

Instituto Tecnológico de Costa Rica



Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

“Propuesta de un programa de conservación auditiva para los operadores de
equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global
Forwarding Costa Rica, Oficinas Centrales”

para optar por el título de
Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental
con el grado académico de
Licenciatura

Anthony Josué Torres Betancourt

Cartago Septiembre, 2021



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE FINAL DE GRADUACIÓN

Trabajo Final de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Alfonso Navarro Garro e Ing. Maria Gabriela Rodriguez Zamora, la asesora académica la Ing. Adriana Campos Fumero 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.

ADRIANA MARIA CAMPOS FUMERO (FIRMA)
Firmado digitalmente por ADRIANA MARIA CAMPOS FUMERO (FIRMA)
Fecha: 2021.09.08 15:08:30 -06'00'

Ing. Adriana Campos Fumero
Asesora académica

MONICA MARIA CARPIO CHAVES (FIRMA)
Firmado digitalmente por MONICA MARIA CARPIO CHAVES (FIRMA)
Fecha: 2021.09.08 13:40:17 -06'00'

Ing. Mónica Carpio Chaves
En representación de la Dirección

MARIA GABRIELA RODRIGUEZ ZAMORA (FIRMA)
Firmado digitalmente por MARIA GABRIELA RODRIGUEZ ZAMORA (FIRMA)
Fecha: 2021.09.08 13:59:48 -06'00'

Ing. Maria Gabriela Rodriguez Zamora
Profesora Evaluadora

RAFAEL ALFONSO NAVARRO GARRO (FIRMA)
Firmado digitalmente por RAFAEL ALFONSO NAVARRO GARRO (FIRMA)
Fecha: 2021.09.08 14:43:15 -06'00'

Ing. Alfonso Navarro Garro
Profesor Evaluador

Cartago

08 de Setiembre, 2021

Agradecimiento

Me gustaría agradecer primeramente a Dios por permitirme llegar hasta este momento donde se ven culminados los esfuerzos de varios años de aprendizaje durante mi etapa universitaria. Agradecer a mi familia por ser un apoyo incondicional en este proceso, así como a mis compañeros y profesores de carrera que de una u otra forma contribuyeron a que yo llegara a la meta.

Un agradecimiento especial a mi profesora tutora Ing. Adriana Campos Fumero que desde su experiencia y profesionalismo me pudo guiar en el desarrollo y culminación de mi Trabajo Final de Graduación. A mis profesores lectores, a ambos muchas gracias por sus consejos y observaciones a lo largo de este proceso y a la profesora Ing. Mónica Carpio Chaves por su aporte desde la etapa inicial de anteproyecto. A su vez un agradecimiento profundo a mi asesor industrial Ing. Aaron Silva Montilla, que fue un líder fundamental para el desarrollo de este trabajo y fue clave en mi etapa de transición como estudiante a profesional.

Dedicatoria

Dedico mi Trabajo Final de Graduación a mi madre, que siempre ha velado y se ha sacrificado para que yo salga adelante y reciba la mejor la educación.

Resumen

El proyecto se realizó en DHL Global Forwarding S.A, con el objetivo de proponer un programa de conservación auditiva en la dirección de almacenes. La recolección de los datos sobre los aspectos administrativos se llevó a cabo por medio de entrevistas estructuradas al personal de bodega, mantenimiento y servicio médico. La caracterización de los niveles de presión sonora se realizó con base a la metodología de mapa de ruido. La metodología de jornada completa según la normativa ISO 9612:2009, se utilizó para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido. La propuesta del programa de prevención se ejecutó con base a los lineamientos de la normativa ISO 31-09-2016.

