados a la propuesta tres

Material	Cantidad de placas	Proveedor	Costos (€)
Placas de lana mineral de roca volcánica sobre chapa metálica perforada Rockwool Dimensiones: (600 x 600 x 50) mm	156	Rockwool	820.914,25
Placas de lana de roca Rockfon® Ekla® Th 40 Dimensiones: (1200 x 1200 x 40) mm	18	Rockfon	682.534,51
Materiales de construcción (concreto)		Constru Plaza	18.853,00

Mano de obra	ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.	0,00
<b>Costo total</b>		<b>1.522.301,76</b>

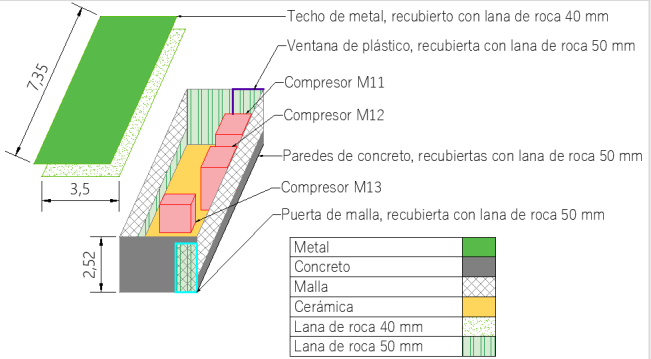
Fuente: Construplaza, 2021; Rockfon, 2017; Rockwool, 2021

Con base en el cuadro VII-14, se incluye el precio neto de las placas requeridas para recubrir la estructura del encerramiento y las barreras acústicas. Asimismo, se indica el costo de los materiales de construcción para expandir el local. Se cuenta con la Sección de Mantenimiento y Reparación, para brindar la mano de obra.

## 2.8. Resumen de las opciones de control ingenieril

De acuerdo con la información anterior, se proponen tres alternativas de control ingenieril diseñadas para disminuir los niveles de presión sonora provenientes del cuarto de compresores. El resumen de las opciones de control ingenieril se describe a continuación.

Cuadro VII-15. Resumen de las opciones de control ingenieril

Opción de control	Características	Representación gráfica
Opción 1	Se establece un encerramiento para el cuarto de compresores. A este, se le coloca recubrimiento con materiales acústicos en las paredes de concreto, ventana de plástico, puerta de malla y techo de metal.	



<p>Opción 2</p>	<p>Se establece un encerramiento para el cuarto de compresores. A este, se le coloca recubrimiento con materiales acústicos en las paredes de concreto, ventana de plástico, puerta de malla, techo de metal y un 40 % de las paredes de malla.</p>	
<p>Opción 3</p>	<p>Se establece un encerramiento para el cuarto de compresores. A este, se le coloca recubrimiento con materiales acústicos en las paredes de concreto, ventana de plástico, puerta de malla y el techo de metal. Además, se propone una barrera acústica para el compresor M11 y otra para el compresor M12.</p>	

## 2.9. Comparación de las alternativas de control

Con el objetivo de conocer la propuesta de diseño más indicada, se implementó una matriz multicriterio. En esta se consideran los aspectos de la seguridad y salud, social y cultura, estándares, costos y ambiente. Además, se incluye el criterio de inocuidad debido a que, para la empresa, es obligatorio que cualquier cambio en la planta de producción se acople a los estándares de inocuidad con los que deben cumplir sus certificaciones de exportación agrícola.

Para la calificación por criterio, se utiliza una escala de puntuación del uno al tres, siendo así que la propuesta con mayor cantidad de puntos resulta la más factible para ser implementada por la organización. Esto se describe en el cuadro VII-16.

Cuadro VII-16. Escala de comparación para las alternativas ingenieriles

Puntuación	Seguridad y salud	Culturales y sociales	Estándares	Inocuidad	Costos	Ambiente
1	No se usa material acústico, ni con características incombustibles.	El trabajador necesita muchos conocimientos en el tema.	La propuesta no cumple con las recomendaciones mínimas del Decreto N° 10541-TSS.	Se usan materiales que promueven la proliferación de microorganismos.	Presenta el costo más alto entre las alternativas.	No reduce los NPS bajo 80 decibeles (A).
2	Se utiliza material acústico, pero no incombustible, o viceversa.	El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	La propuesta cumple con las recomendaciones mínimas del Decreto N° 10541-TSS.	Se usan materiales que, ante la humedad, proliferan microorganismos.	Presenta un costo intermedio entre las alternativas.	Reduce los NPS bajo 80 decibeles (A) en algunas frecuencias.
3	Se utiliza material acústico e incombustible.	El trabajador no necesita conocimientos en el tema.	La propuesta cumple con las recomendaciones mínimas del Decreto N° 10541-TSS y brinda opciones adicionales de control de ruido.	Se usan materiales no aptos para la proliferación de microorganismos. Resistentes a la humedad.	Presenta el costo más bajo entre las alternativas.	Reduce los NPS bajo 80 decibeles (A) en todas las frecuencias.

Cuadro VII-17. Matriz multicriterio sobre las propuestas de diseño

	Criterio de evaluación						Puntos totales
	Seguridad y salud	Culturales y sociales	Estándares	Inocuidad	Costos	Ambiente	
<b>Propuesta 1:</b> Encerramiento con recubrimiento de material acústico	Puntos: 3 Se utiliza el material lana de roca, acústico e incombustible.	Puntos: 3 El trabajador no necesita ningún conocimiento para adaptarse a la alternativa.	Puntos: 2 La propuesta cumple con las recomendaciones mínimas del Decreto N° 10541-TSS.	Puntos: 3 Se utiliza lana de roca como material que no promueve el desarrollo de microorganismos. Resistente a la humedad.	Puntos: 3 El costo total (₡1.340.079,13) incluye el recubrimiento con materiales acústicos.	Puntos: 1 Se presenta una reducción de los NPS bajo 85,87 decibeles (A) en todas las frecuencias, excepto a 250 Hertz.	15
<b>Propuesta 2:</b> Encerramiento con recubrimiento de material acústico y reducción en la estructura de malla	Puntos: 3 Se utiliza el material lana de roca, acústico e incombustible.	Puntos: 3 El trabajador no necesita ningún conocimiento para adaptarse a la alternativa.	Puntos: 2 La propuesta cumple con las recomendaciones mínimas del Decreto N° 10541-TSS.	Puntos: 3 Se utiliza lana de roca como material que no promueve el desarrollo de microorganismos. Resistente a la humedad.	Puntos: 1 El costo total (₡1.524.526,47) incluye el recubrimiento con materiales acústicos.	Puntos: 1 Se presenta una reducción de los NPS bajo 85,94 decibeles (A) en todas las frecuencias, excepto a 1.000 Hertz.	13
<b>Propuesta 3:</b>	Puntos: 3	Puntos: 2	Puntos: 3	Puntos: 3	Puntos: 2	Puntos: 3	16

Encerramiento con recubrimiento de material acústico y barreras para los compresores M11 y M12	Se utiliza el material lana de roca, acústico e incombustible.	El trabajador necesita pocos conocimientos para adaptarse a la alternativa.	La propuesta cumple con las recomendaciones del Decreto N° 10541-TSS. Además, brinda una segunda propuesta para la reducción del ruido.	Se utiliza lana de roca como material que no promueve el desarrollo de microorganismos. Resistente a la humedad.	El costo total (C\$1.522.301,76) incluye el recubrimiento con materiales acústicos, la expansión del local y las barreras.	Se presenta una reducción de los NPS bajo 75 decibeles (A) en todas las frecuencias.	
--	--	---	---	--	--	--	--

Fuente: Construplaza, 2021; Rockfon, 2017; Rockwool, 2021

De acuerdo con la información del cuadro VII-17, la tercera propuesta de diseño presenta la mayor cantidad de puntos (16 puntos en total). Por lo cual, resulta ser la más viable para ser implementada por la organización.

### **3. Propuestas de controles administrativos**

#### 3.1. Señalización en la planta de producción

##### 3.1.1. Propósito

Informar al personal sobre los riesgos a los que se expone, así como el equipo de protección auditiva (EPA) que se debe utilizar en el cuarto de compresores, con el fin de proteger su salud auditiva.

##### 3.1.2. Alcance

Implementar señales de acatamiento obligatorio, las cuales describan el equipo de protección auditiva requerido en un sitio determinado de trabajo.

##### 3.1.3. Responsables

- Encargado del departamento de Salud Ocupacional: Deberá designar el tipo, el material y la ubicación de la señalización. Asimismo, deberá coordinar la instalación y el mantenimiento de estas señales con la Sección de Mantenimiento y Reparación.
- Sección de Mantenimiento y Reparación: Serán responsables de instalar y dar mantenimiento a las señales implementadas.
- Gerencia General: Será responsable de aprobar los cambios y asignar el presupuesto para llevar a cabo las mejoras.
- Operario de planta encargado de la limpieza y desinfección: El operario en el puesto mencionado, deberá revisar periódicamente el estado y la limpieza de las señales.

##### 3.1.4. Metas

- Que los trabajadores acaten el 100 % de las instrucciones que indican la señalización.

##### 3.1.5. Propuesta de señalización

De acuerdo con las evaluaciones de la exposición a ruido, se establecen señales sobre el uso obligatorio e información del EPA en el cuarto de compresores. Conforme a la norma INTE 31-07-01:2016 (INTECO, 2016b), estas señales deberán tener un color de seguridad azul y un color de contraste blanco. La representación gráfica se indica a continuación.

Cuadro VII-18. Criterios de diseño para las señales de seguridad en el cuarto de compresores

Descripción de la señal	Especificaciones técnicas				
	Área de panel (m <sup>2</sup> )	Distancia de observación "d" (m)	Altura de observación (m)	Cantidad	Ubicación
Uso obligatorio del EPA	0,0125*	d<5	1,8	1	Pared externa del cuarto de compresores, a un lado de portón.
Representación gráfica de la señal					
<p>*De acuerdo con la norma INTE 31-07-01:2016 (INTECO, 2016b), para distancias menores a cinco metros, el área mínima de la señal es de 125 cm<sup>2</sup> o 0,0125 m<sup>2</sup>.</p> <p>*Los cálculos sobre las dimensiones de la señal se muestran en el apéndice 13.</p>					

Según el cuadro VII-18, se diseña una señal que puede ser visualizada a una distancia menor a cinco metros del observador. Se escogió dicha distancia, debido a que, frente al cuarto de compresores se encuentra un pasillo. El objetivo de esto es informar al personal sobre el uso obligatorio del EPA previo a que ingrese al cuarto de compresores.

La instalación de la señal estará a cargo de la Sección de Mantenimiento y Reparación. Por lo cual, deberán realizar una revisión mensual del estado, para evitar deterioros. Además de esto, el operario de planta encargado de la limpieza y

desinfección deberá revisar una vez a la semana la limpieza de la señal (Apéndice 15).

Se dispone que dicha señal indicada es de acatamiento obligatorio para todo trabajador a lo interno de la organización y el personal que preste sus servicios a la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A. En las siguientes secciones, se indican procedimientos que respaldan el manejo y uso del EPA.

### 3.2. Instrucciones para la administración del equipo de protección auditiva

#### 3.2.1. Propósito

Proporcionar las instrucciones técnicas requeridas para manejo y disposición del equipo de protección auditiva.

#### 3.2.2. Alcance

Se incluye el jefe encargado de la planta de producción, el encargado del personal, el personal de la planta de producción, los contratistas y los visitantes.

#### 3.2.3. Responsables

- Departamento de Salud Ocupacional: Se encargará de seleccionar y brindar el EPA a los jefes encargados para su administración. Además, deberán proveerle el EPA a los contratistas y visitantes.
- Jefes encargados: Se encargarán de manejar y proveer el EPA a los trabajadores. Además, cuando el encargado de Salud Ocupacional lo autorice, deberán brindarle el EPA a los contratistas y visitantes.
- Trabajadores de la planta de producción, contratistas, visitantes: Acatar las instrucciones en cuanto al uso, mantenimiento y cuidado del EPA.
- Gerencia General: Se encargarán de asignar el presupuesto para la compra de EPA.

#### 3.2.4. Metas

- Que un 100 % de los trabajadores acreedores de EPA den un correcto uso, mantenimiento y cuidado del EPA.

### 3.2.5. Instrucciones

#### 3.2.5.1. Designación de responsables

- Designar jefes encargados de manejar racional y efectivamente el equipo de protección auditiva. Estos deberán representar las siguientes áreas:
  - A. Encargado de la planta de producción
  - B. Encargado del personal
- El encargado de Salud Ocupacional deberá designar un encargado por área de trabajo, con conocimiento específico para impartir capacitaciones rápidas sobre el uso, manejo y mantenimiento del EPA a los trabajadores que reciban equipo por primera vez. Estas tendrán una duración máxima de cinco minutos.

#### 3.2.5.2. Distribución del equipo de protección auditiva

- El EPA que se le entregará a los trabajadores corresponde a los tapones auditivos. Mientras tanto, el equipo de préstamo hace referencia a las orejeras.
- Al inicio de la jornada de trabajo, el jefe encargado deberá impartir los tapones auditivos reutilizables a los trabajadores que lo soliciten. Debido a que los NPS en los puestos de trabajo evaluados no superan el valor límite permitido en la legislación (85 dB(A)), el uso de este equipo es voluntario.
- El jefe encargado prestará orejeras a los trabajadores que estén autorizados y requieran ingresar al cuarto de compresores.

#### 3.2.5.3. Registro de entrega y préstamo

- El jefe encargado deberá anotar en el formulario del apéndice 16, las especificaciones sobre la entrega del equipo de préstamo.
- Registrar la fecha de entrega y la fecha para la reposición de los protectores auditivos (conforme a la vida útil que especifique el fabricante) en el “Registro de entrega y reposición del equipo de protección auditiva” (Apéndice 16).

#### 3.2.5.4. Devolución del equipo de préstamo

- Tras el uso del equipo, el trabajador será responsable de aplicar las instrucciones de limpieza y desinfección del equipo, basadas en el punto 3.3. del apartado “3. Propuestas de controles administrativos”.



- El jefe encargado deberá anotar en el formulario del apéndice 16, las especificaciones sobre la devolución del equipo.

#### 3.2.5.5. Capacitaciones rápidas

- El encargado de Salud Ocupacional preparará la información correspondiente a las capacitaciones rápidas, para que esta sea impartida por los encargados de área.
- Los encargados de área brindarán capacitaciones rápidas a los trabajadores a quienes se les brinde EPA, así como aquellos que lo soliciten.
- Cada mes, el encargado de Salud Ocupacional brindará una capacitación global (a toda la población de la planta de producción) sobre las instrucciones asociadas al correcto uso, cuidados, mantenimiento e importancia del EPA.
- Registrar las capacitaciones brindadas en el “Registro de entrega y reposición del equipo de protección auditiva” del apéndice 16.
- La información de las capacitaciones que se comunique a los trabajadores deberá ser precisa y comprensible. Al mismo tiempo, deberá quedar por escrito mediante herramientas como afiches, folletos, etcétera. Para ello, se podrá hacer uso de la pizarra informativa que se ubica en la planta de producción.
- La información brindada deberá tener el aval del encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral.

#### 3.2.5.6. Inspecciones diarias

- El jefe encargado inspeccionará diariamente la utilización, la correcta colocación, el mantenimiento, las condiciones del EPA y el uso personal del mismo.
- El jefe encargado deberá registrar las situaciones en las cuales los trabajadores no acaten las medidas recomendadas en lo referente al manejo del EPA. Esta información se incluye en el apéndice 17.  
Asimismo, deberá registrar en el apéndice 17 las situaciones en las que se informen deterioros del EPA (tapones, orejeras), producto de golpes, caídas, envejecimiento o mala utilización.

- El jefe encargado será responsable de informar los hallazgos al departamento de Salud Ocupacional.

#### 3.2.5.7. Mantenimiento del equipo de protección auditiva

- El encargado de Salud Ocupacional deberá reemplazar o reparar las partes dañadas según sea el caso, en la medida en que esto último sea factible.
- En caso de que se reemplace el protector auditivo, éste deberá cumplir con las especificaciones técnicas del protector sustituido.
- El encargado de Salud Ocupacional deberá llevar un registro de las acciones realizadas en lo que concierne al reemplazo y sustitución del EPA.

### 3.3. Instrucciones para el uso y mantenimiento del equipo de protección auditiva

#### 3.3.1. Propósito

Proporcionar las instrucciones técnicas requeridas para el correcto uso, mantenimiento y cuidado del equipo de protección auditiva.

#### 3.3.2. Alcance

Se incluye el jefe encargado de la planta de producción, el encargado del personal, el personal de la planta de producción, los contratistas y los visitantes.

#### 3.3.3. Responsables

- Departamento de Salud Ocupacional: Se encargará de seleccionar el EPA.
- Encargado de Salud Ocupacional: Será responsable de brindar entrenamiento sobre el uso y mantenimiento del EPA.
- Jefes encargados: Se encargarán de verificar el cumplimiento sobre el uso, cuidado y mantenimiento del EPA que utilicen los trabajadores, contratistas y visitantes.
- Trabajadores de la planta de producción, contratistas y visitantes: Acatar los procedimientos en cuanto al uso, mantenimiento y cuidado del EPA.

#### 3.3.4. Metas

- Que se informe un 100 % de los trabajadores sobre el correcto uso, mantenimiento y cuidado del EPA.

- Que un 100 % de los trabajadores con EPA den un correcto uso, mantenimiento y cuidado del mismo.

### 3.3.5. Instrucciones sobre el uso y mantenimiento de los tapones auditivos reutilizables

#### 3.3.5.1. Medidas previas a la colocación de los tapones auditivos

- Corroborar el estado y limpieza del EPA.
- Realizar el proceso de lavado de manos.

#### 3.3.5.2. Colocación de los tapones auditivos

- Con las manos limpias, arrollar el tapón con los dedos hasta que queden como cilindros delgados en forma agusanada.



Figura VII-9. Instrucción sobre el modo de arrollar el tapón auditivo

Fuente: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2008

- Extender la punta de la oreja hacia arriba y hacia atrás con la mano opuesta, para enderezar el canal auditivo.
- Introducir el tapón enrollado directamente.



Figura VII-10. Instrucción sobre el modo de introducir el tapón auditivo

Fuente: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2008

- Mantener con el dedo el tapón en el interior del canal.

- Contar en voz alta hasta 20 o 30 mientras espera que el tapón se expanda y llene el canal auditivo. La voz sonará apagada cuando el tapón haya sellado correctamente.

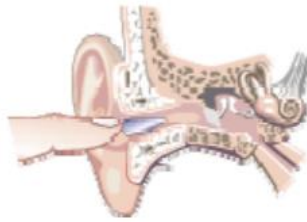


Figura VII-11. Instrucción sobre el modo de mantener el tapón auditivo

Fuente: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2008

#### 3.3.5.3. Retiro de los tapones auditivos

- Con las manos limpias, extraer suavemente el tapón, sin que cause algún tipo de dolencia.

#### 3.3.5.4. Molestias en el uso del equipo

- En caso de presentar una molestia, el trabajador deberá informar de inmediato la situación a su respectivo jefe.
- El jefe deberá transmitir la información al encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral.
- El encargado de Salud Ocupacional realizará una investigación del caso y de ser necesario, el encargado de medicina laboral atenderá al trabajador para conocer las causas clínicas relacionadas con su dolencia.

#### 3.3.5.5. Limpieza y desinfección del equipo

- Cada trabajador deberá lavar y secar los tapones auditivos reutilizables y sus componentes, una vez a la semana, al final de la jornada laboral, para remover la suciedad y el cerumen acumulado. Para ello, se podrá hacer uso de los lavatorios que se disponen en los pediluvios.
- Como insumos de limpieza, el trabajador puede usar agua tibia y jabón neutros o acatar las indicaciones brindadas por el fabricante. Por ningún motivo, se podrá usar solventes ácidos o alcohol.

### 3.3.5.6. Almacenamiento del equipo

- En la medida de lo posible, almacenar en el estuche proporcionado por el fabricante o una caja de tamaño apropiado al equipo.
- En ninguna circunstancia compartir los tapones reutilizables entre dos o más personas.

### 3.3.6. Instrucciones sobre el uso y mantenimiento de las orejeras reutilizables

#### 3.3.6.1. Lineamientos sobre el uso de las orejeras

- Las orejeras deberán ser utilizadas obligatoriamente durante la permanencia en el cuarto de compresores.
- El trabajador no debe retirar el EPA durante la exposición al ruido en el cuarto de compresores.

#### 3.3.6.2. Medidas previas a la colocación de las orejeras

- El trabajador deberá corroborar el estado y limpieza del EPA.
- Realizar el proceso de lavado de manos.

#### 3.3.6.3. Colocación de las orejeras

- Leer la marca en la copa de la orejera y colocarla en la oreja correspondiente (derecha o izquierda).
- El equipo deberá encerrar las orejas completamente formando un cierre hermético con la cabeza.



Figura VII-12. Instrucción sobre el modo de colocar la orejera

Fuente: 3M, s.f.

- Ajustar la copa de manera que las almohadillas ejerzan una presión uniforme alrededor de las orejas para obtener la mejor atenuación de ruido.

- Apartar el cabello para prevenir que quede entre las almohadillas y la cabeza.

#### 3.3.6.4. Verificación del estado del equipo

- Con los dedos, verificar la alteración del sello de las almohadillas, la mantención del contacto entre dicha parte y la cabeza y a la aparición de grietas o fisuras.
- Si hay filtraciones de aire, solicitar el cambio del EPA por tapones con un nivel similar de atenuación del ruido.

#### 3.3.6.5. Molestias en el uso del equipo

- En caso de presentar una molestia, el trabajador deberá informar de inmediato la situación a su respectivo jefe.
- El jefe deberá transmitir la información al encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral.
- El encargado de Salud Ocupacional realizará una investigación del caso y de ser necesario, el encargado de medicina laboral atenderá al trabajador para conocer las causas clínicas relacionadas con su dolencia.

#### 3.3.6.6. Limpieza y desinfección del equipo

- Tras el uso del equipo, limpiar con un paño húmedo las copas y el arnés de las orejeras, para remover la suciedad acumulada. Otra opción consiste en lavar las almohadillas con agua tibia y jabón.



Figura VII-13. Instrucción sobre el modo de quitar las almohadillas de las orejeras

Fuente: 3M, s.f.

- Rociar alcohol líquido al equipo (excepto las almohadillas), acorde a las disposiciones de limpieza y desinfección del Covid-19.
- El trabajador será responsable de devolver las orejeras al jefe encargado.

#### 3.3.6.7. Almacenamiento del equipo

- El jefe encargado deberá colgar las orejeras por el arnés en un ambiente bien ventilado. Estas se resguardarán en el área de EPA.

### 3.4. Instrucciones para el manejo manual de materiales

#### 3.4.1. Propósito

En la planta de producción, los trabajadores que transportan las cestas y tarimas tienden a implementar prácticas inapropiadas que incrementan los eventos súbitos de ruido en el lugar. A modo de evitar esto, se establecen las rutinas básicas para el manejo manual de las tarimas y cestas.

#### 3.4.2. Alcance

Se incluyen los jefes encargados y todo el personal que manipule materiales (tarimas, cestas) en la planta de producción.

#### 3.4.3. Responsables

- Departamento de Salud Ocupacional: Se encargará de velar por el cumplimiento de las buenas prácticas en el manejo de tarimas y cestas.
- Jefes encargados: Se encargarán de verificar el cumplimiento de las buenas prácticas en el manejo de tarimas y cestas.
- Trabajadores de la planta de producción: Acatar las instrucciones en cuanto a la implementación de buenas prácticas en el manejo de materiales (tarimas, cestas).

#### 3.4.4. Metas

- Que un 100 % de los trabajadores que manejan materiales (tarimas, cestas) implementen buenas prácticas relacionadas al tema.

#### 3.4.5. Instrucciones

##### 3.4.5.1. Consideraciones previas al manejo manual de materiales

- En la medida de lo posible, el trabajador deberá evitar el manejo manual de los materiales, como las tarimas.

- El peso aproximado de las tarimas de madera va desde 25 kilogramos hasta 45 kilogramos (GS1, 2003), mientras que el peso aproximado de las tarimas de plástico es de 30 kilogramos (Europalet, s.f.).
- Entre las recomendaciones brindadas, al levantar una carga, el trabajador no deberá sobrepasar un peso de 25 kilogramos (INSHT, 2011).

	<b>Peso máximo</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>% población protegida</b>
<b>En general</b>	25 kg	1	85 %
<b>Mayor protección</b>	15 kg	0,6	95 %
<b>Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)</b>	40 kg	1,6	Datos no disponibles

Figura VII-14. Peso recomendado de las cargas en condiciones ideales de levantamiento

Fuente: INSHT, 2011

#### 3.4.5.2. Medidas apropiadas en el manejo manual de materiales

- En todo momento, la tarima se dispondrá en posición horizontal.
- Para el almacenamiento de las tarimas, se apilarán unas sobre otras, de forma horizontal.
  - El trabajador no deberá desplazar manualmente la tarima.
  - Para el levantamiento y desplazamiento de las tarimas, se hará uso de las carretillas hidráulicas que se disponen en la planta de producción.
- En cuanto al peso de las cestas, la posición del cuerpo y el desplazamiento horizontal de la carga:
  - El peso aproximado de las cestas de plástico es de dos kilogramos y medio (OMCORP, 2021), por lo cual se encuentra dentro del rango de carga aceptable para una persona promedio.
  - Para el levantamiento de la carga (cesta vacía), se deberá separar ambos pies, para brindar una postura estable y equilibrada al realizar la acción. Se deberá colocar un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.



- Doblar las piernas y conservar la espalda derecha. No se deberá flexionar demasiado las rodillas.
- Sujetar firmemente la carga y mantenerla cercana a su cuerpo, para disminuir las fuerzas comprensivas en la columna vertebral (INSHT, 2011).
- Levantar suavemente la carga, por extensión de las piernas, manteniendo la espalda derecha. No se deberá realizar movimientos abruptos ni girar el tronco cuando se manipula la carga.
- Para depositar la carga, se deberán seguir los pasos indicados en el tercer punto del apartado 3.4.5.2. Luego, se colocarán las cestas levemente en el suelo, evitando la incidencia de ruidos de impacto. Con estas buenas prácticas, se minimizará la exposición al ruido de las personas que manipulan las cargas, así como los trabajadores que se encuentran en las proximidades.

#### **4. Equipo de protección auditiva**

##### **4.1. Propósito**

Determinar los requerimientos técnicos para la selección y utilización del equipo de protección auditiva, de modo que se tenga una atenuación del ruido acorde a la legislación nacional vigente, que corresponde al Decreto N° 10541-TSS.

##### **4.2. Alcance**

Se incluye el departamento de Salud Ocupacional, la Unidad de Compras, los jefes encargados y el personal de la planta de producción.

##### **4.3. Responsables**

- Departamento de Salud Ocupacional: Se encargará de evaluar los riesgos en los puestos de trabajo, para la selección del EPA apropiado, el cual sea acorde a la legislación vigente.

- Unidad de Compras: Deberá atender las recomendaciones técnicas suministradas por el departamento de Salud Ocupacional, en la compra del EPA.
- Jefes encargados: Se encargarán de manejar, almacenar, proveer o prestar el equipo, cuando esto último sea aplicable, así como inspeccionar su correcto uso.
- Personal a nivel interno de la planta de producción, contratistas y visitantes: Deberán acatar las disposiciones sobre el uso, mantenimiento y cuidado del EPA.
- Proveedores del EPA: Se encargarán de atender y brindar información sobre las disposiciones técnicas del EPA que necesite la empresa.

#### 4.4. Metas

- Que los EPA permitan una atenuación del ruido hasta un valor menor o igual a 80 decibeles (A).
- Que un 100 % de la población con EPA lo utilice.

#### 4.5. Instrucciones

##### 4.5.1. Instrucciones para la selección general del equipo de protección auditiva

##### 4.5.1.1. Especificaciones del equipo de protección auditiva

- En la adquisición del EPA, se deberá considerar que éste cumpla con certificaciones brindadas por la entidad OSHA o *American National Standards Institute (ANSI)*.

##### 4.5.1.2. Criterios técnicos para la selección del equipo de protección auditiva

- Considerar los NPS por frecuencias asociados a las evaluaciones de la exposición a ruido, dado que el equipo deberá tener la capacidad de atenuar los NPS en todas estas frecuencias.
- Conocer las condiciones ambientales del lugar, la cantidad de fuentes emisoras, cercanía de éstas al receptor, gravedad, frecuencia y duración de la exposición a ruido, clima, tiempo atmosférico, entre otras, debido al impacto que pueden tener en el rendimiento y la comodidad del equipo.

- El EPA deberá permitir una atenuación de los NPS a 80 decibeles (A), para cumplir con lo que establece la legislación a nivel nacional (80 dB(A)), así como las metas de la organización.

#### 4.5.1.3. Características individuales del trabajador

- Conocer si el trabajador tiene un problema de salud y si el protector auditivo ejerce influencia sobre éste.

#### 4.5.1.4. Tipos de equipos de protección auditiva

- Se considera opcional el uso de tapones durante la permanencia en las distintas áreas de la planta de producción.
- Se establece la obligatoriedad de utilizar orejeras durante la permanencia en el cuarto de compresores. Como alternativa, si el trabajador presenta molestias al utilizar orejeras, se le proveerá de tapones auditivos que permitan el mismo nivel de reducción.

#### 4.5.1.5. Disponibilidad de la información del equipo

- Se tendrá la disponibilidad de información sobre los tipos, uso, mantenimiento, vida útil, cuidados, limpieza, desinfección y medidas de higiene asociados al EPA. Para ello, se contará con información por escrito (afiches, folletos, pizarra informativa, etcétera), los cuales se generarán a partir de los hallazgos encontrados en el apartado C, punto 3.3. del programa. Asimismo, se mantendrá la comunicación verbal mediante el apoyo de los jefes encargados y los responsables capacitados en el tema.

#### 4.5.1.6. Comodidad y rendimiento del equipo

- El encargado de Salud Ocupacional deberá realizar inspecciones mensuales para conocer el nivel de comodidad y rendimiento del EPA. Para ello, se usará el documento del apéndice 18.
- Si al menos un 15 % de la población que utiliza un tipo específico de EPA presenta molestias y/o dolencias por su uso, se valorará el cambio del equipo por otro que se acople, en la medida de lo posible, a los requerimientos asociados a los NPS, así como las necesidades del trabajador y el puesto. Para ello, el encargado de Salud Ocupacional deberá coordinar las

diligencias respectivas con el médico de la empresa, la Unidad de Compras y los proveedores del equipo.

#### 4.5.2. Instrucciones para el cálculo de los niveles de presión sonora requeridos por el trabajador

Para la selección técnica de un EPA efectivo y apropiado para el trabajador se emplea el método OSHA. Este requiere los NPS por frecuencias, así como el nivel de atenuación del ruido que brinda el EPA en dichas frecuencias. En el siguiente procedimiento se muestran los pasos para calcular el NPS que llega al trabajador.

- Para calcular la reducción del ruido que tiene el equipo, se ingresan algunos valores teóricos y reales en el siguiente cuadro. Entre los datos teóricos, se tiene la reducción del EPA y su desviación estándar. Como valores prácticos, se cuenta con los NPS obtenidos de las evaluaciones a diferentes frecuencias.

Cuadro VII-19. Niveles de presión sonora lineales con el equipo de protección auditiva

Niveles de presión sonora lineales con el equipo de protección auditiva							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))							
Reducción EPA (dB(A))							
Desviación estándar							
2*Desviación estándar							
Lp al oído (dB(A))							
Ponderación de ajuste	-16,00	-9,00	-3,00	0,00	1,00	1,00	-1,00
Lp (A) al oído							

- Para el cálculo del nivel de presión sonora que llega al oído se realiza una suma del NPS y la desviación estándar duplicada. A este resultado se le resta el nivel de reducción de ruido que proporcione el EPA.
- Para el cálculo final, se suma el nivel de presión sonora que llega al oído y la ponderación de ajuste, por cada una de las frecuencias.

#### 4.6. Propuestas de tapones auditivos

De acuerdo con las evaluaciones anteriores, se encontró que los trabajadores de exponen a NPS inferiores a 80 decibeles (A) en cada área de la planta de producción (Cuadro IV-7, IV-8, IV-9).

Mientras tanto, otro factor que influye en la sobreexposición del personal es el ruido emitido por el conglomerado de turbinas, lo cual reflejó un NPS máximo de 87,2 decibeles (A) (Cuadro IV-5).

Los valores de la exposición personal no superan los 85 decibeles (A) establecidos en la legislación, mas, son cercanos al nivel de alarma de 80 decibeles (A) (Cuadro IV-7, IV-8, IV-9). Por ello, se recomienda la implementación de tapones auditivos para que sean utilizados en las distintas áreas de la planta de producción.

Estos equipos deberán ser reutilizables, para lograr una reducción en el costo. Asimismo, deberán tener una atenuación del ruido en la frecuencia de 1.000 Hertz, en la cual se encuentra el NPS crítico de las turbinas, siendo esta la máquina ubicada a lo interno de la planta de producción (Cuadro IV-5).

De acuerdo con INSHT (2006), se recomienda que estos garanticen que el nivel de ruido en el oído esté en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A). Superior a este rango, el trabajador podría incurrir en descansos cada vez más frecuentes por la molestia que implica el uso del equipo (Figura VII-15). Esto podría causar que la exposición sea más nociva para el trabajador (Figura VII-16).

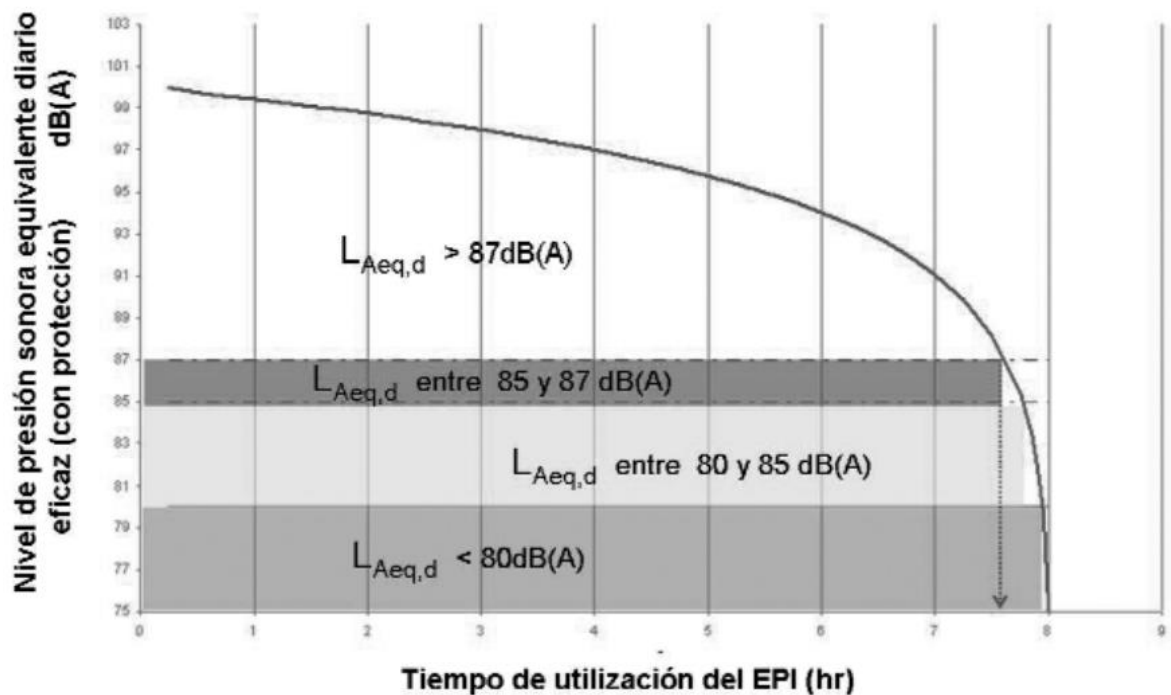


Figura VII-15. Nivel de exposición real, al ruido, al variar el tiempo de utilización del protector auditivo

Fuente: INSHT, 2006



Figura VII-16. Grado de nocividad del ruido acorde al uso del equipo de protección auditiva

Fuente: 3M, s.f.

Tal como se explica en la figura VII-17, existe una sobreprotección cuando se usan EPA con NPS efectivos ponderados en (A) de 60 decibeles. En este caso, podría ocurrir que el trabajador se retire el protector cuando necesite comunicarse,

tenga sensación de incomodidad o interfiera con las señales de alarma que debe escuchar (Instituto de Salud Pública de Chile, s.f.).

Nivel de Presión Sonora Efectivo (L'A)	Calificación de la Atenuación Sonora
L'A > 80 dB(A)*	Insuficiente
60 dB(A) < L'A < 80 dB(A)	Adecuada
L'A < 60 dB(A)	Excesiva


Figura VII-17. Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de presión sonora efectivo

Fuente: Instituto de Salud Pública de Chile, s.f.

En los siguientes apartados se presenta el cálculo del nivel de atenuación del ruido para los tres modelos propuestos, así como sus características técnicas y la propuesta más viable para la empresa.

#### 4.6.1. Propuesta del modelo uno

Cuadro VII-20. Propuesta uno de tapones auditivos para el uso en la planta de producción

Modelo uno	Representación gráfica						
Tapones auditivos Comets Cord, 6421, marca Moldex							
Niveles de presión sonora lineales con los tapones auditivos							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))	70,10	78,00	81,90	82,40	79,00	75,20	69,00
Reducción EPA (dB(A))	24,60	24,00	24,20	25,20	33,10	32,80	41,60
Desviación estándar	4,00	3,20	5,00	4,30	5,90	7,20	6,30
Lp (A) al oído	37,50	51,40	64,70	65,80	58,70	57,80	39,00


Fuente: Moldex, s.f.a.

Según el cuadro VII-20, la propuesta uno de tapones auditivos presenta un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 1.000 Hertz. Esto se adapta a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a sus características, posee colores de alta visibilidad, lo cual es importante para las inspecciones. Tiene tres rebordes suaves que se adaptan a diferentes canales auditivos. Este cumple con los requisitos de la norma EN352-2 y se encuentran denotados con CE de acuerdo a los requisitos de la Directiva Europea 89/686/EEC. Su costo aproximado es de 745,80 colones (Moldex, s.f.a.).

#### 4.6.2. Propuesta del modelo dos

Cuadro VII-21. Propuesta dos de tapones auditivos para el uso en la planta de producción

Modelo dos	Representación gráfica						
<b>Tapones auditivos modelo Pura Brand, 6600, marca Moldex</b>							
Niveles de presión sonora lineales con los tapones auditivos							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))	70,10	78,00	81,90	82,40	79,00	75,20	69,00
Reducción EPA (dB(A))	23,80	22,40	18,00	21,30	28,60	37,30	30,10
Desviación estándar	5,20	4,50	4,40	3,50	3,50	4,90	7,60
Lp (A) al oído	40,70	55,60	69,70	68,10	58,40	48,70	53,10

Fuente: Moldex, s.f.b.


De acuerdo con el cuadro VII-21, la propuesta dos de tapones auditivos tiene un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 1.000 Hertz, así como la frecuencia próxima de 500 Hertz. Esto se adapta a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a sus características, es altamente visible, posee una banda para dejarla colgando mientras el usuario realiza pausas. Este cumple con los requisitos de la norma EN352-2 y están marcados CE de acuerdo a los requisitos de la Directiva Europea 89/686/EEC. Su costo aproximado es de 3.785,50 colones (Moldex, 2020; Moldex, s.f.b.).

#### 4.6.3. Propuesta del modelo tres

Cuadro VII-22. Propuesta tres de tapones auditivos para el uso en la planta de producción.



Modelo dos	Representación gráfica						
Tapones auditivos Ear Caps ECO1000, marca 3M							
Niveles de presión sonora lineales con los tapones auditivos							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))	70,10	78,00	81,90	82,40	79,00	75,20	69,00
Reducción EPA (dB(A))	20,20	19,80	19,10	23,20	33,40	41,00	40,70
Desviación estándar	4,40	4,20	4,30	3,70	4,50	2,90	5,40
Lp (A) al oído	42,70	57,60	68,40	66,60	55,60	41,00	38,10

Fuente: 3M, 2010

Con base en el cuadro VII-22, la propuesta tres de tapones auditivos tiene un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 1.000 Hertz, así como la frecuencia próxima de 500 Hertz. Esto se adapta a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a sus características, es altamente visible, posee una banda para dejarla colgando mientras el usuario realiza pausas. Cumple con las exigencias de la Directiva europea 89/686/CEE, por lo cual llevan el sello CE. Su costo aproximado es de 2.852,91 colones (3M, 2010).