Los resultados obtenidos señalan que el área de andenes es la que presenta un mayor nivel de ruido (entre 80 dB(A) y 90 dB(A)) en las dos bodegas evaluadas. Al comparar el resultado de la evaluación de exposición con el valor de 85 dB(A) establecido por NIOSH, se evidenció que existe una sobreexposición ocupacional a ruido por parte de los trabajadores de la bodega 2, ya que según la dosimetría se obtuvo un valor de 86,71 dB(A). Los trabajadores de la bodega 4 están en un rango de alarma con 84,86 dB(A). En ambas bodegas hay contribuciones por ruido intermitente y de impacto.

Se concluye a raíz de los resultados obtenidos en la evaluación de las bodegas 2 y 4, que existen condiciones de trabajo las cuales requieren de la aplicación de controles para evitar la sobreexposición a ruido que puede generar daños a la salud de los trabajadores y deterioro en la calidad del proceso productivo. Por lo cual, es recomendable implementar un programa de conservación auditiva, en el cual se puedan integrar un conjunto de controles administrativos e ingenieriles para la reducción de la exposición ocupacional a ruido.

Palabras clave: ruido, operadores de equipos montacargas, programa de conservación auditiva, nivel de presión sonora equivalente, vigilancia de la salud auditiva, logística, DHL dirección de almacenes.

Summary

The project was carried out at DHL Global Forwarding S.A, with the aim of proposing a hearing conservation program in the warehouse management. Data collection on administrative aspects was carried out through structured interviews with warehouse, maintenance, and medical service personnel. The characterization of the sound pressure levels was carried out based on the noise map methodology. The full-time methodology according to the ISO 9612: 2009 standard was used for the evaluation of occupational exposure to noise. The prevention program proposal was executed based on the guidelines of the ISO standard 09-31-2016.

The results obtained indicate that the platform area is the one with the highest noise level (between 80 dB(A) and 90 dB(A)) in the two warehouses evaluated. When comparing the result of the exposure evaluation with the value of 85 dB(A) established by NIOSH, it was evidenced that there is an occupational overexposure to noise by the workers of warehouse 2, since according to the dosimetry a value of 86.71 dB(A). Warehouse 4 workers are in an alarm range of 84.86 dB(A). In both warehouses there are contributions by intermittent and impact noise.

It is concluded from the results obtained in the evaluation of warehouses 2 and 4, that there are working conditions which require the application of controls to avoid overexposure to noise that can cause damage to the health of workers and deterioration in the quality of the production process. Therefore, it is advisable to implement a hearing conservation program, in which a set of administrative and engineering controls can be integrated to reduce occupational exposure to noise.

Keywords: noise, forklift equipment operators, hearing conservation program, equivalent sound pressure level, hearing health monitoring, logistics, DHL warehouse management.

Índice general

I.	Introducción	1
A.	Identificación de la empresa.....	2
1.	Misión y visión.....	2
2.	Antecedentes e historia de la institución	3
3.	Ubicación geográfica	3
4.	Organigrama de la organización	4
5.	Cantidad de empleados	5
6.	Mercado	6
7.	Proceso productivo.....	6
B.	Planteamiento del problema.....	10
C.	Justificación del proyecto.....	11
D.	Objetivos	14
1.	Objetivo general	14
2.	Objetivos específicos	14
E.	Alcance y limitaciones	15
II.	Marco conceptual	16
III.	Metodología	23
A.	Tipo de investigación	24
B.	Fuentes de información	24
C.	Población y muestra	26
D.	Operacionalización de variables	28
E.	Descripción de instrumentos de investigación	31
F.	Plan de análisis.....	36
IV.	Análisis de la situación actual.....	41
V.	Alternativa de solución	63
VI.	Bibliografía	139
VII.	Apéndices	145
VIII.	Anexos	162