#### 4.6.4. Comparación de las alternativas de tapones auditivos

Con el motivo de conocer la propuesta de tapones auditivos más apropiada, se realizó la siguiente matriz multicriterio. En esta se considera como criterio la parte social y cultural, estándares, seguridad, costos y ambiente. Además, se consideró la adaptabilidad al usuario, debido que en la empresa se trabaja bajo principios de inocuidad en los que se evita al máximo posible el contacto con fluidos corporales, por ello, se consideró que el EPA brindara comodidad a la persona, para que esta no lo manipulara constantemente.

Se utiliza una escala de puntuación del uno al tres, siendo así, la propuesta con mayor cantidad de puntos resulta la más factible para ser implementada por la organización. Esta se describe en el cuadro VII-23.

Cuadro VII-23. Escala de comparación para los tapones auditivos

Puntuación	Seguridad y salud	Culturales y sociales	Estándares	Adaptabilidad	Costos	Ambiente
1	Posee colores oscuros (tonos negros, azules) en su totalidad.	El trabajador necesita muchos conocimientos en el tema.	La propuesta no cumple con los requisitos de ninguna norma internacional.	Posee una forma única.	Presenta el costo más alto entre las alternativas.	No reduce los NPS bajo 80 decibeles (A).
2	Posee colores de alta visibilidad en los accesorios del EPA.	El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	La propuesta cumple con los requisitos de al menos una norma internacional.	No aplica.	Presenta un costo intermedio entre las alternativas.	Reduce los NPS bajo 80 decibeles (A) en algunas frecuencias.
3	Posee colores de alta visibilidad en gran parte de EPA.	El trabajador no necesita conocimientos en el tema.	La propuesta cumple con los requisitos de dos o más normas internacionales.	Posee tres rebordes que se adaptan a diferentes canales auditivos.	Presenta el costo más bajo entre las alternativas.	Reduce los NPS bajo 80 decibeles (A) en todas las frecuencias.

Cuadro VII-24. Matriz comparativa para las alternativas de tapones auditivos

	Criterio de evaluación						Puntos totales
	Adaptabilidad	Social y cultural	Estándares	Seguridad y salud	Costos	Ambiente	
<b>Modelo 1:</b> Comets Cord, 6421, marca Moldex	Puntos: 3 Los tres rebordes se adaptan a diferentes canales auditivos.	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	Puntos: 3 Cumple con los requisitos de la norma EN352-2 y se encuentran denotados con CE de acuerdo con los requisitos de la Directiva Europea 89/686/EEC.	Puntos: 2 Posee colores de alta visibilidad en sus accesorios, lo cual facilita la inspección sobre su correcto uso.	Puntos: 3 El costo es de ₡745,80.	Puntos: 1 Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 1.000 Hertz.	14
<b>Modelo 2:</b> Pura Brand, 6600, marca Moldex	Puntos: 1 Posee una forma única.	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	Puntos: 3 Cumple con los requisitos de la norma EN352-2 y están marcados CE de acuerdo con los requisitos de la Directiva	Puntos: 2 Posee colores de alta visibilidad en sus accesorios, lo cual facilita la inspección sobre su correcto uso.	Puntos: 1 El costo es de ₡3.785,50.	Puntos: 2 Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 1.000 Hertz y en la frecuencia próxima de 500 Hertz.	11

			Europea 89/686/EEC.				
<b>Modelo 3:</b> Ear Caps ECO1000, marca 3M	Puntos: 1 Posee una forma única.	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	Puntos: 2 Cumple con las exigencias de la Directiva europea 89/686/CEE, por lo cual llevan el sello CE	Puntos: 2 Posee colores de alta visibilidad en sus accesorios, lo cual facilita la inspección sobre su correcto uso.	Puntos: 2 El costo es de ₡2.852,91.	Puntos: 2 Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 1.000 Hertz y en la frecuencia próxima de 500 Hertz.	11

Fuente: 3M, 2010; Moldex, s.f.a; Moldex, s.f.b.

De acuerdo con la información del cuadro anterior, la primera propuesta de tapones auditivos presenta la mayor cantidad de puntos (14 puntos en total). Por lo cual, resulta ser la más viable para ser implementada por la organización.

#### 4.7. Propuestas de orejeras auditivas

Se requiere la implementación de orejeras auditivas con arnés, para que sean utilizadas por los trabajadores, contratistas, visitantes y demás personal que ingrese al cuarto de compresores. Esta medida se da para evitar una sobreexposición a ruido, debido a que el máximo NPS reportado en el conglomerado de compresores fue de 93,2 decibeles (A) (Cuadro VII-5).

En los siguientes apartados se presenta el cálculo del nivel de atenuación del ruido para los tres modelos propuestos, así como sus características técnicas y la propuesta más viable para la empresa.

##### 4.7.1. Propuesta del modelo uno

Cuadro VII-25. Propuesta uno de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores

Modelo uno		Representación gráfica					
Orejeras auditivas Fono Stellpro							
Niveles de presión sonora lineales con las orejeras							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))	71,70	81,30	89,80	84,80	79,30	78,60	72,90
Reducción EPA (dB(A))	16,20	19,30	26,80	36,40	36,90	35,30	36,00
Desviación estándar	3,40	2,60	2,30	3,70	3,70	1,80	2,70
Lp (A) al oído	46,30	58,20	65,00	55,80	50,80	47,90	41,30

Fuente: Stellpro Safety, s.f.

Según el cuadro VII-25, la propuesta uno presenta un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 500 Hertz. Esto se adapta a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a sus características, son de color llamativo, posee una regulación multipunto de altura y sólo se puede utilizar sobre la cabeza. Incluye un par de

fichas adaptadoras para el casco, lo cual es importante cuando se tiene este requisito de EPP.

Además, son dieléctricas, es decir, no posee componentes metálicos. Éste es un aspecto funcional cuando se realizan tareas de mantenimiento en el local. Su costo aproximado es de 2.825,00 colones.

#### 4.7.2. Propuesta del modelo dos

Cuadro VII-26. Propuesta dos de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores

Modelo dos		Representación gráfica					
Orejeras auditivas L-320 Vincha, marca Libus Feel Sale							
Niveles de presión sonora lineales con las orejeras							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NPS (dB(A))	71,70	81,30	89,80	84,80	79,30	78,60	72,90
Reducción EPA (dB(A))	12,90	16,20	25,20	36,00	36,60	41,10	41,50
Desviación estándar	2,90	2,10	2,30	3,00	3,60	3,70	4,20
Lp (A) al oído	48,60	60,30	66,20	54,80	50,90	45,90	38,80


Fuente: Libus Feel Safe, s.f.a.

De acuerdo con el cuadro anterior, la propuesta dos presenta un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 500 Hertz, cuando el equipo se coloca sobre la cabeza. Esto se adapta a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a sus características, posee una regulación de altura multipunto, lo cual permite una regulación precisa de la altura, rotación y ángulo. El equipo se puede colocar sobre y tras la cabeza, así como bajo el mentón. Incluye un par de fichas adaptadoras para el casco, lo cual es importante cuando se tiene este requisito de EPP. Su costo aproximado es de 8.674,08 colones.

#### 4.7.3. Propuesta del modelo tres

Cuadro VII-27. Propuesta tres de orejeras auditivas para el uso en el cuarto de compresores

Modelo tres		Representación gráfica					
<b>Orejera auditiva Alternative</b>							
Niveles de presión sonora lineales con las orejeras							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>NPS (dB(A))</b>	71,70	81,30	89,80	84,80	79,30	78,60	72,90
<b>Reducción EPA (dB(A))</b>	9,90	14,60	26,90	31,50	31,90	38,40	34,10
<b>Desviación estándar</b>	3,20	4,30	2,80	2,20	3,50	3,90	3,50
<b>Lp (A) al oído</b>	52,20	66,30	65,50	57,70	55,40	49,00	44,80

Fuente: Libus Feel Safe, s.f.b.

Con base en el cuadro anterior, la propuesta tres presenta un nivel de reducción en un rango de 65 decibeles (A) a 80 decibeles (A), para la frecuencia crítica de 500 Hertz y la frecuencia próxima de 1.000 Hertz. Esto cuando el equipo se coloca sobre la cabeza. Los valores anteriores se adaptan a los niveles recomendados previamente.

En cuanto a las características, posee una regulación de altura multipunto, lo cual permite una regulación precisa de la altura, rotación y ángulo. El equipo se puede colocar sobre y tras la cabeza. Su costo aproximado es de 4.152,93 colones.

#### 4.7.4. Comparación de las alternativas de orejeras auditivas

Con el fin de conocer la propuesta de orejeras auditivas más apropiada, se realizó la siguiente matriz multicriterio. En esta se consideran aspectos sociales y culturales, estándares, seguridad, costos y ambiente. Además, se consideró la adaptabilidad al usuario, debido que en la empresa se trabaja bajo principios de inocuidad en los que se evita al máximo posible el contacto con fluidos corporales, por ello, se consideró que el EPA brindara comodidad a la persona, para que esta no lo manipulara constantemente.

Se emplea una escala de puntuación del uno al cuatro, siendo así, la propuesta con mayor cantidad de puntos resulta la más factible para ser implementada por la organización. Esta se describe en el cuadro VII-28.

Cuadro VII-28. Escala de comparación para las orejeras auditivas

Puntuación	Seguridad y salud	Culturales y sociales	Estándares	Adaptabilidad	Costos	Ambiente
1	No posee colores de alta visibilidad.	El trabajador necesita muchos conocimientos complicados en el tema.	La propuesta no cumple con ninguna norma internacional.	No posee ajuste multipunto.	Presenta el costo más alto entre las alternativas.	No reduce los NPS bajo el nivel aceptable.
2	Posee colores de alta visibilidad.	El trabajador necesita muchos conocimientos sencillos en el tema.	La propuesta cumple con los requisitos de al menos una norma internacional.	Ajuste multipunto, por lo que se adapta la altura de la cabeza. Se coloca: a) Sobre la cabeza.	Presenta un costo intermedio entre las alternativas.	Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 500 Hertz.
3	Posee colores de alta visibilidad. Son dieléctricos.	El trabajador necesita pocos conocimientos sencillos en el tema.	La propuesta cumple con los requisitos de dos normas internacionales.	Ajuste multipunto, por lo que se adapta la altura de la cabeza. Se coloca: a) Sobre la cabeza b) Tras la cabeza.	Presenta un costo alto entre las alternativas.	Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 500 Hertz y en la



						frecuencia próxima de 1.000 Hertz.
4	<p>Posee colores de alta visibilidad.</p> <p>Tiene fichas para adaptar las orejeras a casco de seguridad.</p> <p>Son dieléctricos.</p>	<p>El trabajador no necesita conocimientos en el tema.</p>	<p>La propuesta cumple con los requisitos de dos normas internacionales y una nacional.</p>	<p>Ajuste multipunto, por lo que se adapta la altura de la cabeza.</p> <p>Se coloca: a) Sobre la cabeza b) Tras la cabeza c) Bajo el mentón.</p>	<p>Presenta un costo sumamente alto entre las alternativas.</p>	<p>Se presenta una atenuación del ruido aceptable en todas las frecuencias.</p>

Cuadro VII-29. Matriz comparativa para las alternativas de tapones auditivos

	Criterio de evaluación						Puntos totales
	Adaptabilidad	Social y cultural	Estándares	Seguridad	Costos	Ambiente	
<b>Modelo 1:</b>	Puntos: 2 Ajuste multipunto, por lo que se adapta la altura de la cabeza. Se coloca: a) Sobre la cabeza.	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	Puntos: 1 No cumple con ninguna normativa internacional.	Puntos: 4 Posee colores de alta visibilidad. Tiene fichas para adaptar las orejeras a casco de seguridad. Es dieléctrica.	Puntos: 3 El costo es de ₡2.825,00.	Puntos: 2 Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 500 Hertz.	14
<b>Modelo 2:</b>	Puntos: 4 Ajuste multipunto, por lo que se adapta la altura de la cabeza. Se coloca: a) Sobre la cabeza b) Tras la cabeza c) Bajo el mentón.	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos conocimientos en el tema.	Puntos: 1 No cumple con ninguna normativa internacional.	Puntos: 2 Posee fichas para adaptar las orejeras a casco de seguridad.	Puntos: 1 El costo es de ₡8.674,08.	Puntos: 2 Se presenta una atenuación del ruido aceptable en la frecuencia crítica de 500 Hertz.	12
<b>Modelo 3:</b>	Puntos: 3 Ajuste multipunto, por lo que se	Puntos: 2 El trabajador necesita pocos	Puntos: 1	Puntos: 1 No posee colores de alta visibilidad.	Puntos: 2 El costo es de ₡4.152,93.	Puntos: 3 Se presenta una atenuación del	12

	adapta la altura de la cabeza. Se coloca: a) Sobre la cabeza b) Tras la cabeza.	conocimientos en el tema.	No cumple con ninguna normativa internacional.			ruido aceptable en la frecuencia crítica de 500 Hertz y en la frecuencia próxima de 1.000 Hertz.	
--	--	---------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Libus Feel Safe, s.f.a.; Libus Feel Safe, s.f.b.; Stellpro Safety, s.f.

De acuerdo con la información del cuadro anterior, la primera propuesta de tapones auditivos presenta la mayor cantidad de puntos (14 puntos en total). Por lo cual, resulta ser la más viable para ser implementada por la organización.

## **5. Educación y motivación de los colaboradores**

### **5.1. Propósito**

Informar a los colaboradores las medidas y acciones que protejan su salud auditiva y prevengan la aparición de trastornos auditivos.

### **5.2. Alcance**

Se deben brindar capacitaciones a todo el personal que labore en la planta de producción de la empresa, así como los trabajadores que presten sus servicios a ésta. Esto último incluye a los contratistas, proveedores y visitantes.

### **5.3. Responsables**

- Encargado de Salud Ocupacional y de medicina laboral: Se encargarán de coordinar y llevar a cabo las capacitaciones.
- Gerencia General: Será responsable de designar el presupuesto para impartir las capacitaciones.
- Jefes encargados: Se encargarán de completar los formularios de asistencia a las capacitaciones brindadas por el encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral. Además, deberán permanecer informados sobre las medidas y acciones para la disminución de la exposición a ruido. Con base en esto, se encargarán de inspeccionar el uso apropiado del EPA, así como brindar información a los trabajadores que lo soliciten. Esta información deberá ser avalada por el departamento de Salud Ocupacional.
- Trabajadores de la planta de producción: Deberán participar en las actividades de las capacitaciones.
- Contratistas, proveedores y visitantes: Deberán acatar las medidas y acciones a seguir para la disminución de la exposición al ruido.

### **5.4. Metas**

- Capacitar a un 100 % de los colaboradores en la planta de producción.
- Informar a un 100 % de los contratistas, proveedores y visitantes las medidas y acciones a seguir para la disminución de la exposición al ruido.

### 5.5. Plan de capacitación

El plan de capacitación permitirá que se informe a los trabajadores sobre temas asociados a la disminución de la exposición al ruido. El motivo de esto es promover la educación y motivación por la implementación de prácticas y acciones apropiadas en el tema.

Las capacitaciones sobre cada tema deberán ser coordinadas e impartidas por el encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral. Durante el tiempo de la jornada laboral, los jefes encargados deberán inspeccionar la aplicación de las medidas y acciones del control del ruido, así como la implementación apropiada del EPA.

Las capacitaciones van dirigidas a todo el personal de la planta de producción. Sin embargo, es importante que, cuando los encargados de Salud Ocupacional y medicina laboral consideren, se informen las medidas y acciones apropiadas para disminuir la exposición a ruido. En el siguiente cuadro se indican las actividades a desarrollar en el programa de capacitación.

Cuadro VII-30. Propuesta de actividades para el plan de capacitación sobre los temas relacionados con la exposición al ruido

Estrategia de intervención	Tema(s)	Meta	Población de estudio	Criterio de seguimiento	Duración
Taller sobre formas para proteger la salud auditiva y prevenir la aparición de problemas auditivos	Buenas prácticas en el manejo manual de materiales (tarimas, cestas) y equipos (Carretillas hidráulicas)	Que un 100 % de los colaboradores implementen las buenas prácticas.	- Trabajadores de la planta -Contratistas - Proveedores	Que se mejore en un 95 % la disminución del ruido debido a las prácticas inapropiadas.	1 hora
Taller sobre formas para proteger la salud auditiva y prevenir	Información sobre el manejo del equipo de	Que un 100 % de la población que disponga de	- Trabajadores de la planta -Contratistas	Que se disminuya en un 95 % los registros de	0,5 horas

la aparición de problemas auditivos	protección auditiva	EPA, lo utilice apropiadamente.	- Proveedores -Visitantes	quejas y molestias por la exposición a ruido.	
-------------------------------------	---------------------	---------------------------------	------------------------------	---	--

Como se observa en el cuadro anterior, el plan de capacitaciones se enfoca en la implementación de dos talleres. Estos deberán contener medidas y acciones para proteger la salud auditiva y prevenir la aparición de problemas auditivos.

La capacitación se impartirá una vez al mes, considerando oportuno el momento en el que se contrate personal nuevo, cuando se presenten cambios en las funciones de los colaboradores, así como modificaciones o cambios en la tecnología, máquinas y equipos.

#### 5.6. Control de asistencia a las capacitaciones

- Los jefes encargados de la planta de producción deberán llevar un control de asistencia a las capacitaciones brindadas por el encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral. Para ello, utilizarán la plantilla especificada en el apéndice 20 de este documento, la cual se denomina “Formulario para el control de asistencia a las capacitaciones sobre la exposición al ruido en la planta de producción”.
- Una vez que se complete el registro de asistencia, el respectivo jefe encargado deberá enviar estos documentos al encargado de Salud Ocupacional.
- El encargado de Salud Ocupacional deberá guardar los registros de asistencia en la carpeta destinada para tal fin.

#### 5.7. Evaluación y seguimiento

- La meta de la primera capacitación será que el 100 % de trabajadores acaten las medidas referentes a las buenas prácticas en el manejo manual de materiales y equipos.
- En cuanto a la segunda capacitación, la meta será que un 100 % de la población que disponga de EPA, lo maneje completamente.

- Para realizar la evaluación de las medidas de mejora el encargado de Salud Ocupacional contará con dos herramientas. Primeramente, deberá aplicar una observación no participativa mediante la “Lista de verificación sobre la implementación de buenas prácticas en el manejo manual de materiales y equipos”, la cual se adjunta en el apéndice 19 de este documento. Seguidamente, deberá aplicar la “Lista de verificación sobre el uso, estado y condiciones de mantenimiento del equipo de protección auditiva” del apéndice 17.
- Estas herramientas deberán ser aplicadas en una única visita realizada un día aleatorio de la semana.
- El aplicador deberá permanecer una hora en cada área de trabajo recopilando los datos requeridos. Para ello, deberá emplear media hora para aplicar cada herramienta. Las áreas específicas se definen a continuación:
  - Área sucia.
  - Área limpia.
  - Área de muestras.
  - Bodega y armado de cartón.
- En la columna “Observaciones”, de cada lista de verificación, se deberán anotar las prácticas inapropiadas, según el tema que corresponda.
- A partir de la información obtenida, el encargado de Salud Ocupacional deberá valorar las causas y los factores que conllevaron a un incremento del ruido en el área de trabajo, así como el uso inapropiado del equipo de protección auditiva. Seguidamente, deberán establecer las medidas de mejora correspondientes.
- El encargado de Salud Ocupacional deberá comunicar las medidas de mejora al inicio de la siguiente jornada de trabajo.
- El jefe encargado de área deberá aplicar el control de asistencia del apéndice 20. Además, deberá especificar en la fila “Tema de capacitación”, las medidas de mejora comunicadas por el encargado de Salud Ocupacional.

## **D. Vigilancia de la salud**

### **1. Propósito**

Brindar una guía para el diagnóstico y evaluación de los colaboradores, que permita la atención del deterioro en la capacidad auditiva ocasionada por la exposición ocupacional a ruido.

### **2. Alcance**

Se incluyen todos los trabajadores de la planta de producción expuestos ocupacionalmente a ruido.

### **3. Responsables**

- Gerencia General: Se encargarán de asignar presupuesto para atender los casos en los que exista pérdida auditiva. Asimismo, deberán probar las medidas de mejora que indique el encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral.
- Encargado de medicina laboral: Coordinar y llevar a cabo las pruebas audio métricas.
- Departamento de Salud Ocupacional: Comunicar al personal de la planta de producción, la necesidad de asistir a las pruebas audio métricas que se le asignen.
- Personal de la planta de producción: Participar de las pruebas audio métricas que realice la empresa.
- Unidad de Recursos Humanos: Deberá archivar los resultados en el expediente correspondiente a cada trabajador. Asimismo, será responsable de mantener disponible el informe de los resultados, en caso de que la Gerencia General lo solicite.

### **4. Metas**

- Que se mantenga un registro del 100 % de la población en la planta de producción, el cual contenga información sobre el estado de su audición.
- Que se realicen pruebas audio métricas a un 100 % de los colaboradores nuevos que ingresen a la empresa.



## **5. Instrucciones**

### **5.1. Histórico clínico-laboral**

- El médico de la empresa deberá elaborar y mantener actualizado un histórico clínico-laboral por trabajador.
- La Unidad de Recursos Humanos deberá archivar la información indicada por el médico de empresa, en el expediente de cada trabajador.

### **5.2. Evaluaciones audio métricas**

- El médico de la empresa deberá coordinar las gestiones correspondientes para llevar a cabo las pruebas audio métricas.
- Las evaluaciones audio métricas deberán incluir aquellos trabajadores nuevos que ingresen a la planta de producción.

### **5.3. Informe de resultados**

- El encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral, deberán generar un informe de resultados en el que destaquen los trabajadores con problemas auditivos. El informe deberá incluir un apartado de evaluación de la exposición ocupacional al ruido, análisis de los resultados, conclusiones y las recomendaciones correspondientes.
- La Unidad de Recursos Humanos será responsable de mantener disponible y archivar la información de cada trabajador en su respectivo expediente.

### **5.4. Casos con problemas auditivos**

- Ante la eventual situación en la que se identifiquen casos de trabajadores con problemas auditivos, quedará a criterio del médico de la empresa la implementación de una prueba audio métrica.
- Si el trabajador presenta pérdida auditiva, el encargado de Salud Ocupacional y el de medicina laboral deberán plantear las medidas correctivas apropiadas para proteger la salud de la persona.
- Las medidas correctivas designadas para el individuo con pérdida auditiva deberán considerar a los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar.

- Las medidas consideradas por el departamento de Salud Ocupacional deberán ser comunicadas a la Gerencia General, con la finalidad de lograr su aprobación.

## **E. Evaluación y seguimiento del programa**

### **1. Propósito**

Brindar una guía que permita la evaluación de los objetivos y metas establecidos en el programa de prevención y conservación auditiva

### **2. Alcance**

Permite evaluar el cumplimiento y la efectividad de los componentes del programa de prevención y conservación auditiva

### **3. Responsables**

- Departamento de Salud Ocupacional: Se encargarán de evaluar los componentes del programa y los resultados obtenidos tras su implementación. A partir de esto, deberán brindar las medidas de mejora respectivas y comunicarlas a todo el personal de la empresa
- Jefes encargados y operarios de la planta de producción: Deberán participar en la evaluación de las actividades desarrolladas en el programa, brindando la información que solicite el departamento de Salud Ocupacional. Asimismo, deberán acatar los cambios y las medidas de mejora que se propongan
- Gerencia General: Aprobar los cambios y las medidas de mejora para el programa. A partir de esto, deberán aprobar los recursos financieros y designar el personal necesario para llevar a cabo las medidas propuestas

### **4. Metas**

- Que se evalúe un 100 % de los componentes y resultados del programa de prevención y conservación auditiva
- Que se cumpla al menos un 90 % de la totalidad del programa de prevención y conservación auditiva

### **5. Guía de evaluación y seguimiento del programa**

El apartado de evaluación y seguimiento determina las disposiciones que darán continuidad a las actividades y mejoras indicadas en el programa de prevención y conservación auditiva

### 5.1. Planificación para la evaluación y seguimiento del programa

En el siguiente cuadro se indican los componentes del plan de evaluación y seguimiento, las herramientas, el periodo y los encargados de llevarlo a cabo

Cuadro VII-31. Plan de evaluación y seguimiento para el programa de prevención y conservación auditiva

No.	Tema	Actividad	Periodo	Encargado
1	Metodologías para el monitoreo de la exposición a ruido	Observación no participativa durante las evaluaciones, mediante lista de verificación del apéndice 12.	1 hora	Encargado de Salud Ocupacional
2	Controles administrativos	Observaciones no participativas durante la evaluación, mediante lista de verificación del apéndice 12.	20 minutos	Encargado de Salud Ocupacional y de medicina laboral
3	Controles ingenieriles	Observaciones no participativas durante la evaluación, mediante lista de verificación del apéndice 12.	20 minutos	Encargado de Salud Ocupacional y de medicina laboral
4	Equipo de protección auditiva	Realizar inspecciones y recolectar información en la lista de verificación del apéndice 12.	10 minutos	Encargado de Salud Ocupacional y de medicina laboral
5	Educación y motivación de los trabajadores	Evaluación de las capacitaciones mediante lista de verificación del apéndice 12.	1 vez al mes	Encargado de Salud Ocupacional y de medicina laboral, jefes encargados, así como los responsables asignados

5.2. Ejecución de los cambios y las medidas de mejora para los componentes del programa

- A partir de los hallazgos identificados en la evaluación y seguimiento del programa, el responsable de Salud Ocupacional calculará un porcentaje de cumplimiento del programa. Para ello, se utiliza la fórmula que se muestra a continuación:

$$\% \text{ de cumplimiento del programa: } \left( \frac{\text{Cantidad de cumplimientos con "sí"}}{\text{Cantidad de preguntas totales}} \right) \times 100$$

- A partir del resultado obtenido, el responsable de Salud Ocupacional deberá verificar que exista un cumplimiento de al menos un 90 % del programa, lo cual se considera aceptable.
- En caso de que exista un porcentaje de cumplimiento del programa menor al 90 %, el departamento de Salud Ocupacional deberá evaluar las acciones y componentes del programa. Posterior a esto, se deberán establecer las oportunidades de mejora correspondientes.
- La Gerencia General tendrá la responsabilidad de revisar y aprobar los cambios y las medidas de mejora propuestas.
- El encargado de Salud Ocupacional deberá comunicar los cambios y las medidas de mejora propuestas al personal de la planta de producción.
- El departamento de Salud Ocupacional y los jefes encargados de la planta de producción deberán verificar el cumplimiento de los cambios y las medidas de mejora.

5.3. Cumplimiento del presupuesto del programa

- El responsable de Salud Ocupacional calculará un porcentaje del presupuesto final asignado por la Gerencia General para aplicar los cambios y las medidas de mejora que requiera el programa. Este porcentaje se calculará por cada componente del programa, según se definen en la figura VII-1. Para el cálculo, se utiliza la fórmula que se muestra a continuación:

$$\% \text{ presupuesto: } \left( \frac{\text{Cantidad designada en colones}}{\text{Cantidad solicitada en colones}} \right) \times 100$$

- A partir del resultado obtenido, el responsable de Salud Ocupacional deberá verificar que se designe, al menos, un 90 % del presupuesto solicitado por cada componente del programa, lo cual se considera aceptable.
- En caso de que el presupuesto solicitado sea menor al 90 %, los encargados de Salud Ocupacional y medicina de empresa deberán coordinar una reunión con Gerencia General para retomar la necesidad de obtener los recursos financieros para implementar las medidas de mejora propuestas.
- La Gerencia General tendrá la responsabilidad de revisar y aprobar los cambios y las medidas de mejora propuestas.

## VIII. Conclusiones

- Las metodologías de evaluación proporcionan un control y seguimiento de los niveles de presión sonora en las áreas de la planta de producción.
- Las medidas de control ingenieriles y administrativas permiten obtener los mejores resultados en la disminución del ruido, para las diferentes áreas de la planta de producción.
- La medida de control ingenieril referente al encerramiento junto con las barreras acústicas, proporcionan una reducción del ruido hasta niveles seguros de exposición, los cuales se encuentran bajo 75 decibeles (A).
- El equipo de protección auditiva, referente a los tapones y orejeras, brinda una reducción del ruido en niveles inferiores a 70 decibeles (A), lo cual también se encuentra debajo del nivel límite de exposición de 80 decibeles (A).
- El programa de capacitación permite educar y sensibilizar a los trabajadores sobre la aplicación de buenas prácticas en el manejo manual de materiales y equipos. Esta medida contribuye a la disminución del ruido en la planta de producción.
- La guía establecida en el subapartado “Vigilancia de la salud” establece medidas y acciones que permiten el seguimiento del estado de salud auditiva de los trabajadores.
- Los aspectos referentes a la evaluación y seguimiento del programa permiten conocer la efectividad de las medidas implementadas, así como identificar oportunidades para la mejora continua.

## **IX. Recomendaciones**

- Dado que la empresa no cuenta con equipo para medir el ruido, se deberá coordinar su alquiler y calibración con un periodo de anticipación de al menos un mes. Esta medida es necesaria para cumplir con los periodos establecidos para el monitoreo de la exposición a ruido.
- Se sugiere la implementación apropiada de equipo de protección personal en aquellos trabajadores que presenten un historial de molestias auditivas.
- Se recomienda realizar estudios ergonómicos, para conocer el nivel recomendado que deben tener los trabajadores/as con respecto al levantamiento de cargas y manejo manual de materiales.
- Es necesario considerar que se incluyan conocimientos adicionales en los temas relacionados al programa de capacitación. Esta medida permite que los trabajadores se motiven por implementar las buenas prácticas indicadas en el manejo manual de materiales y equipos.
- Se recomienda que todo trabajador que ingresa y termina de laborar en la empresa, se le realice una prueba audio métrica, con la finalidad de conocer el estado de su salud auditiva.
- Se recomienda que la evaluación y seguimiento del programa de prevención y conservación auditiva también sea realizada por el encargado de medicina laboral, de tal manera que se tengan aportes adicionales para mejorar la efectividad del programa.



## X. Bibliografía

3M (2010). Hoja de datos técnicos: 3M E-A-R™ E-A-R CAPS™ Tapones con banda. [http://www.exclusivas-alonso.com/subidas/productos/documentos/71004\\_1.pdf](http://www.exclusivas-alonso.com/subidas/productos/documentos/71004_1.pdf)

3M (2011). Sonómetros 3M™ SoundPro™ serie SE/DL. <https://multimedia.3m.com/mws/media/888934O/catalogo-3m-soundpro.pdf>

3M (s.f.). Soluciones integrales para protección auditiva. [https://prebecon.com/uploads/catalogo\\_proteccion\\_auditiva\\_3M.pdf](https://prebecon.com/uploads/catalogo_proteccion_auditiva_3M.pdf)

Abdul Rahim, K. A., Jewaratnam, J., Che Hassan, C. R. y Hamid, M. D (2020). Effectiveness of a novel index system in preventing early hearing loss among furniture industry skills training students in malaysia [Eficacia de un nuevo sistema de índices para prevenir la pérdida de audición temprana entre estudiantes de capacitación en habilidades de la industria del mueble en Malasia]. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17 (21), 8032. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17218032>

Ahmed, S.S., y Gadelmoula, A.M (2020). Industrial noise monitoring using noise mapping technique: a case study on a concrete block-making factory. [Monitoreo de ruido industrial mediante la técnica de mapeo de ruido: un caso de estudio sobre una fábrica de bloques de hormigón] *Int. J. Environ. Sci. Technol.* <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1007/s13762-020-02982-9>

Álvarez, F (2011). *Salud ocupacional*. Colombia: Ecoe Ediciones. [https://www.academia.edu/29054737/Saludocupacional\\_franciscolvarez\\_1505041\\_60527\\_conversion\\_gate01\\_1](https://www.academia.edu/29054737/Saludocupacional_franciscolvarez_1505041_60527_conversion_gate01_1)

Amable, Á. I., Méndez, M. J., Delgado P. L., Figueroa, A. F., De Armas, M. J. y Rivero, L. M (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Rev Méd Electrón*, 39(3),

640-649.

[https://www.medigraphic.com/cgi-](https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73569)

[bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73569](https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73569)

Amén, C. S (2016). *Diseño y aplicación del programa de conservación auditiva para la prevención de alteraciones de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a ruido de los departamentos de equipos pesado y turbina de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador del Cantón Shushufindi provincia de Sucumbíos*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3157>

Asinsten, J. C (2015). *El sonido*. Educ. ar. <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/865/868/5131.pdf>

Avilés López, R., y Perera Martín, M. R (2017). *Manual de acústica ambiental y arquitectónica*. Ediciones Paraninfo, SA. [https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=FQgaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=cap%C3%ADtulo+v+la+ac%C3%BAstica&ots=xcN1B8jsB7&sig=ojlmDAUNa6wxel3XyUKZTSIpYXQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=cap%C3%ADtulo%20v%20la%20ac%C3%BAstica&f=false](https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=FQgaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=cap%C3%ADtulo+v+la+ac%C3%BAstica&ots=xcN1B8jsB7&sig=ojlmDAUNa6wxel3XyUKZTSIpYXQ&redir_esc=y#v=onepage&q=cap%C3%ADtulo%20v%20la%20ac%C3%BAstica&f=false)

Asociación Española de Normalización (2012). *UNE-EN ISO 12100:2012. Seguridad de las máquinas*.

Blanquicett Pineda, O. C., Pino Barona, E. C., y Pineda Montoya, L. A (2019). *Diseño de un sistema de vigilancia epidemiológica para la conservación auditiva de los trabajadores de la empresa Serviaseamos SA*. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18001/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20SVE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bouccara, D., Ferrary, E., Mosnier, I., Grayeli, A. B., y Sterkers, O (2006). Presbiacusia. *EMC-Otorrinolaringología*, 35(1), 1-10. [https://doi.org/10.1016/S1632-3475\(06\)45290-5](https://doi.org/10.1016/S1632-3475(06)45290-5)

ByC Exportadores (2020). Información acerca de la empresa.  
<https://bycexportadores.com/es/about/>

ByC Exportadores (2020). Nuestra historia.  
<https://bycexportadores.com/es/about/>

ByC Exportadores (2021). Política de Salud Ocupacional.

Cairampoma, M. R (2015). Tipos de investigación científica: una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Redvet. Revista electrónica de veterinaria*, 16(1), 1-14.  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

Campos, G. D., y Quintanilla, I. T (2016). Evaluación de riesgos por exposición al ruido: metodología analítica y cálculo de incertidumbres.  
<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3120/1/Campos%20Gim%C3%A9nez%20David%20TFM.pdf>

Cando Macas, W. D (2019). *Diseño de diagramas de procesos en el ambiente del trabajo para el taller Angelous Road Garage*.  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2965/1/T-UIDE-223.pdf>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (2008). Cómo ponerse los tapones de oídos de espuma blanda.  
[https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/hearingloss/earplugs\\_sp.pdf](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/hearingloss/earplugs_sp.pdf)

Chicago Pneumatic (2017). QRS 3-7.5 & 10-20 Belt drive rotary screw air compressors.  
[https://www.cp.com/content/dam/brands/Chicago%20Pneumatic/CP%20Stationary%20Compressors/literature/CP\\_QRS\\_3-20M\\_Brochure\\_US\\_IMP\\_EN\\_2017-05-25.pdf](https://www.cp.com/content/dam/brands/Chicago%20Pneumatic/CP%20Stationary%20Compressors/literature/CP_QRS_3-20M_Brochure_US_IMP_EN_2017-05-25.pdf)

Consejo de Salud Ocupacional (2017). Estadísticas de salud ocupacional. [https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202017.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202017.pdf)

Construplaza (2021). Materiales de construcción. <https://www.construplaza.com/>

Gómez-Cano Alfaro, M (2007). Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1-35. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Ruido+Evaluaci%C3%B3n+y+acondicionamiento+ergon%C3%B3mico.pdf/8090501b-24a1-4cc1-8409-6ccc324005ab?t=1527155979542>

Castro, J. A. E (2008). Interpretación de los diagramas de dispersión por estudiantes de Bachillerato. Enseñanza de las ciencias: *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 257-270. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/118098/297686>

Christos Baliatsas, B., Van Kamp, I., Swart, W., Hooiveld, M., y Yzermans, Y (2016). Noise sensitivity: Symptoms, health status, illness behavior and cooccurring environmental sensitivities [Sensibilidad al ruido: síntomas, estado de salud, comportamiento de enfermedad y sensibilidades ambientales concurrentes]. *Environmental Research*, 150, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.029>

Decibel Soluciones Acústicas (s.f.). Lana mineral de roca volcánica. <https://www.decibel.com.ar/fichas/FICHA-ROCKWOOL.pdf>

Echeverri, C., y Gonzalez, A (2011). Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. *Revista Ingenierías*, 51-60. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n18/v10n18a06.pdf>

Europalet (s.f.). Palets industrials.  
<https://www.europalet.com/europalets/europalet-color-negro>

Extech (2017). Dosímetro de ruido, registrador de datos y sonómetro con interface para PC, modelo SL355.  
[http://www.extech.com/products/resources/SL355\\_UM-es.pdf](http://www.extech.com/products/resources/SL355_UM-es.pdf)

Fallas-Godínez, Y. F (2019). *Programa de control de riesgos ergonómicos y conservación auditiva para los colaboradores del área de ebanistería de la empresa HDM.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10736/programa-control-riesgos-ergonomicos-conservacion-auditiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Food Safety Innovation (FSI) (2012). El uso de utensilios y materiales de plástico en la industria alimenticia.  
<http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/news/2012/08/index.html#:~:text=Diversos%20materiales%20como%20la%20madera,el%20procesamiento%20de%20los%20alimentos.>

Gobierno de la República. (1979). Decreto N° 10541-TSS. Reglamento para el control de ruidos y vibraciones. Pub, L. No. 10541- TSS.  
[https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos\\_normativa\\_reglamentaria/Reglamento%20Control%20Ruidos%20Vibraciones.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20Control%20Ruidos%20Vibraciones.pdf)

Golmohammadi, R., Darvishi, E., Shafiee Motlagh, M., y Faradmal, J (2020). Role of individual and personality traits in occupational noise-induced psychological effects [Papel de los rasgos individuales y de personalidad en los efectos psicológicos inducidos por el ruido ocupacional]. *Applied Acoustics*, 173, 107699.  
<https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.apacoust.2020.107699>

Gómez Salazar, J. C (2017). Aplicación del método de medición de pérdida por transmisión de acuerdo a la norma ASTM E2611-09 incluyendo un quinto micrófono de medición como referencia para estimar parámetros acústicos como la

pérdida por transmisión y los coeficientes de absorción y reflexión.  
[http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4743/1/Aplicacion\\_Metodo\\_Medicacion\\_Gomez\\_2017.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4743/1/Aplicacion_Metodo_Medicacion_Gomez_2017.pdf)

GS1 (2003). Manual de logística de paletización. [https://www.gs1cr.org/wp-content/uploads/2016/04/manual\\_logistica.pdf](https://www.gs1cr.org/wp-content/uploads/2016/04/manual_logistica.pdf)

Hammersen, F., Niemann, H., y Hoebel, J (2016). Environmental noise annoyance and mental health in adults: findings from the cross-sectional German Health Update (GEDA) Study 2012 [Molestia por ruido ambiental y salud mental en adultos: hallazgos del estudio transversal de actualización de salud alemana (GEDA) 2012]. *International journal of environmental research and public health*, 13(10), 954. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100954>

Henao, F (2014). Riesgos físicos I: Ruido, vibraciones y presiones anormales (2 ed.). Ecoe Ediciones.

Ingersoll Rand (2005). Owner's Manual. [https://www.aircompressorsdirect.com/manuals/irmanual2340\\_2475\\_2545\\_7100\\_15t\\_3000\\_2.pdf](https://www.aircompressorsdirect.com/manuals/irmanual2340_2475_2545_7100_15t_3000_2.pdf)

Instituto de Salud Pública de Chile (s.f.). Guía para la selección y control de protectores auditivos. [https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/GUIA\\_SELECCION\\_PROTECCION\\_AUDITIVA.pdf](https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/GUIA_SELECCION_PROTECCION_AUDITIVA.pdf)

INTECO (2000). INTE 31-09-16-00: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

INTECO (2016a). INTE/ISO 9612: Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.