Índice de figuras

Figura 1. Estructura Organizacional DHL.....	4
Figura 2. Proceso productivo en el área de almacenes	8
Figura 3. Ecuación de muestra para población conocida.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 4. Ilustración gráfica del plan de análisis	36
Figura 5. Mapa de ruido de la Bodega 2.....	50
Figura 6. Mapa de ruido Bodega 4	52
Figura 7. Tendencia de los niveles de presión sonora de los trabajadores de la bodega 2 ...	57
Figura 8. Tendencia de los niveles de presión sonora de los trabadores de bodega la 4	58
Figura 9. Nivel de exposición al ruido ponderado A para una jornada laboral de 8 horas...	59
Figura 10. Dimensiones laterales del montacargas.....	78
Figura 11. Dimensiones traseras del montacargas.....	79
Figura 12. Dimensiones frontales del montacargas	80
Figura 13. Diseño de montacargas con cabina	81
Figura 14. Dimensiones de la rampa niveladora.....	87
Figura 15. Diseño de rampa niveladora con superficie de huele	92

Índice de cuadros

Cuadro 1. Cantidad de empleados por departamento	5
Cuadro 2. Operacionalización de variable para el objetivo específico 1	28
Cuadro 3. Operacionalización de variable para el objetivo específico 2	29
Cuadro 4. Operacionalización de variables para el objetivo específico 3	30
Cuadro 5. Ilustración gráfica del plan de análisis	45
Cuadro 6. Evaluación fuente móvil	54
Cuadro 7. Evaluación ruido de impacto.....	55
Cuadro 8. Evaluación de la exposición ocupacional en las bodegas 2 y 4	56
Cuadro 9. Alternativas de solución.....	66
Cuadro 10. Alternativas de solución.....	67
Cuadro 11. Opciones de alternativa de solución.....	68
Cuadro 12. Cálculo de NR.....	69
Cuadro 13. Calculo TL y a(TL) para la opción 1	70
Cuadro 14. Calculo TL y a(TL) para la opción 2	71
Cuadro 15. Calculo TL y a(TL) para la opción 3	72
Cuadro 16. Escala de evaluación	74
Cuadro 17. Matriz comparativa sobre aspectos cualitativos y cuantitativos a las opciones.....	75
Cuadro 18. Evaluación de las opciones	76
Cuadro 19. Opciones de Equipo de protección personal auditiva	82
Cuadro 20. Escala de evaluación equipo de protección personal auditiva	83
Cuadro 21. Cálculo de atenuación de los equipos propuestos	84
Cuadro 22. Matriz comparativa del equipo de protección auditiva	85
Cuadro 23. Opciones de superficie para la rampa niveladora	88
Cuadro 24. Escala de evaluación materiales rampa niveladora.....	89
Cuadro 25. Matriz comparativa materiales para la rampa niveladora	90
Cuadro 26. Evaluación de las opciones	91
Cuadro 27. Alternativas de montacargas eléctricos.....	94
Cuadro 28. Escala de evaluación montacargas eléctricos.....	95
Cuadro 29. Matriz comparativa materiales para la rampa niveladora	96
Cuadro 30. Evaluación de las opciones	97
Cuadro 31. Resumen de las soluciones validadas.....	98

I. Introducción

A. Identificación de la empresa

DHL Global Forwarding Costa Rica S.A es una empresa dedicada al manejo de inventarios, almacenamiento de mercadería, realización de trámites aduanales, importaciones y exportaciones vía aérea, terrestre y marítima de mercancías (Programa de Salud Ocupacional DHL, 2018). Las oficinas centrales cuentan con cinco bodegas agrupadas en dos segmentos, uno de 25000 m² (conjunto de cuatro bodegas) donde se manejan segmentos de consumo masivo, valor agregado (maquila), químicos y mercancía de régimen fiscal. El otro segmento es una bodega de 6500 m², denominado el segmento electrónico. También hay dos almacenes periféricos ubicados uno en La Uruca (CAIL) y otro en Alajuela (TDA).

1. Misión y visión

Con respecto a estos dos elementos del plan estratégico de la empresa, se plantea como misión y visión lo siguiente:

1.1 Misión

“Conectar personas, mejorando sus calidades de vida” (Programa de Salud Ocupacional DHL 2018).

1.2 Visión

“Ser la empresa de logística del mundo” (Programa de Salud Ocupacional DHL 2018).