INTECO (2016b). INTE 31-07-01:2016. Requisitos para la aplicación de colores y señalización de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT) (2006). Real Decreto 286/2006, Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido/96a86542-1ac3-42c1-9df2-8c385c67db60>

INSHT (2007). Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico”. <https://www.insst.es/documents/94886/509319/DTE-Aspectos+Ergonomicos+RUIDO+y+VIBRACIONES.pdf/f19b4be7-4f7d-4f11-9d12-b0507638290f>

INSHT (2011). Manipulación manual de cargas: Guía técnica del INSHT. <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

ISOTools (2020). ¿Qué es un checklist y cómo se debe utilizar? <https://www.isotools.org/2018/03/08/que-es-un-checklist-y-como-se-debe-utilizar/>

Lancón Rivera, L. A (2012). Caracterización de la absorción sonora en modelos físicos a escala. <https://core.ac.uk/download/pdf/128742588.pdf>

Libus Feel Safe (s.f.a.). Auditivos de copa L-320 Vincha. <https://www.libus.com.ar/descargas/fichastecnicasdeproducto2018/AUDITIVA/EXTERNOS/L%C3%8DNEA%20300/audit900478.pdf>

Libus Feel Safe (s.f.b.). Protector auditivo de copa Alternative. <https://alcacompany.com/wp-content/uploads/2016/09/FICHA-OREJERA-COPA-ALTERNATIVE-LIBUS-PERU.pdf>

López Cebrián, I (2001). Acústica para la arquitectura. Empresa Acústica Arquitectónica. [https://www.arauacustica.com/files/noticias/pdf\\_esp\\_354.pdf](https://www.arauacustica.com/files/noticias/pdf_esp_354.pdf)

López Townsend, R. N (2015). *Recomendaciones para la implementación de un programa de conservación de la audición en una fábrica procesadora de bolígrafos* (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional.). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/21143/1/Ing.%20Robert%20Lopez%20Townsend.pdf>

Madriz, M. J (2020). Sistema de Gestión en Calidad. ByC Exportadores.

Mancera, F. M., Mancera, R. M., Mancera, R. M y Mancera, R. J (2012). Seguridad e Higiene Industrial: Gestión de Riesgos. Alfaomega Grupo Editor. [https://ashconsultores.com.ar/wp-content/uploads/2019/06/Libro\\_Seguridad\\_e\\_Higiene\\_industrial\\_ges.pdf](https://ashconsultores.com.ar/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Seguridad_e_Higiene_industrial_ges.pdf)

Martínez, M (2013). Metodologías de medición de ruido. Obtenido de [http://www.tecdigital.itcr.ac.cr/dotlrn/classes/SHO/SO2307/S-2-2013.CA.SO2307.1/filestorage/index?folder\\_id=11747718](http://www.tecdigital.itcr.ac.cr/dotlrn/classes/SHO/SO2307/S-2-2013.CA.SO2307.1/filestorage/index?folder_id=11747718)

Martínez, M. G., García, J. J. J., Ceballos, L. Y., Valencia, A. M., Zapata, M. A. V., y Trespalcios, E. M. V (2012). Ruido industrial: Efectos en la salud de los trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*, 3(2), 174-183. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4163349>

McCullagh M. C., Raymond D., Kerr M. J, y Lusk S. L (2010). Prevalence of hearing loss and accuracy of self-report among factory workers. *Noise Health*, 13(54), 340–7.



Medina, M. G. O., y González, A. E (2015). La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades. *Ingeniería*, 19(2), 129-136. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750925006.pdf>

Meneses, J., y Rodríguez-Gómez, D (2011). El cuestionario y la entrevista. <https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario-entrevista/cuestionario-entrevista.pdf>

Ministerio de Educación Pública (MEP) (2013). Programas de estudio. [https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/esocialese\\_civica1y2ciclo.pdf](https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/esocialese_civica1y2ciclo.pdf)

Moldex (2020). Tapones en banda Pura-Band®. <https://www.moldex-europe.com/es/productos/bandas/pura-band/>

Moldex (s.f.a.). Ficha técnica de tapones reutilizables. [https://xn--baonysanchez-bhb.com/images/stories/virtuemart/product/6401\\_4.pdf](https://xn--baonysanchez-bhb.com/images/stories/virtuemart/product/6401_4.pdf)

Moldex (s.f.b.). Ficha técnica bandas Moldex. [https://www.moldex-europe.com/fileadmin/user\\_upload/documents/es/downloads/TDS-Hearing-Bands-6600-6700-ES-Rev03-12.pdf](https://www.moldex-europe.com/fileadmin/user_upload/documents/es/downloads/TDS-Hearing-Bands-6600-6700-ES-Rev03-12.pdf)

Moyano, A., y Jordan, E (2016). Evaluación de los niveles de ruido en la empresa Curtiembre Aldas. <http://redi.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31101>

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2010). Occupationally-induced hearing loss [Pérdida auditiva inducida por el trabajo]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-136/pdfs/2010-136.pdf?id=10.26616/NIOSHPUB2010136>

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1996). *Preventing Occupational Hearing Loss: A Practical Guide* [Prevención de la pérdida

auditiva ocupacional: Una guía práctica]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/pdfs/96-110.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB96110>

Torrecilla, J. M (2006). La entrevista. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid. [http://www2.uca.edu.sv/mcp/media/archivo/f53e86\\_entrevistapdfcopy.pdf](http://www2.uca.edu.sv/mcp/media/archivo/f53e86_entrevistapdfcopy.pdf)

OMCORP (2021). Cestas plásticas. <https://omcorp.com.ve/producto/cesta-plastica-amarilla-40kg-alimentos-camarones-mariscos-hortalizas/>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2002). OSHA 3074: Hearing conservation [OSHA 3074: Conservación auditiva]. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3074.pdf>

OSHA (2005). El ruido en el trabajo. *Revista de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. [https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/es/publications/magazine/8/Magazine\\_8 - El ruido en el trabajo.pdf](https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/es/publications/magazine/8/Magazine_8_-_El_ruido_en_el_trabajo.pdf)

PCE (s.f.). Series SoundPro SE/DL, sonómetro. <https://www.pce-iberica.es/manuales/manual-soundpro-se-dl.pdf>

Ramírez Rodríguez, L., y Saavedra Zarta, A (2020). *Diseño del programa de conservación auditiva para la empresa tornillos Gutemberto SAS* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10961/UVDTE.RLA\\_Ram%c3%adrezLorena-SaavedraAndrea\\_2020.?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10961/UVDTE.RLA_Ram%c3%adrezLorena-SaavedraAndrea_2020.?sequence=1&isAllowed=y)

Rinawati, S., Rachmawati, S., Suryadi, I., Setyono, P., Hawali, H. Matin, A., Kusumaningrum, L., y Suhardono, S (2020). *Monitoring of noise contour mapping and hearing conservation program of rice milling workers in griyan karanganyar* [Monitoreo del mapeo de contornos de ruido y programa de conservación de la

audición de los trabajadores de la molinera de arroz en Griyan Karanganyar].  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020215013>

Robles, R. A., y Arias, M. E (2015). Metodologías de evaluación: Exposición ocupacional a ruido y casos de análisis en agentes ambientales físicos; Módulo exposición ocupacional a ruido.  
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12011/Metodolog%C3%ADa%20WEB.pdf?sequence=1>

Rockfon (2017). Tarifa 2017.  
[https://gduran.com/tarifas/construccion/Techos\\_acusticos\\_suspendidos\\_%20perfil\\_eria\\_catalogo\\_TARIFA\\_precios\\_ROCKFON.pdf](https://gduran.com/tarifas/construccion/Techos_acusticos_suspendidos_%20perfil_eria_catalogo_TARIFA_precios_ROCKFON.pdf)

Rockfon (2018). Fiche de declaration environnementale et sanitaire du produit [Ficha de declaración medioambiental y sanitaria del producto].  
[https://www.rockfon.fr/siteassets/commerce/fr/tiles/documents/fiche-de-declaration-environnementale-et-sanitaire-du-produit-fdes/rockfon\\_fdes\\_fr\\_3mid-density-20-40mm.pdf?f=20191216153306](https://www.rockfon.fr/siteassets/commerce/fr/tiles/documents/fiche-de-declaration-environnementale-et-sanitaire-du-produit-fdes/rockfon_fdes_fr_3mid-density-20-40mm.pdf?f=20191216153306)

Rockfon (s.f.). Rockfon® Ekla® Th 40.  
[https://cdn01.rockfon.es/siteassets/commerce/es/tiles/documents/fichas-tecnicas-paneles/es-tile-datasheet-rockfon-ekla-th40\\_d\\_01\\_2018.pdf?f=20190729070711](https://cdn01.rockfon.es/siteassets/commerce/es/tiles/documents/fichas-tecnicas-paneles/es-tile-datasheet-rockfon-ekla-th40_d_01_2018.pdf?f=20190729070711)

Rockwool (2017). ¿Por qué es importante el aislamiento no-combustible?  
<https://www.rockwool.es/syssiteassets/rw-es/herramientas/biblioteca-de-documentos/proteccion-contra-incendios/la-lana-de-roca-y-las-euroclases-fuego.pdf>

Rockwool (2021). Tarifa 2021. <https://jorgefernandez.es/webjfc/wp-content/uploads/2021/01/ROCKWOOL-tarifa-Enero-2021.pdf>

Roldán-Zapata, E (2015). *Propuesta de programa de prevención de riesgos operacionales para las actividades de pre-inspección e inspección de campo del proyecto* Ebridge.  
[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6346/propuesta\\_programa\\_p\\_revencion\\_risgos\\_operacionales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6346/propuesta_programa_p_revencion_risgos_operacionales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruíz, A. S (2019). *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según la INTE/ISO 45001:2018 para ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, Cartago*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10742/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruíz, A. S (2020). Programa de Salud Ocupacional.

Secretaría de Salud, Subsecretaría de Coordinación Sectorial, Dirección General de Enseñanza de Salud y Dirección de Capacitación y Desarrollo (2001). Guía técnica para la operación del proceso de capacitación. <http://www.secc35oax.com.mx/manuales/guiatec3.pdf>

Stellpro (s.f.). Ficha técnica: Fono steelpro cm 501 isp NRR 23db. [http://vicsa.vteximg.com.br/arquivos/FONO\\_CASCO\\_CM501.pdf](http://vicsa.vteximg.com.br/arquivos/FONO_CASCO_CM501.pdf)

Tao, Y., Chai, Y., Kou, L., y Kwan, M (2020). Understanding noise exposure, noise annoyance, and psychological stress: Incorporating individual mobility and the temporality of the exposure-effect relationship [Comprensión de la exposición al ruido, la molestia al ruido y el estrés psicológico: incorporar la movilidad individual y la temporalidad de la relación exposición-efecto]. *Applied Geography*, 125, 102283. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.apgeog.2020.102283>

Ulibarri Martínez, J. M (2015). Asociación entre ruido y ansiedad en trabajadores. <https://148.226.24.32/bitstream/handle/123456789/42171/UlibarriMartinezJuan.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) (s.f.). Acondicionamientos acústicos. <https://www.procame.una.ac.cr/index.php/unidades-didacticas?download=15:acondicionamientos-acusticos>

Van Kamp, I., y Davies, H (2008). Environmental noise and mental health: Five year review and future directions [Ruido ambiental y salud mental: revisión de cinco años y direcciones futuras]. In *Proceedings of the 9th international congress on noise as a public health problem*. [http://www.icben.org/2008/PDFs/van\\_Kamp\\_Davies.pdf](http://www.icben.org/2008/PDFs/van_Kamp_Davies.pdf)

Van Kamp, I (2010). Noise and health from different perspectives. *Australian Acoustical Society*, 5, 4202-4209. [https://www.acoustics.asn.au/conference\\_proceedings/ICA2010/cdrom-ICA2010/papers/p564.pdf](https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/ICA2010/cdrom-ICA2010/papers/p564.pdf)

Van Kamp, I., y Davies, H (2013). Noise and health in vulnerable groups: A review [Ruido y salud en grupos vulnerables: una revisión]. *Noise Health*, 15, 153-9. <https://www.noiseandhealth.org/text.asp?2013/15/64/153/112361>

Zühre, S. y Mehmet Çalış, K (2007). Diseño acústico y control de ruido en estaciones de metro: Casos prácticos de la Ankara. [https://www.researchgate.net/publication/228850689\\_Acoustical\\_Design\\_and\\_Noise\\_Control\\_in\\_Metro\\_Stations\\_Case\\_Studies\\_of\\_the\\_Ankara\\_Metro\\_System](https://www.researchgate.net/publication/228850689_Acoustical_Design_and_Noise_Control_in_Metro_Stations_Case_Studies_of_the_Ankara_Metro_System)

## **XI. Apéndices generales**

Apéndice 1. Entrevista estructurada sobre el historial de exposición al ruido en los trabajadores de la planta de producción

Entrevista estructurada sobre el historial de exposición al ruido en los trabajadores

El objetivo de la entrevista es conocer información sobre el historial de exposición al ruido en los trabajadores, como insumo para un programa de prevención y conservación auditiva.

Nombre: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora inicial de la entrevista: \_\_\_\_\_

Hora final de la entrevista: \_\_\_\_\_

#### Preguntas

1. ¿Los trabajadores han presentado casos de molestias o síntomas relacionados con la exposición al ruido?

Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí, indique:

¿Cuántas personas?

\_\_\_\_\_

¿Quiénes y en cuál área de trabajo estuvieron en ese momento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Se realizan exámenes médicos pre-empleo?

Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí, indique si los exámenes consideran deficiencias en la salud auditiva de la persona:

\_\_\_\_\_

- 
3. ¿Se realizan pruebas audio métricas anuales y de referencia gratuitas a los trabajadores?

Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí, indique si se mantienen registros y durante cuánto tiempo:

---

---

---

4. ¿Se informa a los trabajadores sobre los resultados obtenidos en las pruebas audio métricas?

Sí ( ) No ( )

5. ¿Existen o han existido casos de pérdida auditiva en los trabajadores de la planta de producción?

Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí, indique cuántos:

---

---

---

¿Qué puesto desempeñaron en ese momento?

---

---

6. ¿Se toma alguna medida en caso de que presente pérdida auditiva?

---

---

7. ¿Se utiliza un equipo de prueba calibrado adecuadamente para las pruebas audio métricas?

Sí ( ) No ( )

8. ¿Las pruebas audio métricas son realizadas por personal calificado y certificado?

Sí ( ) No ( )

9. ¿Considera que la empresa destinaría fondos para implementar un programa de prevención y conservación auditiva en la planta de producción?

---

---

10. ¿Cuáles controles cree que se implementarían? ¿Por qué?

---


11. ¿Cuál sería el monto destinado a realizar este tipo de mejoras?

---

---



Apéndice 2. Encuesta higiénica sobre el tema de exposición al ruido en el área sucia, limpia, muestras, bodega y armado de cartón

	Encuesta higiénica sobre la exposición al ruido	Código:
		Fecha:
Realizado por:		

Ubicación de la empresa:

\_\_\_\_\_

Representante de la empresa: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

**Datos Generales:**

Área de aplicación: \_\_\_\_\_

Cantidad de trabajadores: \_\_\_\_\_

Descripción del proceso desarrollado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Materia prima utilizada: \_\_\_\_\_

Cantidad de maquinaria involucrada en el proceso:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tipos de productos:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Información de la organización trabajo**

Descripción de las jornadas laborales:

Días laborales: \_\_\_\_\_ Horas: \_\_\_\_\_

Turnos de trabajo: \_\_\_\_\_

Horas extras: \_\_\_\_\_

Cantidad de trabajadores por turno: \_\_\_\_\_

### **Información sobre ruido**

Frecuencia de mediciones de ruido en el área:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Sectores con mayor presencia de ruido:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Sector crítico de exposición a ruido en el área:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Se les informa a los trabajadores los resultados obtenidos de los estudios de ruido? \_\_\_\_\_

Importancia del ruido externo:

\_\_\_ Muy importante \_\_\_ Importante \_\_\_ Regular \_\_\_ No importante

\_\_\_ Imperceptible

Grado de molestia del ruido ocasionado por personas:

Molesto \_\_\_\_\_ No Molesto \_\_\_\_\_

Observaciones:

---

---

Proceso que genera mayores niveles de ruido:

---

---

Rotación del personal: \_\_\_\_\_ Mucha \_\_\_\_\_ Poca \_\_\_\_\_ Ninguna

Los trabajadores han experimentado pérdida auditiva: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cantidad de trabajadores con pérdida auditiva: \_\_\_\_\_

Características del ruido existente:

Es considerado constante: Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Es variable en el tiempo: Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Existe ruido de impacto: Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Se presentan ruidos inesperados: Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Hay ruidos inesperados en algún momento de la jornada: Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_

¿Se utiliza algún tipo de protección auditiva? Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Especifique que tipo de equipo de protección auditiva (EPA) se utiliza:

---

---

Frecuencia y mantenimiento del EPA:

---

Tiempos de utilización del EPA por parte de los trabajadores:

---

Se capacita al personal sobre la correcta utilización del EPA: \_\_\_\_\_

### **Vigilancia de la salud**

¿La empresa cuenta con un médico en la empresa? ¿Durante cuánto tiempo permanece en el lugar? (descripción)

---

---

¿Se involucran pruebas para poder identificar el personal adecuado para el puesto de trabajo? Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿Se realizan exámenes médicos periódicos (audiometrías)? (descripción)

---

---

Molestias más comunes presentadas por los trabajadores:

---

---

### **Condiciones de las instalaciones**

Materiales de aislamiento acústico:

---

---

Altura del local: \_\_\_\_\_

Área aproximada del local (especificar las dimensiones):

\_\_\_\_\_

Materiales de construcción (especificar el tipo de estructura y su ubicación):

Pared norte: \_\_\_\_\_

Pared sur: \_\_\_\_\_

Pared este: \_\_\_\_\_

Pared oeste: \_\_\_\_\_

Otra pared: \_\_\_\_\_

Techo: \_\_\_\_\_

Piso: \_\_\_\_\_

Tipo de aberturas en el local (especifique la pared, techo o piso donde se encuentra la abertura, así como las dimensiones de la abertura/s):

Pared norte: \_\_\_\_\_

Pared sur: \_\_\_\_\_

Pared este: \_\_\_\_\_


Pared oeste: \_\_\_\_\_

Otra pared: \_\_\_\_\_

Techo: \_\_\_\_\_


Piso: \_\_\_\_\_

Apéndice 3. Lista de verificación sobre los factores que afectan los NPS en la planta de producción

	<b>Lista de verificación sobre los factores y condiciones que afectan los NPS en la planta de producción</b>		Realizado por:	
			Fecha:	
			Hora de inicio:	
			Hora final:	
Cumplimiento	Sí	No	Observaciones	
¿Se presentan algunas de estas situaciones?				
Uso de chorros de aire comprimido				
Emisiones de aire comprimido				
Martilleo				
Choques intensos				
Uso ocasional de máquinas y herramientas muy ruidosas				
Paso de vehículos ruidosos				
¿Durante cuál momento de la jornada?	Marque con una equis:		Observaciones	
Al principio del turno				
A la mitad del turno				
Al final del turno				
Durante la fase de ajuste o de suministro				
Durante las actividades de arranque o paro en la producción				
Otros				
Cumplimiento	Sí	No	Observaciones	

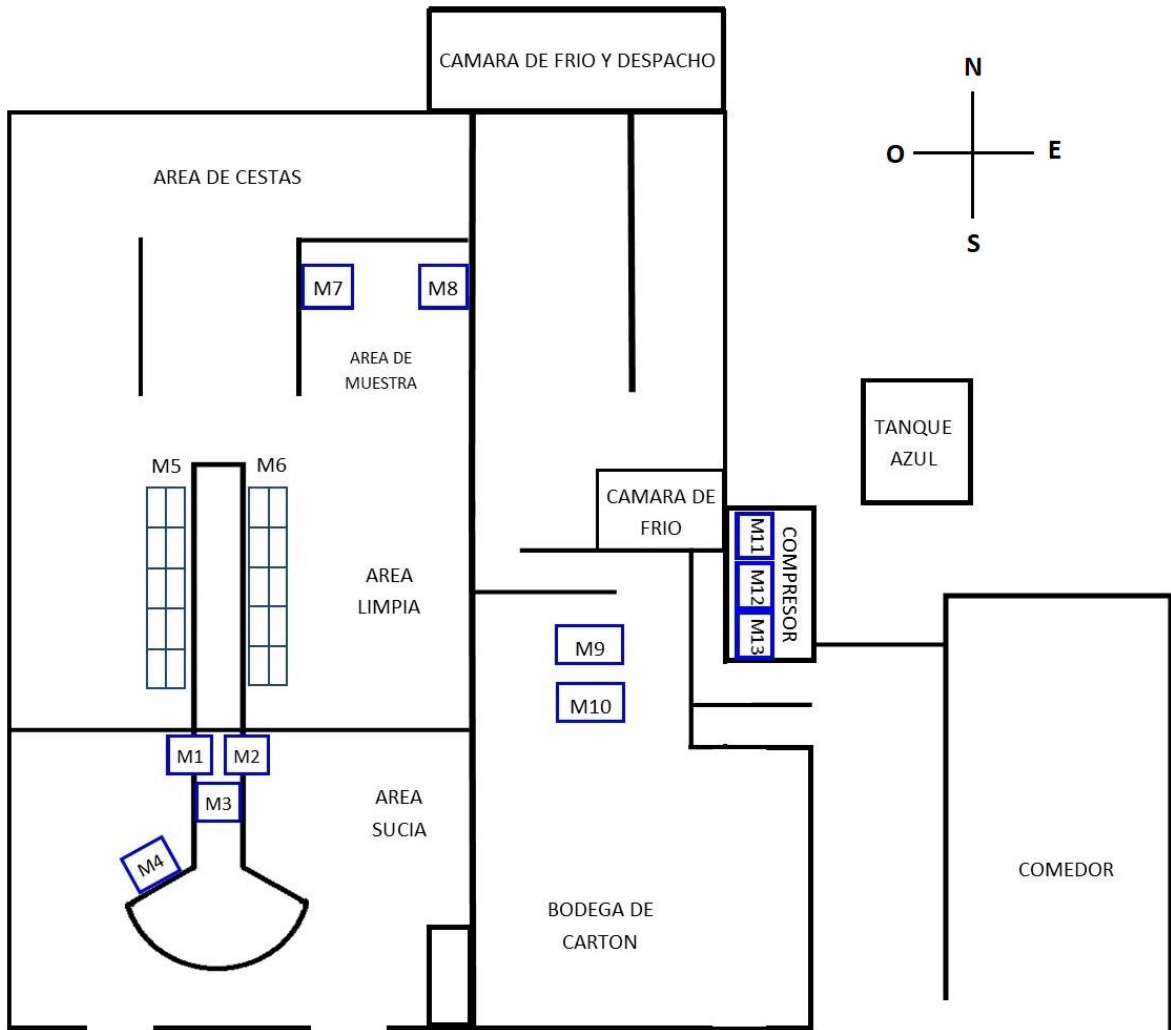
¿Se producen actividades muy ruidosas en los puestos de trabajo vecinos?			Tipo de actividades: Puestos:
--	--	--	----------------------------------

Apéndice 4. Lista de verificación sobre la duración de las tareas realizadas en la planta de producción

	Lista de verificación sobre la duración de las tareas en la planta de producción			Realizado por:
				Fecha:
				Hora de inicio:
				Hora final:
		Duración 1 (s)	Duración 2 (s)	Duración 3 (s)
¿Cuál es la duración de las siguientes tareas?				
Lavado de chayote				
Elevado de chayote				
Selección de chayote				
Encavanado				
Embolsado				
Empacado				
Selección de chayote de mejor calidad				
Armado de cartón				
Acomodo de cartón				
	Sí	No	Observaciones	
¿Se cuenta con una tarea adicional a las anteriores?				
Tarea adicional 1				
Tarea adicional 2				
Tarea adicional 3				



Apéndice 5. Croquis sobre la distribución de las máquinas, equipos y materiales presentes en la planta de producción



Donde:

- M1, M2, M3: Turbinas de aire comprimido
- M4: Motor del tanque de agua
- M5, M6: Cintas transportadoras con rodillos
- M7, M8: Sopladores de aire comprimido
- M9, M10: Máquinas de armado de cartón
- M11, M12: Compresores Ingersoll Rand, modelo 2475n7.5-v
- M13: Compresor Chicago Pneumatic, modelo QRS7,5 HPD UL

Apéndice 6. Cuestionario para el personal de Mantenimiento y Reparación

Nombre del trabajador: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

Cantidad de máquinas: \_\_\_\_\_

Instrucciones: A continuación, se brinda un cuestionario con el que se pretende recoger su opinión sobre el mantenimiento realizado a las máquinas. Para llenarlo, lea detenidamente cada pregunta y todas las alternativas de respuesta. Marque con una X, o indique la opción u opciones que usted considere, en la casilla correspondiente. Por favor, responda a todas las preguntas y tenga en cuenta que algunas pueden tener varias respuestas.

1. Describa, ¿Qué tipo de máquinas se utilizan en la planta de producción?  
Indique las máquinas y el área al que pertenecen

---

---

---

2. ¿Qué tipo de mantenimiento se les da a las máquinas? Indique si es preventivo, correctivo y/o predictivo.

---

---

---

3. ¿Cuáles son los tiempos en los que operan las diferentes máquinas? Indique el tiempo y la máquina correspondiente.

---

---

---

4. ¿Conoce cuánto ruido genera cada máquina? Indíquelo según la máquina correspondiente.

Sí ( ) No ( )

---

---

---

5. ¿Se toma en cuenta el ruido realizado por la máquina cuando se les da mantenimiento?

Sí ( ) No ( )

6. ¿Las personas se suelen quejar del ruido generado por las máquinas?

Sí ( ) No ( )

7. ¿Cuál es la antigüedad de las máquinas?

---

---

---

8. ¿Se puede realizar alguna mejora a las máquinas para que generen menos ruido?

Sí ( ) No ( )

Si la respuesta es sí, indique la/s posible/s mejora/s:

---


---

---

Apéndice 7. Bitácora de muestreo para el mapa de ruido del área sucia

		Bitácora de muestreo Mapa de Ruido					Fecha:	
		Realizado por:					Hora de inicio:	
		Área: Sucia					Hora final:	
	Número de medición						Observaciones	
NPS/Punto	1	2	3	4	5	6		
<b>Recorrido 1</b>								
Hora	8:00	8:05	8:10	8:15	8:20	8:25		
<b>Recorrido 2</b>								
Hora	8:30	8:35	8:40	8:45	8:50	8:55		
<b>Recorrido 3</b>								
Hora	9:00	9:05	9:10	9:15	9:20	9:25		
<b>Recorrido 4</b>								
Hora	9:30	9:35	9:40	9:45	9:50	9:55		
<b>Recorrido 5</b>								
Hora	10:00	10:05	10:10	10:15	10:20	10:25		
<b>Recorrido 6</b>								
Hora	10:30	10:35	10:40	10:45	10:50	10:55		
<b>Recorrido 7</b>								
Hora	11:00	11:05	11:10	11:15	11:20	11:25		
<b>Recorrido 8</b>								
Hora	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55		
<b>Recorrido 9</b>								
Hora	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25		
<b>Recorrido 10</b>								
Hora	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55		
<b>Recorrido 11</b>								
Hora	13:00	13:05	13:10	13:15	13:20	13:25		
<b>Recorrido 12</b>								
Hora	13:30	13:35	13:40	13:45	13:50	13:55		
<b>Recorrido 13</b>								
Hora	14:00	14:05	14:10	14:15	14:20	14:25		
<b>Recorrido 14</b>								
Hora	14:30	14:35	14:40	14:45	14:50	14:55		
<b>Recorrido 15</b>								
Hora	15:00	15:05	15:10	15:15	15:20	15:25		
<b>Recorrido 16</b>								
Hora	15:30	15:35	15:40	15:45	15:50	15:55		
<b>Recorrido 17</b>								
Hora	16:00	16:05	16:10	16:15	16:20	16:25		
<b>Recorrido 18</b>								
Hora	16:30	16:35	16:40	16:45	16:50	16:55		

Apéndice 8. Bitácora de muestreo para el mapa de ruido del área limpia y muestras

		Bitácora de muestro Mapa de Ruido					Fecha:				
		Realizado por:					Hora de inicio:				
		Área: Limpia y muestras					Hora final:				
		Número de medición									Observaciones
NPS/Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Recorrido 1											
Hora	8:00	8:03	8:07	8:10	8:14	8:17	8:21	8:24	8:28		
Recorrido 2											
Hora	8:30	8:33	8:37	8:40	8:44	8:47	8:51	8:54	8:58		
Recorrido 3											
Hora	9:00	9:03	9:07	9:10	9:14	9:17	9:21	9:24	9:28		
Recorrido 4											
Hora	9:30	9:33	9:37	9:40	9:44	9:47	9:51	9:54	9:58		
Recorrido 5											
Hora	10:00	10:03	10:07	10:10	10:14	10:17	10:21	10:24	10:28		
Recorrido 6											
Hora	10:30	10:33	10:37	10:40	10:44	10:47	10:51	10:54	10:58		
Recorrido 7											
Hora	11:00	11:03	11:07	11:10	11:14	11:17	11:21	11:24	11:28		
Recorrido 8											
Hora	11:30	11:33	11:37	11:40	11:44	11:47	11:51	11:54	11:58		
Recorrido 9											
Hora	12:00	12:03	12:07	12:10	12:14	12:17	12:21	12:24	12:28		
Recorrido 10											
Hora	12:30	12:33	12:37	12:40	12:44	12:47	12:51	12:54	12:58		
Recorrido 11											
Hora	13:00	13:03	13:07	13:10	13:14	13:17	13:21	13:24	13:28		
Recorrido 12											
Hora	13:30	13:33	13:37	13:40	13:44	13:47	13:51	13:54	13:58		
Recorrido 13											
Hora	14:00	14:03	14:07	14:10	14:14	14:17	14:21	14:24	14:28		
Recorrido 14											
Hora	14:30	14:33	14:37	14:40	14:44	14:47	14:51	14:54	14:58		
Recorrido 15											
Hora	15:00	15:03	15:07	15:10	15:14	15:17	15:21	15:24	15:28		
Recorrido 16											
Hora	15:30	15:33	15:37	15:40	15:44	15:47	15:51	15:54	15:58		

<b>Recorrido 17</b>										
<b>Hora</b>	16:00	16:03	16:07	16:10	16:14	16:17	16:21	16:24	16:28	
<b>Recorrido 18</b>										
<b>Hora</b>	16:30	16:33	16:37	16:40	16:44	16:47	16:51	16:54	16:58	

Apéndice 9. Bitácora de muestreo para el mapa de ruido del área bodega y armado de cartón

		Bitácora de muestreo Mapa de Ruido					Fecha:			Observaciones
		Realizado por:					Hora de inicio:			
		Área: Bodega y armado de cartón					Hora final:			
NPS/Punto	Número de medición								Observaciones	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Recorrido 1</b>										
<b>Hora</b>	8:00	8:03	8:07	8:11	8:15	8:18	8:22	8:26		
<b>Recorrido 2</b>										
<b>Hora</b>	8:30	8:33	8:37	8:41	8:45	8:48	8:52	8:56		
<b>Recorrido 3</b>										
<b>Hora</b>	9:00	9:03	9:07	9:11	9:15	9:18	9:22	9:26		
<b>Recorrido 4</b>										
<b>Hora</b>	9:30	9:33	9:37	9:41	9:45	9:48	9:52	9:56		
<b>Recorrido 5</b>										
<b>Hora</b>	10:00	10:03	10:07	10:11	10:15	10:18	10:22	10:26		
<b>Recorrido 6</b>										
<b>Hora</b>	10:30	10:33	10:37	10:41	10:45	10:48	10:52	10:56		
<b>Recorrido 7</b>										
<b>Hora</b>	11:00	11:03	11:07	11:11	11:15	11:18	11:22	11:26		
<b>Recorrido 8</b>										
<b>Hora</b>	11:30	11:33	11:37	11:41	11:45	11:48	11:52	11:56		
<b>Recorrido 9</b>										
<b>Hora</b>	12:00	12:03	12:07	12:11	12:15	12:18	12:22	12:26		
<b>Recorrido 10</b>										
<b>Hora</b>	12:30	12:33	12:37	12:41	12:45	12:48	12:52	12:56		
<b>Recorrido 11</b>										
<b>Hora</b>	13:00	13:03	13:07	13:11	13:15	13:18	13:22	13:26		
<b>Recorrido 12</b>										
<b>Hora</b>	13:30	13:33	13:37	13:41	13:45	13:48	13:52	13:56		
<b>Recorrido 13</b>										
<b>Hora</b>	14:00	14:03	14:07	14:11	14:15	14:18	14:22	14:26		
<b>Recorrido 14</b>										
<b>Hora</b>	14:30	14:33	14:37	14:41	14:45	14:48	14:52	14:56		
<b>Recorrido 15</b>										
<b>Hora</b>	15:00	15:03	15:07	15:11	15:15	15:18	15:22	15:26		
<b>Recorrido 16</b>										
<b>Hora</b>	15:30	15:33	15:37	15:41	15:45	15:48	15:52	15:56		
<b>Recorrido 17</b>										
<b>Hora</b>	16:00	16:03	16:07	16:11	16:15	16:18	16:22	16:26		


<b>Recorrido 18</b>									
<b>Hora</b>	16:30	16:33	16:37	16:41	16:45	16:48	16:52	16:56	

Apéndice 10. Bitácora de muestreo para la evaluación puntual de la fuente


	Bitácora de muestreo Medición puntual de la fuente					Fecha:	
	Realizado por:					Hora de inicio de la evaluación:	
	Máquina/s:					Hora final de la evaluación:	
Punto de medición	NPSCE (dB)	Hora inicio	Hora final	Ruido de fondo (dB)	Hora inicio	Hora final	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							



Apéndice 11. Bitácora de muestreo para la evaluación de la exposición ocupacional al ruido

		<b>Bitácora de muestreo para audiodosimetrías</b>		Fecha efectiva:	
				Revisión:	
				Código:	
				Encargado:	
<b>Información general</b>					
Nombre del trabajador					
Puesto					
Fecha de muestreo					
Nombre del evaluador					
Hora de inicio del muestreo			Hora final del muestreo		
No. medición	Hora de inicio	Hora final	Porcentaje de Dosis Obtenida (%)	TWA	
Observaciones					

Apéndice 12. Formulario de verificación sobre la evaluación y seguimiento del programa

	<b>Lista de verificación sobre la evaluación y seguimiento del programa</b>		Fecha efectiva:
			Revisión:
			Código:
			Encargado:
<b>Información general</b>			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Indicador	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
<b>Tema 1: Metodologías para el monitoreo de la exposición al ruido</b>			
Las mediciones de ruido ambiental se realizan en todas las áreas especificadas			
Las mediciones de ruido ambiental se realizan en todas las máquinas especificadas			
Las mediciones de ruido a nivel personal se realizan en todos los puestos de trabajo especificados			
Se acataron las instrucciones brindadas para las evaluaciones ambientales			
Se acataron las instrucciones brindadas para las evaluaciones a nivel personal			
Las evaluaciones de la exposición al ruido incluyen los nuevos puestos, máquinas y variaciones en los procesos de trabajo			
Se informan los resultados a Gerencia General			
Se llevan a cabo las medidas de mejora recomendadas por el departamento de Salud Ocupacional			
La información queda documentada			
<b>Tema 2: Controles ingenieriles de la exposición al ruido</b>			

Las medidas y acciones son dirigidas a la disminución de los niveles de ruido			
Los controles se desarrollan de acuerdo con la metodología e instrucciones brindadas			
Se conocen las medidas de mejora para las máquinas y equipos, según indica el fabricante			
Se implementan nuevos controles cuando se introduce un nuevo proceso, máquina o puesto			
Se actualizan los controles ingenieriles de control del ruido			
Se informan los resultados a Gerencia General			
La información queda documentada			
<b>Tema 3: Controles administrativos de la exposición al ruido</b>			
Las medidas y acciones son dirigidas a la disminución de los niveles de ruido			
Se implementan las prácticas de trabajo seguras y recomendadas por el departamento de Salud Ocupacional para disminuir el ruido en el lugar de trabajo			
Los controles se desarrollan de acuerdo con la metodología e instrucciones brindadas			
Se implementan nuevos controles cuando se introduce un nuevo proceso, máquina o puesto			
Se actualizan los controles administrativos de control del ruido			
Se informan los resultados a Gerencia General			
La información queda documentada			
<b>Tema 4: Equipo de protección auditiva</b>			
El equipo se selecciona de acuerdo a las instrucciones brindadas			

El equipo se compra de acuerdo a las instrucciones brindadas			
Se mantiene equipo disponible en la bodega			
Los jefes encargados cumplen con las instrucciones sobre la administración del equipo			
Los trabajadores cumplen con las instrucciones sobre el manejo del equipo			
Se atienden los casos de incomodidad o dolencias de los trabajadores relacionados con el uso del equipo de protección auditivo			
Se informan los resultados a Gerencia General			
La información queda documentada			
<b>Tema 5: Educación y motivación de los trabajadores</b>			
Las capacitaciones se imparten en los periodos establecidos			
Las capacitaciones de imparten a todo el personal de la planta de producción			
Se abordan temas o aspectos nuevos en las capacitaciones			
La información de las capacitaciones queda por escrito a disposición de los trabajadores			
Se informan los resultados a Gerencia General			
La información de las capacitaciones queda documentada			
<b>Tema 6: Vigilancia de la salud</b>			
Se realizan controles de la función auditiva de todo el personal en la planta de producción			
Los controles de la función auditiva se realizan de acuerdo con las instrucciones brindadas en el apartado "Vigilancia de la salud"			


Se cuenta con un historial clínico-laboral actualizado de los trabajadores en la planta de producción, acorde a las instrucciones del apartado "Vigilancia de la salud"			
Se informan los resultados a Gerencia General			

Apéndice 13. Memoria de cálculo para las diferentes evaluaciones de los niveles de ruido presentes en la planta de producción




Memoria de cálculo  
TFG Ana Gabriela CI


Apéndice 14. Formulario para el informe de resultados de las evaluaciones de exposición al ruido

	<b>Formulario para el informe de resultados de las evaluaciones de exposición al ruido</b>	<b>Fecha efectiva:</b>
		<b>Revisión:</b>
		<b>Código:</b>
		<b>Encargado:</b>
<b>Información general</b>		
<b>Tipo de evaluación</b>		
<b>Nombre del evaluador</b>		
<b>Fecha</b>		
<b>Sección 1. Hallazgos de la evaluación de la exposición</b>		
<b>Sección 2. Análisis de la información</b>		
<b>Sección 3. Conclusiones</b>		
<b>Sección 3. Medidas de mejora para la disminución de los NPS</b>		


Apéndice 15. Registro de inspección sobre el estado y condiciones de las señales de seguridad

	<b>Lista de verificación sobre la inspección del estado y condiciones de las señales de seguridad</b>		<b>Fecha efectiva:</b>
			<b>Revisión:</b>
			<b>Código:</b>
			<b>Encargado:</b>
<b>Información general</b>			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Indicador	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Las señales conservan su color			
Las letras son legibles			
El pictograma de las señales se identifica claramente			
Las señales se encuentran estables y adheridas a la estructura			
Las señales se encuentran obstaculizadas por otro elemento ajeno a estas			
Las señales se encuentran libres de suciedad			

Apéndice 16. Registro de entrega y reposición del equipo de protección auditiva


	Programa de conservación y prevención auditiva Registro de entrega y reposición del equipo de protección auditiva				Fecha efectiva:
					Revisión:
					Código:
					Encargado:
Nombre de trabajador	Fecha de entrega del EPP	Firma de entregado	Encargado de la capacitación rápida	Fecha de la capacitación	Fecha estimada de reposición del EPP

Apéndice 17. Lista de verificación sobre el uso, estado y condiciones de mantenimiento del equipo de protección auditiva


	Lista de verificación sobre la inspección sobre el uso, estado y condiciones de mantenimiento del equipo de protección auditiva		Fecha efectiva:
			Revisión:
			Código:
			Encargado:
Información general			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Indicador	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Todos los trabajadores que disponen EPA lo utilizan durante su jornada de trabajo			
Todos los trabajadores que disponen de EPA lo utilizan de forma apropiada de acuerdo con las instrucciones brindadas			
El EPA de los trabajadores presenta un deterioro			
Los trabajadores limpian y desinfectan el EPA de acuerdo con las instrucciones brindadas			
El EPA de los trabajadores se almacena de forma apropiada			



Apéndice 18. Registro de inspección sobre confort y rendimiento que brinda el EPA

	<b>Lista de verificación sobre el confort y rendimiento del EPA</b>		<b>Fecha efectiva:</b>
			<b>Revisión:</b>
			<b>Código:</b>
			<b>Encargado:</b>
<b>Información general</b>			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Indicador	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Todos los trabajadores que disponen EPA lo utilizan durante su jornada de trabajo			
Todos los trabajadores utilizan el EPA de forma apropiada			
Los trabajadores indican incomodidad debido al uso del EPA			
Los trabajadores indican molestias debido al uso del EPA			

Apéndice 19. Lista de verificación sobre la implementación de buenas prácticas en el manejo manual de materiales y equipos

	<b>Lista de verificación sobre la implementación de buenas prácticas en el manejo manual de materiales y equipos</b>		<b>Fecha efectiva:</b>
			<b>Revisión:</b>
			<b>Código:</b>
			<b>Encargado:</b>
<b>Información general</b>			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Indicador	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Los trabajadores manipulan apropiadamente los materiales			
Los trabajadores manipulan apropiadamente los equipos			
Los contratistas manipulan apropiadamente los materiales			
Los proveedores manipulan apropiadamente los materiales			



## XII. Anexos

### Anexo 1. Cuestionario para la evaluación del ruido en los puestos de trabajo de la planta de producción

#### Identificación del puesto

Empresa.....