2. Antecedentes e historia de la empresa

DHL, por las siglas de los apellidos de sus fundadores Adrián Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn, se fundó en el año 1969, la cual desde entonces ha revolucionado el mundo de la logística. DHL es considerada la empresa de logística líder en el mundo. Cuenta con más de 380 000 colaboradores en más de 220 países y territorios en los que tiene operaciones (DHL, 2020). En la actualidad DHL Global Forwarding Costa Rica se encuentra certificada en ambiente por la normativa INTE 14001, en calidad por la normativa INTE 9001 y en continuidad de negocios por la normativa INTE 22301.

3. Ubicación geográfica

Las oficinas centrales de DHL Global Forwarding (TLC), lugar de estudio de este trabajo, se encuentran ubicadas 300 metros Oeste de la Zona Franca Global, Diagonal a la Plaza Rubí, La Aurora de Heredia, Costa Rica, (ver anexo 1).

4. Organigrama de la organización

La compañía está conformada por nueve departamentos. El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional es una unidad administrativa liderada y conformada únicamente por el gerente, Aaron Silva Montilla, el cual reporta de forma directa al gerente general de la empresa (representado con línea punteada). El gerente general se encarga de la aprobación de los presupuestos para la implementación de nuevos proyectos. En la figura 1, se muestra el organigrama de la organización.

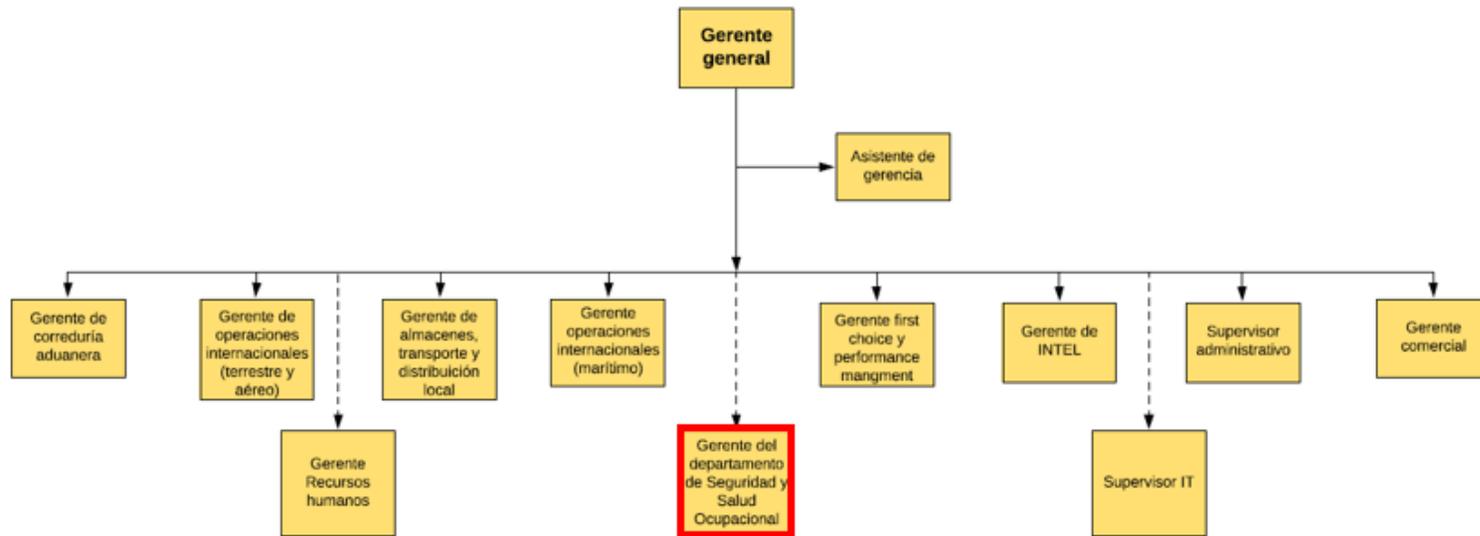


Figura 1. Estructura Organizacional DHL

Fuente: A. Silva, comunicación personal, 19 de noviembre de 2020

5. Cantidad de empleados

En las oficinas centrales de DHL Global Forwarding Costa Rica hay una población de 244 colaboradores, los cuales se encuentran distribuidos por departamento de la siguiente manera:

Cuadro 1. Cantidad de empleados por departamento

Departamento	Cantidad de empleados
Recursos Humanos	8
Almacenes y distribución local	97
Soporte técnico y telecomunicaciones (IT)	10
Aduanas	74
Departamento comercial	6
Salud Ocupacional	1
Operaciones internacionales terrestres y aéreas	16
Operaciones internacionales marítimas	7
Finanzas	25

Fuente: Departamento de Salud Ocupacional DHL, comunicación personal, 19 de noviembre de 2020

El presente estudio se desarrolló en el departamento de almacenes, el cual cuenta con 97 personas (hombres). Específicamente se trabajó con 21 operarios de montacargas.

6. Mercado

DHL Global Forwarding, es una empresa dedicada a satisfacer necesidades de servicios haciendo uso de la logística en aspectos como el consumo (mejorando la velocidad hacia el mercado), retail (simplificando la cadena logística), la tecnología (brindando soluciones confiables y seguras integradas a la cadena de suministro), farmacia (con una red controlada de transporte y almacenamiento) y la manufactura (manejando cadenas de suministro complejas con operaciones estables y veloces) (A. Silva, comunicación personal, 19 de noviembre de 2020).

7. Proceso productivo

La operación se encuentra dividida en diferentes áreas que se describen a continuación:

- **Gestión de trámites aduanales:** Corresponde al manejo y administración de trámites aduanales a los diferentes clientes. Esta actividad contempla labores administrativas en oficinas como revisión de mercaderías en las aduanas o almacenes por parte de los revisores.
- **Almacenamiento:** DHL Global Forwarding cuenta con diferentes centros de almacenamiento; se cuenta con bodegas generales, fiscales de productos farmacéuticos, productos químicos, electrónicos, consumo masivo entre otros. Dentro de los procesos de la operación se encuentran los siguientes:

- **Recibo de Materiales:** Verificación y aceptación de los productos que envían los diferentes proveedores para su almacenamiento temporal. Aquí se revisan datos en documentación, revisión de marchamos en camiones contenedores.
- **Acomodo de Materiales:** Se procede al correcto almacenamiento de los materiales recibidos de acuerdo con las características de éstos y en las diferentes posiciones asignadas; para este efecto son utilizados los montacargas, carretillas eléctricas y manuales.

- **Inventarios:** Se llevan a cabo inventarios de los productos almacenados periódicamente, algunos de éstos se hacen a más de 1,8 m de altura en canastas elevadas por montacargas apiladores.
- **Alisto de Materiales:** De acuerdo con las solicitudes de despacho de los clientes, se alistan los materiales para luego ser llevados al transportista y ser enviados a los diferentes puntos indicados.
- **Despacho de materiales:** Rebajo de inventario a los materiales solicitados por el cliente.
- **Servicio de Transporte de Mercancías:** DHL Global Forwarding cuenta con camiones para la distribución y traslado de mercaderías de los almacenes a los puntos que ellos indiquen. Se cuenta con el Departamento de Transporte Terrestre Local, el cual tiene camiones propios de la compañía y conductores en Planilla DHL Global Forwarding. Por otra parte, el transporte de cargas a algunos clientes se hace por medio del departamento de Distribución local. En este caso, el servicio de transporte es tercerizado, se contrata a los transportistas, cada uno con su propio camión para llevar a cabo las entregas.
- **Área de oficinas:** DHL Global Forwarding cuenta con oficinas tanto en su sede central como sus oficinas periféricas. En éstas, se llevan a cabo trámites rutinarios de oficina, áreas de digitación de datos, impresión, atención de llamadas, etc.