Área .....

Puesto .....

Nº de puestos similares.....

Existen quejas previas de los trabajadores por el ruido .....

Otros datos .....

NOTA: En el *cuestionario*, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro:

#### 1. CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S) (marque con una la(s) casilla(s) correspondiente(s))

Descripción de la(s) tarea(s):

.....  
.....  
.....

1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención

1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad

1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

Por ejemplo:

- reconocimiento de conversaciones, sean directas (personal o presencial) o telefónicas, de señales de aviso o de alarma, atención al público
- reconocimiento de diferencias y variaciones de sonido, en tono o intensidad como, por ejemplo, afinación de instrumentos musicales
- reconocimiento de la posición de los sonidos o tonos como, por ejemplo, la localización de sonidos críticos en máquinas funcionando, averías, etc.

#### Comentarios

.....  
.....  
.....

#### 2. FUENTES DEL RUIDO (marque con una la(s) casilla(s) correspondiente(s))

2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador  
En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes 2.2.1 hasta 2.2.6:

**Ruido exterior**

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SÍ  NO

En caso afirmativo, pregunte al trabajador en qué momento de la jornada le resulta más molesto

.....  
.....

**Ruido de personas**

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SÍ  NO

Especificar en caso afirmativo

.....

**Ruido de las instalaciones**

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SÍ  NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SÍ  NO

Especificar en caso afirmativo (localización de las instalaciones, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

**Ruido de los equipos de trabajo**

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SÍ  NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SÍ  NO

Especificar en caso afirmativo (localización de los equipos, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

**Comentarios sobre las fuentes de ruido**

.....  
.....  
.....  
.....

### 3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS-INSTALACIONES

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones

SÍ  NO

#### Comentarios

.....  
.....  
.....  
.....

### 4. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO (marque con una la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo
- 4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada
- 4.3. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)
- 4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- 4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- 4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

#### Comentarios

.....  
.....  
.....  
.....

### 5. MOLESTIAS <sup>(1)</sup> (RECOGER LA OPINIÓN DEL TRABAJADOR)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo (marque con  la casilla correspondiente)

Mucho*	<input type="checkbox"/>
Bastante*	<input type="checkbox"/>
Regular*	<input type="checkbox"/>
Poco*	<input type="checkbox"/>
Nada	<input type="checkbox"/>

En caso afirmativo\* conteste a las siguientes preguntas: 5.1.1 y 5.1.2

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto (marque con  la casilla correspondiente)

Siempre	
Más de media jornada	
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	
Menos de la cuarta parte de la jornada	
Nunca	

Precise en qué momento y tarea(s) de la jornada laboral

.....

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente. No anote nada si el trabajador no siente ninguna molestia relacionada con alguna de estas fuentes.

- Ruido exterior .....
- Ruido procedente de personas .....
- Ruido de las instalaciones.....
- Ruido de equipos de trabajo.....

**Comentarios**

.....

.....

.....

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

**6. PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL<sup>(1)</sup>**  
**(recoger la opinión del trabajador)**

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

**Comentarios**

.....  
.....  
.....  
.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

**7. INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL<sup>(2)</sup>**  
**(recoger la opinión del trabajador)**

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

**Comentarios**

.....  
.....  
.....  
.....

Anexo 2. Mapa de ruido en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

66.9379027 Carga y despacho	70.5291 Rampa para carga	74.2612 Rampa para carga	72.8427 Rampa para carga	74.9779 Cámara de frío	77.9337 Almacenaje De cartón	76.6623 Almacenaje De cartón	73.6230 Almacenaje De cartón	72.4575 Almacenaje De cartón	65.2129 Almacenaje De cestas	60.4802 Comedor	58.7785 Pasada de Carros
66.0220 Carga y despacho	70.9825 Bodega de Cartón	76.8951 Almacenaje de tarimas	76.8468 Transporte de tarimas	75.0736 Cámara de frío	78.4584 Armado de Cartón	74.9411 Almacenaje De cartón	71.1905 Almacenaje De cartón	73.9167 Almacenaje De cartón	69.5492 Almacenaje De cestas	68.7882 Comedor	61.7579 Pasada de Carros
64.9337 Carga y despacho	71.9189 Bodega de vacías	85.0131 Muestras	79.6893 Paletizado	78.2621 Oficina de carga y despacho	76.3127 Almacenaje De cartón	77.2090 Almacenaje De cartón	74.0769 Almacenaje De cartón	77.5664 Oficina	75.5743 Zona de Montacarga	67.5759 Zona de Descarga	64.2107 Pasada de Carros
66.8293 Bodega de vacías	73.2301 Bodega de Cartón	81.8929 Empaque y Paletizado	82.3072 Empaque	87.4792 Empaque	91.0878 Soplado	85.8590 Selección	81.9335 Tanque	78.2912 Zona de Montacarga	70.1077 Zona de Descarga	66.5031 Pasada de Carros	
66.1835 Bodega de vacías	71.6393 Bodega de Cartón	82.2946 Empaque y Paletizado	82.5657 Empaque	87.1561 Empaque	91.1430 Soplado	86.8205 Selección	81.0457 Tanque	78.3693 Zona de Montacarga	71.9096 Zona de Descarga	65.9155 Pasada de Carros	
57.0452 Bodega de vacías	69.2937 Área de divisiones	77.2882 Paletizado	76.3778 Almacenaje De cartón	69.5279 Almacenaje De cestas Vacías	75.1173 Pediluvio	80.3443 Pasillo	76.7745 Pasillo	77.1729 Zona de Montacarga	68.7648 Zona de Descarga	67.1060 Pasada de Carros	

Fuente: Ruíz, 2020

Anexo 3. Caracterización de los niveles de ruido en la planta de producción de ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S.A.

Nivel de ruido por encima del nivel máximo de exposición permitido	Alto
Nivel de ruido muy alto dentro del límite de nivel permitido	Alto
Nivel de ruido alto dentro de lo permitido	Alto
Nivel de ruido aceptable permitido	Medio
No hay exposición ocupacional a ruido	Bajo

Fuente: Ruíz, 2020



Anexo 4. Información técnica del compresor Chicago Pneumatic QRS7,5  
HPD UL



## QRS 3-20 Belt Drive Rotary Screw Air Compressors

### The Quiet Rotary Screw (QRS)

Engineered for high performance, efficiency and reliability, the Chicago Pneumatic line of QRS (Quiet Rotary Screw) air compressors can meet the compressed air demands of a tire shop, maintenance shop, vehicle body shop, paint shop or automotive dealership. With its whisper quiet design the QRS can be installed almost anywhere, and is offered with an optional mounted dryer (with tank mounted option only). The QRS is the leading rotary screw compressor for light industrial applications.



Model	QRS-3.0 HP(D)	QRS-5.0 HP(D)	QRS-7.5 HP(D)	QRSM-10 HP(D)	QRS-10 HP(D)	QRS-15 HP(D)	QRSM-20 HP(D)
Horsepower	3	5	7.5	10	10	15	20
acfm @ 125 psig	N/A	N/A	N/A	N/A	40.0	56.5	82.7
acfm @ 150 psig	8.5	16.6	21.2	33	35.2	51.0	59.9
Sound Level (dBA)	61	62	64	66	65	69	71
Base Mount L x W x H (in)	25 x 24 x 38	25 x 24 x 38	25 x 24 x 38	25 x 25 x 39	34 x 29 x 40	34 x 29 x 40	34 x 29 x 40
Net Wt. / Shipping Wt. (lb)	218 / 293	231 / 306	243 / 318	353 / 459	375 / 481	406 / 514	441 / 547
Tank Mount L x W x H (in)	57 x 24 x 50	57 x 24 x 50	57 x 24 x 50	57 x 26 x 51	78 x 29 x 40	78 x 29 x 40	78 x 29 x 40
Net Wt. / Shipping Wt. (lb)	342 / 448	351 / 457	362 / 468	496 / 602	589 / 695	622 / 728	665 / 781
Tank Mount w/Dryer L x W x H (in)	57 x 24 x 50	57 x 24 x 50	57 x 24 x 50	57 x 26 x 51	78 x 29 x 40	78 x 29 x 40	78 x 29 x 40
Net Wt. / Shipping Wt. (lb)	412 / 518	425 / 531	437 / 543	573 / 679	667 / 773	699 / 805	732 / 838

#### Standard Features:

- Low sound enclosure
- 150 psig standard (3-10M)
- 125 & 150 psig standard (10-20M, 100 & 175 available with kit)
- Continuous operating capability
- 60 gal. ASME/CRN receiver tank (3-10M)
- 132 gal. ASME/CRN receiver tank (10-20M)
- Single phase 230 TEFC motor (3-7.5)
- 3-phase, 208-230/460V and 575V, TEFC Motor (3-20M)
- Start/stop operation
  - QRS 3-10M 3-phase
- Load/no-load operation with timed shutdown
  - QRS 5.0-7.5 HP single phase
  - QRS 10-20M
- UL, cUL and CSA approved control panel
- 5 year warranty with authorized start-up
- Spin-on oil filter and separator
- NEMA 1 electrical protection
- Vibration Isolated assembly



#### The CP Compressor Guarantee

Chicago Pneumatic (CP) is dedicated to providing high quality, reliable equipment that has stood the test of time as one of the most rugged compressors in the market. Our compressors are 100% factory tested, and we stand behind our products with one of the most competitive warranties in the industry!

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| • All rotary screw           | 1 Year with option to extend to 5 Years* |
| • Two-stage reciprocating**  | 2 Years                                  |
| • Single-stage reciprocating | 1 Year                                   |

## QRS 10-20M Fixed Speed Rotary Screw Air Compressor

Equipped with the latest generation of screw element for **improved free air delivery and efficiency**

Easy to use, efficient, and reliable, the QRS 10-20M range meets the compressed air demands of tire shops, paint shops, car dealers, maintenance shops and more. The range is quiet by design, allowing it to be installed almost anywhere in the workshop, without disturbing your working environment. Base mounted or tank mounted, with or without dryer, and with 100-175 psig pressure variants available, the QRS is a complete solution for your business.



### Introducing the ES4000 Basic Controller

The QRS 10-20M is managed by the ES4000 basic controller, an electronic control unit programmed for energy saving operation with intelligent shutdown. The ES4000 Basic Controller makes operation very simple with warning and service alarms.

#### Features:

- Icon based display with pressure and temperature settings/readings
- Running and working hours
- Service warnings
- Element outlet temperature reading
- Automatic restart after voltage failure



\*Screw compressors are supported by our CP Secure 1-Year Warranty with the option to extend to a full 6-year warranty (authorized start-up required and regular maintenance with factory authorized fluids and parts).

\*\*Excluding Two-stage Gasoline Drive Contractor Series which are covered for 1 year.

CP compressors are supported by a network of trained service technicians who can provide complete warranty support, spare parts and technical consultation. For more information on our products, please contact your CP territory sales manager or a local authorized CP distributor.



**Over 100 years of experience**

Since 1901 the Chicago Pneumatic name has represented high-performance tools and equipment designed for an extensive range of applications. Today, Chicago Pneumatic has a global reach, with local customer centers around the world. Chicago Pneumatic products are tailored to the needs of the industrial, vehicle service, and construction markets. Every day we develop and manufacture new products that are meant to meet your demands not only today, but tomorrow as well.

To learn more about our extensive range of tools, hydraulic attachments, industrial and portable compressors, accessories and workshop equipment, please visit [www.cpc.com](http://www.cpc.com).

CP compressors are supported by a network of trained service technicians who can provide complete warranty support, spare parts and technical consultation. For more information on our products, please contact your CP territory sales manager or a local authorized CP distributor.



## Care. Trust. Efficiency.

**Care.** Care is what service is all about: professional service by knowledgeable people, using high-quality Original parts.

**Trust.** Trust is earned by delivering on our promises of reliable, uninterrupted performance and long equipment lifetime.

**Efficiency.** Equipment efficiency is ensured by regular maintenance. Efficiency of the service organization is how Original Parts and Service make the difference.

DISTRIBUTED BY



The Compressed Air and Gas Institute, CAGI, is an organization dedicated to improving the compressed air industry through established standards. As a proud member of CAGI, CP Compressors publishes all technical data in accordance with CAGI/PNEURO/CP PNQCPTC2 guidelines and voluntarily allows products to be selected for participation in CAGI's Performance Verification Program. With CP Compressors, our customers know they are receiving the excellent performance that we publish.



CP Compressors  
3042 South Cross Blvd, Suite 102  
Rock Hill, SC 29730  
1-877-881-CPAC (2722)

CP Compressors Canada  
2000 Argente Rd. Unit 13  
Mississauga, Ontario L5N 7X9  
1-800-513-3782

[www.cpccompressors.com](http://www.cpccompressors.com)

© 2017 Chicago Pneumatic. All Rights Reserved. Content is subject to change without notice.

CP-0517 001

Fuente: Chicago Pneumatic, 2017

Anexo 5. Información técnica del compresor Ingersoll Rand, modelo 2475n7.5-v



## Reliable, Durable and Built to Last

Your compressed air system should give you more time to focus on your business, not less. That's why Ingersoll Rand single- and two-stage reciprocating air compressors are an ideal choice for applications that demand a reliable air supply for everyday use. Whether for vehicle services, commercial or industrial applications, we will assess and propose the most cost-effective solution that increases the productivity of your installation.



### Legendary Performance

For over 100 years, our reciprocating compressors have delivered rock-solid performance for the most demanding applications.

### For increased productivity

A proven design and stellar track record that helps to lower lifecycle costs in punishing environments.

### For durability

Cast iron construction and long-lasting components are designed for trouble-free use.

### For serviceability

Easy access to system components for quick routine maintenance and parts replacement helps extend compressor life.

### For solutions that work for you

Your choices include single-stage or two-stage compressors, gas engine or electric motors, portable or stationary models and specific accessory packages that best match your application.

## What Makes Our Reciprocating Compressors Unique?

Robust components, easy access for servicing, 100% continuous duty and a wide variety of sizes and configurations — that's Legendary Performance!

- 1 Durable 100% cast iron design
- 2 Easy to repair removable cylinders with 360° radial fins eliminate hot spots
- 3 Finned copper intercooler lowers operating temperature, extends pump life, improves efficiency
- 4 One-piece connecting rod with fewer wearing parts simplifies maintenance
- 5 Precision-balanced overhung crankshaft runs smoothly and quietly
- 6 Reliable stainless steel reed valves optimized for increased volumetric efficiency
- 7 Low oil level switch provides constant protection from running at low oil condition
- 8 Centrifugal unloader ensures loadless starts for maximum motor and starter protection
- 9 Simple and reliable splash lubrication eliminates need for oil pump, inexpensive and easy to maintain



## RECIPROCATING COMPRESSORS

Air compressors are a significant expense that is critical to the success of your operation. Choose durable and reliable Ingersoll Rand reciprocating compressors to maximize the life of your investment.

### It's All About Choices

You need a compressor that is specific to your application. That's why we've developed a variety of reciprocating compressor options. This includes a wide performance range as well as the robust feature set found in our popular packaged solutions. We offer everything from electric motor-driven stationary models for industrial and commercial use, to portable gas-powered units that can be used in locations without easy access to power.



### Single- and Two-Stage Electric Compressors

Ingersoll Rand single- and two-stage reciprocating compressors offer you more performance and feature choices. If you define unsurpassed performance by maximum operating pressure, increased air flow and extended duty cycles, you can count on an Ingersoll Rand reciprocating air compressor to deliver it reliably.

- **Durable design**, including cast iron construction and long-life pump
- **Design for 100% continuous duty**, offering maximum power and flexibility
- **Easy to access components** simplifies maintenance and service
- **All Season Select synthetic lubricant** increases efficiency; with 2,000 hours of service between changeouts, it performs four times longer than petroleum-based lubricants



**See the Details**

*What's in Our Two-Stage Packages*

### The Right Package for Your Two-stage Electric Compressor

Let us help you identify the optimum compressor package option for your application:

Value Package (5-15 hp)	Value Plus Package (10 -15 hp)	Premium Package (5-20 hp)
Our base Value Package offers an economical choice for commercial, automotive and light industrial applications.	Our Value Plus Package adds an aftercooler and electronic drain valve (EDV) to remove condensate efficiently and automatically.	Along with all the Value Plus features, add a low oil level switch and dual control for better management of your compressed air supply.

## RECIPROCATING COMPRESSORS

### Portable Compressors

Sometimes you need a portable, easy to use air compressor when you are on the road or working in the field. Ingersoll Rand offers a variety of electric and gas-powered reciprocating air compressors that can be used anywhere — from the most rugged or remote job sites to your own garage.



#### Electric-Powered Garage Mate

Designed for professionals and serious do-it-yourselfers, the versatile Garage Mate is ideal for the home, shop or job site. The Garage Mate features a cast-iron, oil-lubricated pump for solid, reliable performance.

- Versatile compressor ideal for powering impact guns, ratchets, drills, nailers, paint sprayers, sanders and more
- Easy handling, featuring a heavy-duty ergonomic handle and semi-pneumatic tires
- User-friendly low 80 dBA noise level, easily accessible drain valve, automatic start/stop pressure switch control and six-foot power cord



**Launch The Video**  
Learn More about the Garage Mate

#### Electric- and Gas-Powered Wheelbarrow

Ingersoll Rand wheelbarrow air compressors are lightweight with a low-profile design providing maximum maneuverability on the job site. Built to last, these compressors are designed for the toughest 100% continuous duty applications.

- Advanced safety features including manual thermal overload (electric models) and enclosed belt guard (all models)
- Lightweight, portable design with excellent maneuverability, even on the roughest terrain
- 100% continuous duty, twin 4-gallon tanks and two quick disconnect couplers enable you to run multiple tools simultaneously
- Reliable, easy starting 5.5 hp Honda or Kohler engine for gas-powered models



**Launch The Video**  
Learn More about Gas-powered Wheelbarrow



# RECIPROCATING COMPRESSORS



## Truck-Mounted Gas Compressors

Ingersoll Rand's two-stage gasoline engine driven air compressors are designed to provide compressed air where electric power is not readily available. They're used in fleet and field service applications, remote pneumatic applications and emergency production lines.

- Available with easy-starting Honda or Kohler engines
- Fuel-efficient idle control
- Advanced safety features including low oil level shutdown for gas engines



**Launch The Video**

Learn More about Gas-powered Compressors



## High-Pressure Reciprocating Air Compressors, 10-20 hp

Our high-pressure air compressors feature base-mounted reciprocating technology that provides pressure as high as 5,000 psig. Typical applications include refueling stations, plastic blow molding, power plants and engine starting. Using the same durable construction found in all of our two-stage reciprocating compressors, the high-pressure units offer reliability, long-life and easy maintenance.

## Reciprocating Compressors for Your Application

Ingersoll Rand offers a wide portfolio of reliable reciprocating compressors that can be adapted to your specific requirements. Whether for vehicle services, commercial or industrial applications, we will assess and propose the most cost-effective solution that increases the productivity of your installation.



### Vehicle Services

Automotive repair, body shops, fleet maintenance



### Metalworking

Assembly, vacuum melting, conveying, forming, actuation & controls



### Commercial

Dry cleaning, car washes, furniture making, apparel industry



### Construction

Powering impact guns, ratchets, grinders, drills, rollers, paint sprayers, sanders and more



### Woodworking

Sawing, clamping, hoisting, actuation & controls, pressure treatment

## PARTS & ACCESSORIES

A compressed air system is a significant investment. You expect consistently reliable, clean, dry air at the lowest possible operating cost. Choose our genuine parts and accessories to ensure that your compressor is running efficiently and productively.



### Start-Up & Maintenance Kits

Our start-up kits provide the parts and protection you need for the first year. By purchasing a start-up kit, you also receive the added protection of a two-year extended pump warranty.

Maintenance kits are an integral part of factory-recommended annual maintenance, and help ensure ongoing optimal compressor performance.

## Refrigerated Dryers

Moisture and contamination in compressed air cause significant problems in equipment operation, such as rust, scale and clogged orifices that result in product damage or costly shutdowns. Using refrigerated dryers will improve productivity, system efficiency and product or process quality.