El proceso productivo que se detalla en la figura 2 es el relacionado con el área de almacenes, donde se realizó el presente estudio.

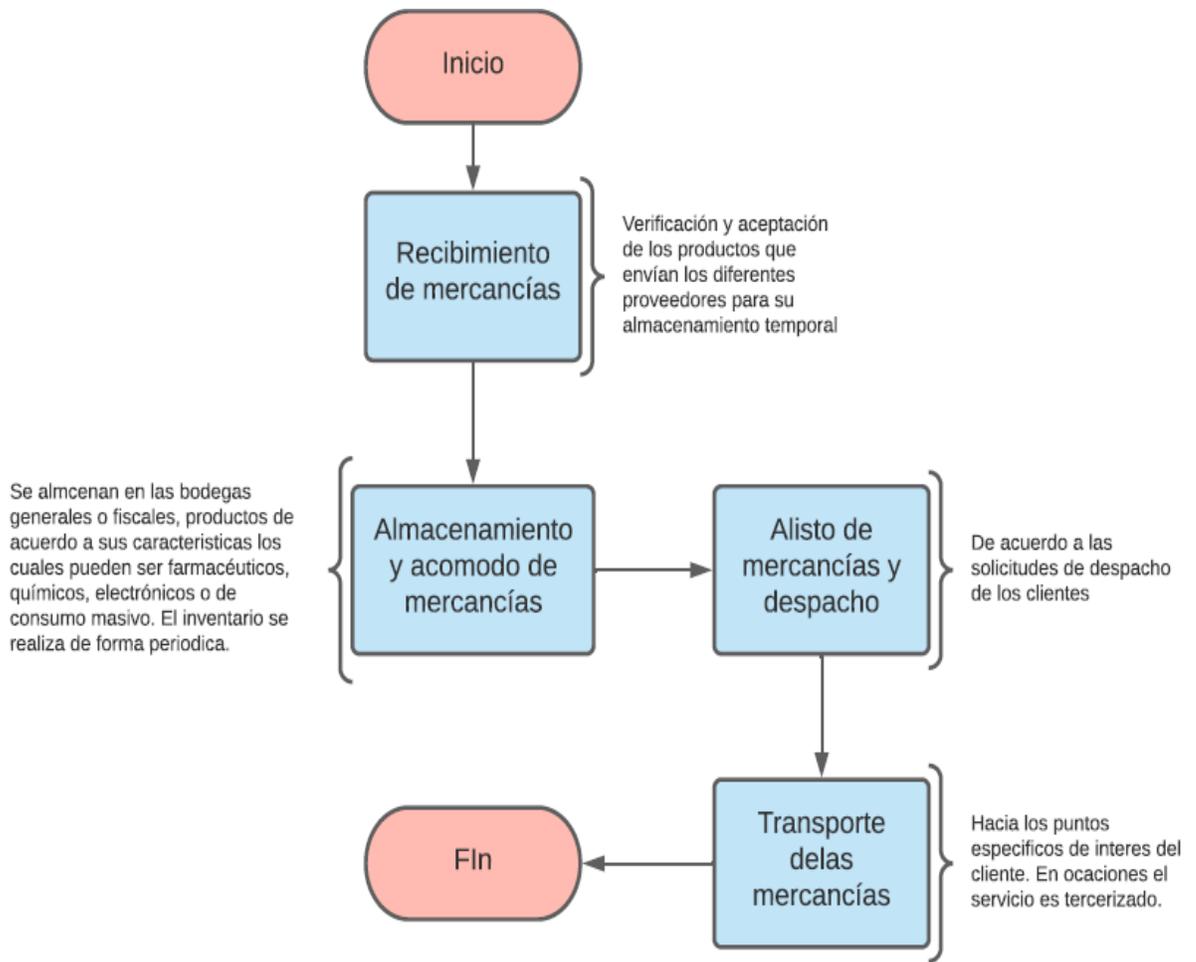


Figura 2. Proceso productivo en el área de almacenes

Fuente: Programa de Salud Ocupacional DHL (2018)