### Refrigerated Dryer Features

- Dew points as low as 3°C (38°F), meeting Class 4 requirements
- Intuitive microprocessor control for easy operation
- Corrosion-free heat exchanger design for reliable operation
- Compact design for easy serviceability



**Learn More**  
See all of Our Refrigerating Accessories



### PacE Flow Controller

PacE effectively manages pressure to optimize compressor system operation, reducing energy costs.



### Electronic Drain Valve (EDV)

The reliable, easy-to-use EDV automatically removes moisture from compressors and other system components.



### SimplAir® Piping System

Durable SimplAir is your cost-effective installation alternative for air, inert gas and vacuum lines.



### Filter, Regulator and Lubricators (FRLs)

FRLs provide point-of-use air conditioning to enhance tool longevity and process quality.



### F-Series In-line Filters

F-Series Filters protect critical processes and valuable equipment by providing high-quality air.



### Air Line Accessories

From hose reels to virtually any type of connection, we have the accessories to support your operation.

# SPECIFICATIONS

SPECIFICATIONS

Reciprocating Compressor Performance									
Electric Model	Capacity @ 90 psi cfm	Max. Pressure psig	Nominal Power hp	Dimensions L x W x H	NPT Outlet In	Voltage	Tank Size / Configuration	Weight lb	Package Options
<b>Garage Mate Portable Electric-Powered</b>									
SS3F-GM	5.7	125	2	25 x 46 x 35	1/4	115/1/60	30 Gallon Horizontal	185	n/a
P1.5EU-A9	5.2	125	2	22 x 23 x 43	1/4	230/1/60	20 Gallon Vertical	200	n/a
<b>Wheel Barrow Portable Electric-Powered</b>									
SS1J-WB	5.7	125	2	43 x 18 x 25	1/4	115/1/60	8 Gallon Twin Tank	175	n/a
SS1J-WB	11.3	125	3	43 x 18 x 25	1/4	230/1/60	8 Gallon Twin Tank	175	n/a
<b>Single-Stage Electric-Powered</b>									
SS3L	11.3	125	3	24 x 25 x 67	1/2	230/1/60	60 Gallon Vertical	300	n/a
SS4L	14.0	125	5	24 x 25 x 67	1/2	230/1/60	60 Gallon Vertical	300	n/a
SS5L	18.1	125	5	24 x 30 x 73	1/2	230/1/60	60 Gallon Vertical	310	n/a
<b>Two-Stage Electric-Powered</b>									
2340Q	7.0	175	2	28 x 33 x 69	1/2	230/1/60 200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Vertical	430	n/a
2340Q	9.2	175	3	28 x 33 x 69	1/2	230/1/60 200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Vertical	430	n/a
2340M	14.4	175	5	28 x 33 x 69	1/2	230/1/60	80 Gallon Vertical	525	Value
2340L	14.3	175	5	24 x 33 x 69	1/2	230/1/60	60 Gallon Vertical	425	Value
2475M	17.2	175	5	28 x 38 x 69	3/4	230/1/60 200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Vertical	537	Value, Premium
2475M	24.3	175	7.5	28 x 38 x 69	3/4	230/1/60 200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Vertical	611	Value, Premium
2545M	27.2	175	7.5	28 x 47 x 74	3/4	230/1/60 200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Vertical	730	n/a
2545D10	25.6	175	10	30 x 44 x 76	1	200, 230, 460, 575/3/60	120 Gallon Vertical	800	Value, Value Plus, Premium
2545E10	25.6	175	10	70 x 28 x 50	3/4	200, 230, 460, 575/3/60	120 Gallon Horizontal	900	Value, Value Plus, Premium
7300E10	38.0	175	10	73 x 24 x 56	1	200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Horizontal	1,025	n/a
7300E15	51.0	175	15	73 x 24 x 56	3/4	200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Horizontal	1,325	Value, Value Plus, Premium
151E15	55.0	175	15	73 x 36 x 61	1	200, 230, 460, 575/3/60	120 Gallon Horizontal	1,537	Premium
151E20	74.0	175	20	73 x 36 x 61	1	200, 230, 460, 575/3/60	120 Gallon Horizontal	1,537	Premium
2000E20	73.0	175	20	75 x 45 x 61	1	200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Horizontal	2,050	n/a
2000E25	83.0	175	25	75 x 45 x 61	1	200, 230, 460, 575/3/60	80 Gallon Horizontal	2,050	n/a
<b>Gas Model</b>									
Gas Model	Capacity @ 90 psi cfm	Max. Pressure psig	Nominal Power hp	Dimensions L x W x H	NPT Outlet In	Engine	Tank Size / Configuration	Weight lb	Package Options
<b>Wheel Barrow Portable Gas-Powered</b>									
SS1E.SGHWB	11.8	125	5.5	43 x 18 x 26	1/4	Honda	8 Gallon Twin Tank	175	n/a
SS1E.SGWB	11.8	125	5.5	43 x 18 x 26	1/4	Kohler	8 Gallon Twin Tank	175	n/a
<b>Two-Stage Gas-Powered Truck Mount</b>									
2475K13GH	24.3	175	13	41 x 27 x 27	1/2	Honda	4 Gallon Baseplate	400	n/a
2475K14GH	24.3	175	13	41 x 27 x 27	1/2	Kohler	4 Gallon Baseplate	400	n/a
2475F13GH	24.3	175	13	45 x 55 x 41	1/2	Honda	30 Gallon Horizontal	463	n/a
2475F14G	24.3	175	14	45 x 22 x 41	1/2	Kohler	30 Gallon Horizontal	463	n/a

In addition to the above models, duplex and baseplate configurations as well as high pressure reciprocating compressors are available. Please contact your local Ingersoll Rand distributor for more information.

IngersollRandCompressor.com  7


IngersollRandProducts.com






Ingersoll Rand, IR, the IR logo, and SimpAir are trademarks of Ingersoll Rand, its subsidiaries and/or affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners.

Ingersoll Rand compressors are not designed, intended or approved for breathing air applications. Ingersoll Rand does not approve or designate equipment for breathing air applications and assumes no responsibility or liability for compressors used for breathing air units.

Relief contained on these pages is intended to extend any warranty or representation, expressed or implied, regarding the product described herein. Any such warranties or other terms and conditions of sale of products shall be in accordance with Ingersoll Rand's standard terms and conditions of sale for such products, which are available upon request.

Product improvement is a continuing goal at Ingersoll Rand. Any design, diagrams, pictures, photographs and specifications contained within this document are for representative purposes only and may include optional extra and/or functionality and are subject to change without notice or obligation.

We are committed to using an environmentally conscious print process. © 2019 Ingersoll Rand 4975-0528-058-0230

Anexo 6. Manual de usuario con lista de partes del compresor Ingersoll Rand,  
modelo 2475n7.5-v

03215.10.08



22204929  
Revision B  
May 2015

SS3L3

---

## Owner's Manual with Parts List

- EN Owner's Manual With Parts List
- ES Manual del propietario con la lista de piezas
- FR Manuel du propriétaire avec liste des pièces

PRINT LANGUAGE	
ENGLISH	
SPANISH	
FRENCH	



Save These Instructions



## MAINTENANCE

### ⚠ WARNING

Disconnect, lock and tag the main power supply and release air pressure from the system before performing maintenance.

### NOTICE

All compressed air systems contain maintenance parts (e.g. lubricating oil, filters, separators) which are periodically replaced. These used parts may be, or may contain, substances that are regulated and must be disposed of in accordance with local, state, and federal laws and regulations.

### NOTICE

Take note of the positions and locations of parts during disassembly to make reassembly easier. The assembly sequences and parts illustrated may differ for your particular unit.

### NOTICE

Any service operations not explained in this manual should be performed by an authorized service representative.

### ROUTINE MAINTENANCE SCHEDULE

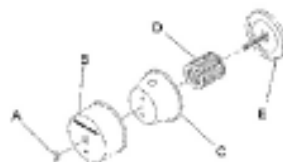
Daily or Before Each Operation	Check lubricant level. Fill as needed.
	Drain receiver tank condensate. Open the manual drain valve and collect and dispose of condensate accordingly.
	Check for unusual noise and vibration.
	Ensure beltguards and covers are securely in place.
Weekly	Inspect air filter element. Clean or replace if necessary.
	Inspect for air leaks. Squirt soapy water around joints during compressor operation and watch for bubbles.
Monthly	Check tightness of screws and bolts. Tighten as needed.
	Clean exterior.
	Change petroleum lubricant while crankcase is warm.
3/500*	Change synthetic lubricant while crankcase is warm.
12/2000 *	Replace filter element.
* Indicates months/operating hours, whichever occurs first.	

### ■ FILTER REPLACEMENT (SS3)

1. Unscrew and remove the wing nut (A).
2. Remove the filter cover (B), baffle (C) and element (D) from the base (E).
3. Install a new element and reassemble the filter assembly.

### NOTICE

The air intake holes in the baffle and cover must be staggered 180°. When reinstalling the assembly at the inlet connection, ensure the intake hole in the cover is on the bottom to minimize the entry of foreign matter from the air.



### ■ OIL CHANGE

1. Remove the oil drain plug (A) and allow the lubricant to drain into a suitable container.
2. Replace the oil drain plug.
3. Follow the filling procedures in OPERATION section.



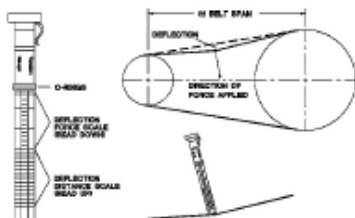
■ **BELT ADJUSTMENT**

• **CHECKING BELT TENSION**

Check belt tension occasionally, especially if looseness is suspected. A quick check to determine if adjustment is proper may be made by observing the slack side of the belt for a slight bow when the unit is in operation. If a slight bow is evident, the belt is usually adjusted satisfactorily.

• **TENSIONING BELTS**

Belt tensioning can be achieved by loosening the motor anchor screws, pushing the motor away from the pump, and retightening the motor anchor screws. The motor can be easily moved by placing a prying tool beneath it. A commercially available spreader or other belt tensioning device can also be helpful should tensioning be necessary.



Follow the procedures outlined below to correctly set and measure belt tension.

1. Lay a straight edge across the top outer surface of the belt drive from pulley to sheave.
2. At the center of the span, perpendicular to the belt, apply pressure to the outer surface of the belt with a tension gauge. Force the belt to the deflection indicated in the table below. Compare the reading on the tension gauge to the following table.

Deflection In Inches	Min. Tension (Lbs.)	Max. Tension (Lbs.)
0.17	3.0	6.0

Ensure the pulley and sheave are properly aligned and the motor anchor screws are adequately retightened prior to restarting the compressor.

**CAUTION**

Improper pulley/sheave alignment and belt tension can result in motor overload, excessive vibration, and premature belt and/or bearing failure.

To prevent these problems from occurring, ensure the pulley and sheave are aligned and belt tension is satisfactory after installing new belts or tensioning existing belts.

■ **TANK INSPECTION**

The life of an air receiver tank is dependent upon several factors including, but not limited to, operating conditions, ambient environments, and the level of maintenance. The exact effect of these factors on tank life is difficult to predict; therefore, **Ingersoll Rand** recommends that you schedule a certified tank inspection within the first five years of compressor service. To arrange a tank inspection, contact the nearest IR Air Center or distributor, or call 1-800-AIR SERV.

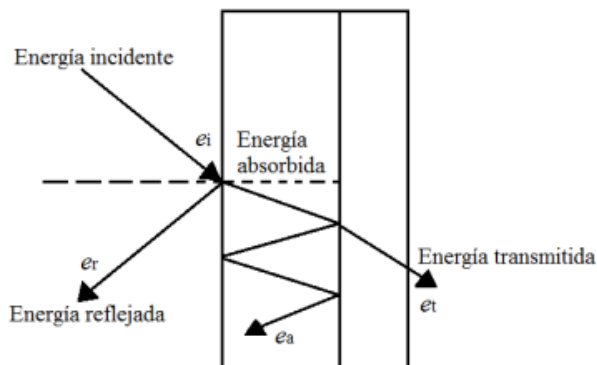
If the tank has not been inspected within the first 10 years of compressor service, the receiver must be taken out of service until it has passed inspection. Tanks that fail to meet requirements must be replaced.

**WARNING**

Failure to replace a rusted air receiver tank could result in air receiver tank rupture or explosion, which could cause substantial property damage, severe personal injury, or death. Never modify or repair tank. Obtain replacement from service center.

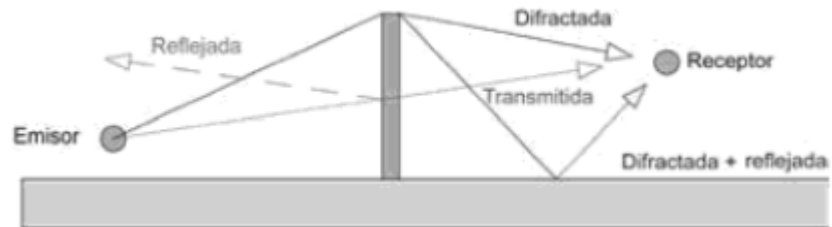
Fuente: Ingersoll Rand, 2005

Anexo 7. Interacción de las ondas sonoras con un material



Fuente: Gómez-Cano, 2007

Anexo 8. Fenómenos de reflexión, absorción, transmisión y difracción cuando la onda sonora alcanza una barrera



Fuente: Avilés y Perera, 2017

Anexo 9. Ficha técnica del material acústico lana mineral de roca volcánica, marca Rockwool



**Lana mineral de roca volcánica**

**Características Generales**

La lana mineral de roca volcánica ROCKWOOL es un producto aislante de extraordinarias prestaciones térmicas y acústicas, de resistencia al fuego e Incombustibilidad, de resistencia al agua y de protección al Medio Ambiente. Es 100% natural, perdura y no envejece.

[www.decibel.com.ar](http://www.decibel.com.ar)

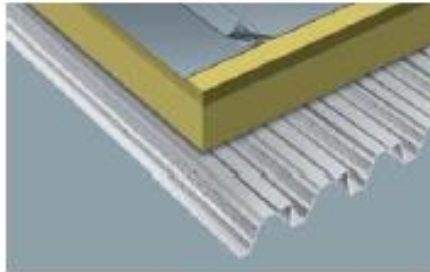
Decibel / Buenos Aires:  
Tel: (54-11) 4659-2998 - Fax: (54-11) 4460-1874  
E-mail: [comercial@decibel.com.ar](mailto:comercial@decibel.com.ar)

Decibel / Chile:  
Tel: (56-2) 2964-4980  
E-mail: [proyectos@decibel.cl](mailto:proyectos@decibel.cl)





# Lana mineral de roca volcánica Rockwool



Solución acústica compuesta por chapa metálica perforada, y panel de doble densidad.



## Aislamiento del ruido exterior

Rockwool provee al edificio de un efectivo aislamiento acústico a ruido aéreo (tráfico, aviones, viento, etc.).

La lana de roca, gracias a su estructura multidireccional, elástica y no rígida, es el material idóneo para la atenuación del ruido exterior.

## Absorción del ruido interior

Los paneles Rockwool sobre chapa perforada, debido a su elevado coeficiente de absorción, proporcionan un efectivo acondicionamiento acústico y contribuyen a reducir el ensordecedor ruido procedente de máquinas o de la propia actividad humana en el interior de los edificios.

Este aspecto es esencial en locales donde se desarrollen actividades comerciales o industriales con un nivel de ruido elevado.

Una acústica deficiente repercute negativamente en la eficiencia del trabajo y en muchas ocasiones llega a ser perjudicial para la salud.

Rockwool propicia ambientes confortables para trabajar o llevar a cabo actividades comerciales con alto confort acústico.

## Comportamiento acústico

La lana de roca volcánica ROCKWOOL frena el movimiento de las partículas de aire, disipando la energía sonora, gracias a su estructura abierta y multidireccional, actuando como acondicionador acústico, mediante la absorción de la energía sonora que se desplaza por el espacio.

En función del local y del nivel de confort acústico deseado, se deberá dotar a las paredes de materiales adecuados para evitar el exceso de reflexión del sonido.

### Observaciones: (Condiciones de ensayo)

El montaje se realizó sobre el suelo de la cámara reverberante, disponiendo una cavidad posterior de 20 cm, cerrando el perímetro con un marco de madera contrachapada, de 30 mm de grueso y 456 Kg/m<sup>3</sup> de densidad.

Los paneles se apoyaron sobre periferia específica.

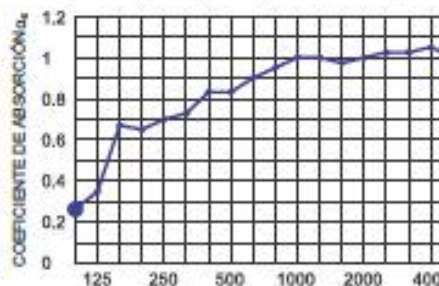
La densidad de los paneles resultó ser de 74 Kg/m<sup>3</sup>.

Volumen cámara: 200 m<sup>3</sup> Presión: 930 mb  
Superficie cámara: 210 m<sup>2</sup> Temperatura: 18 °C  
Superficie muestra: 12 m<sup>2</sup> Humedad relativa: 51 %

NRC = 0.90  
 $\alpha_{av}$  = 0.90

Medidas de la placa:  
600 x 1000 x 25 mm (espesor)  
600 x 1000 x 50 mm (espesor)

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha_s$	0.5	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0



IMPORTANTE: En todos los casos en que se requiere resolver problemas de ruido o sonido, se recomienda consultar a nuestros expertos en Ingeniería Acústica y Acústica Arquitectónica. Son ellos, como profesionales especializados, los que podrán orientar hacia la mejor y más conveniente solución a cada problemática específica.

NOTA: Los datos técnicos y las ilustraciones de esta guía son indicativos. Decibel Sudamericana S.A., S.A. y su filial de supervisión permanente, se reserva el derecho de modificar las características descriptas en cada caso a los efectos de optimizar la calidad y/o resultado de los productos y servicios.



Anexo 10. Ficha técnica del material acústico lana de roca Ekla® Th 40



Part of the ROCKWOOL Group

## Rockfon® Ekla® Th 40

Ficha técnica



# Rockfon® Ekla® Th 40


- El magnífico acabado blanco y liso de Ekla al servicio del aislamiento térmico
- 

## Descripción Del Producto

- Panel de lana de roca
- Cara visible: velo de superficie lisa pintado de blanco
- Cara posterior: contravelo

## Áreas de aplicación

- Ocio Y Deporte
- Educación
- Sanidad
- Industria
- Minoristas – Retail

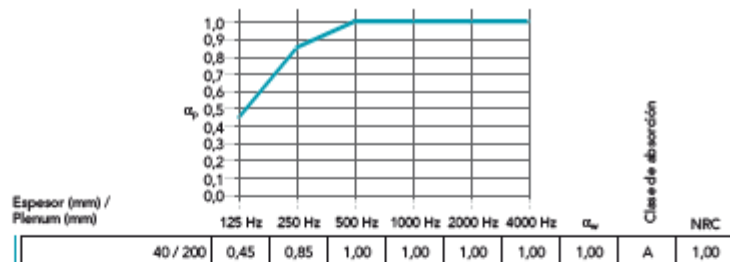
Canto	Dimensiones (mm)	Peso por m <sup>2</sup>	Sistema de instalación recomendado
 A24	600 x 600 x 40	3,1	T24
	1200 x 600 x 40	3,1	T24
	1200 x 1200 x 40	3,1	T24

Para otras dimensiones, consúltenos.

## Prestaciones



**Absorción acústica**  
 $\alpha_w$ : 1,00 (Clase A)



**Reacción al fuego**  
A1



**Reflexión de la luz**  
86%



**Resistencia a la humedad y estabilidad dimensional**  
 Hasta un 100 % HR.  
 No se observan signos visibles de deformación en condiciones de humedad elevada C/DN



**Mantenimiento**  
- Aspirador



**Higiene**  
 La lana de roca no contiene ningún elemento que favorezca el desarrollo de microorganismos.



**Medio ambiente**  
Totalmente reciclable



**Clima interior**  
 Una selección de productos Rockfon posee la etiqueta



**Aislamiento térmico**  
 Conductividad térmica:  $\lambda_c = 37 \text{ mW/mK}$   
 Resistencia térmica:  
 $R = 1,05 \text{ m}^2\text{K/W}$



**Protección contra incendios**  
 La lana de roca es un material incombustible, cuyo punto de fusión sobrepasa los 1000 °C.

Fuente: Rockfon, s.f.