El diagrama del proceso productivo según las actividades que se realizan en la dirección de almacenes es el siguiente:

Descripción	Inicio/Final	Almacenamiento	Transporte	Inspección	Espera	Operación
Arribo de camiones con mercancías de distintos clientes.						
Identificación con el oficial de seguridad en la entrada del almacén.						
Posicionamiento del camión en el andén.						
Verificación y aceptación de las mercancías enviadas.						
Descarga de mercancías.						
Acomodo y almacenamiento de mercancías según el cliente.						
Alisto de pedidos según la demanda del cliente						
Carga de contenedores.						
Transporte de las mercancías hacia los puntos de interés del cliente						
Recepción de mercancías en el destinatario final						

B. Planteamiento del problema

En el año 2019, se llevó a cabo por parte del departamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa un estudio para la determinación de la exposición ocupacional a ruido que tienen los operadores de equipos montacargas en el departamento de almacenes. Se utilizó la evaluación por tareas mediante el uso del sonómetro y arrojó como resultado que, en el proceso de carga y descarga de mercancías desde el andén hasta el furgón y viceversa, se presentaron los mayores niveles de presión sonora, con un pico de 87,4 dB(A), atribuido en gran parte a las características estructurales de la rampa niveladora y el equipo montacargas que se utiliza.

Sin embargo, debido a las características de la tarea y el equipo de medición empleado, no se logró realizar una medición puntual en el espacio de trabajo del colaborador (en el montacargas), generándose así, un mayor sesgo sobre el dato real de la exposición ocupacional a ruido. Por medio de este mismo estudio, al considerar las demás tareas que realizan los operadores de equipos montacargas a lo largo de una jornada laboral, resultó en una exposición a niveles de presión sonora equivalente de 82,6 dB(A), encontrándose este valor en un nivel de alarma según la normativa INTE 31-09-01:2016.

Así mismo, los mecanismos y recursos para la vigilancia de la salud acústica actuales en la empresa dificultan la identificación sobre deterioros en la salud auditiva de los colaboradores del almacén. Actualmente en la dirección de almacenes hay 21 montacarguistas, los cuales se exponen durante 8,5 horas de su jornada laboral. De continuar con esta problemática, se pueden agravar las condiciones de exposición ocupacional a ruido generando deterioro de la salud auditiva de los colaboradores, aumento de accidentes en la bodega, disminución de la productividad y aumento del ausentismo laboral. Provocando así, consecuencias relacionadas a incumplimientos legales sobre condiciones de trabajo seguras y una desalineación con las líneas base de éxito de DHL Global Forwarding.

C. Justificación del proyecto

Dentro de los muchos factores de riesgo que existen en las empresas, particularmente el ruido al ser imperceptible a nivel visual, no se le toma la importancia requerida y no se dimensiona el potencial de daño que puede llegar a tener en los trabajadores que sufren una exposición en concentraciones perjudiciales para el sistema auditivo. La exposición a ruido es normalizada en muchas ocasiones y al ser los principales efectos para la salud de forma crónica, se atribuyen a la edad y no a la exposición laboral.

Según datos y cifras de la Organización Mundial de la Salud, 432 millones de adultos en el mundo presentan audición discapacitante y de los casos no detectados o los que fueron desatendidos relacionados con la pérdida de la audición, representan un costo a nivel mundial que ronda alrededor de los 750 000 millones de dólares internacionales (Organización Mundial de la Salud OMS, 2019).

La gerencia de Salud Ocupacional de DHL Global Forwarding tiene conciencia de ello y desde la dirección estratégica nace la necesidad particular para tener mapeada y controlada la exposición de los operadores de equipos montacargas ante este agente, mediante la implementación de un programa de conservación auditiva. De ahí la relevancia del desarrollo de este proyecto, en el cual se puede tener una perspectiva real acerca de este fenómeno físico y cómo afecta a la operación, y a raíz de ello tomar las medidas adecuadas para poder controlarlo y que el proceso productivo no se vea perjudicado por esta problemática que afecta a millones de personas en el planeta.

Para la empresa es importante desarrollar este proyecto, ya que tiene un gran valor técnico, esto debido a que en toda la región centroamericana y del caribe donde tiene operación DHL, no se han desarrollado estudios de ruido en el área de almacenes, por lo cual este trabajo puede servir como una referencia para las demás compañías en materia de higiene industrial y un gran insumo para tener en consideración para la toma de decisiones corporativas en la realización de nuevos proyectos para hacer frente a los factores de riesgo de la operación.

En un informe desarrollado en Colombia por la Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social, se señaló que la causa más común en la disminución de la agudeza auditiva, después de la presbiacusia, es la hipoacusia neurosensorial que se desarrolla en los centros de trabajo (Gómez, 2012).

Lo anterior evidencia la importancia que posee el detectar y controlar los niveles de presión sonora, con el fin de evitar que éstos se conviertan en condiciones inseguras para los trabajadores, traducidas en enfermedades laborales y pérdidas económicas. Desde el punto de vista de implicaciones prácticas, este proyecto tiene su relevancia en el proceso productivo, debido a que, al promover la salud de los colaboradores, se mejora el rendimiento laboral y contribuye a la disminución de la insatisfacción laboral (aspectos medibles una vez implementadas las alternativas de solución), fortaleciendo así una de las líneas base de éxito de la empresa, la cual es ser la primera opción para sus empleados.

DHL Global Forwarding tiene presente que, para alcanzar su éxito financiero, el bienestar de sus empleados es esencial. El contar con personal eficiente y comprometido con menos accidentes o enfermedades, con la salud como un elemento clave, le ayudará en la consecución de la más alta productividad y calidad y así poder ser atractivo y rentable en el mercado (DHL, 2016).

Según la Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo, la prevención de las pérdidas auditivas en el trabajo beneficia al trabajador porque preserva las capacidades auditivas que son cruciales para disfrutar de una buena calidad de vida. Este Programa de Conservación Auditiva (PCA) proporcionará beneficios en términos de chequeo sanitario, ya que las pérdidas auditivas de carácter no laboral y las enfermedades auditivas con posible tratamiento suelen detectarse por medio de audiometrías anuales. El PCA reducirá gastos por incapacidades, porcentajes de accidentes y ca su vez contribuirá a promover la eficiencia en el trabajo, cambios de diseño ingenieril y el cumplimiento legal y normativo.

La propuesta de este PCA alinea a la empresa con el cumplimiento legal internacional que establece NIOSH, y el nacional como el Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo (vigente desde 1965), el cual en su artículo 3 establece que “todo patrono o su representante, intermediario o contratista, debe adoptar y poner en práctica en los centros de trabajo, por su exclusiva cuenta, medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la vida, la salud, la integridad corporal y moral de los trabajadores” (Constitución política & Ministerio de Trabajo, 1965, p. 17).

Es importante señalar que la empresa DHL Global Forwarding en el corto plazo empezará un proceso para obtener la certificación en seguridad y salud por medio de la normativa ISO 45001, por lo cual los procesos de gestión de riesgos que se puedan implementar son de suma importancia para poder lograr ese objetivo, razón por la cual este proyecto tiene un impacto positivo en las aspiraciones de obtener ese certificado.

D. Objetivos

1. Objetivo general

Proponer un Programa de Conservación Auditiva para el control de la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.

2. Objetivos específicos

- Identificar los aspectos organizacionales y del proceso productivo que contribuyen en la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.
- Evaluar los niveles de presión sonora y la exposición ocupacional a ruido a la que se encuentran expuestos los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.
- Diseñar propuestas de control ingenieriles y administrativas integradas en un Programa de Conservación Auditiva para la reducción de la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.

E. Alcance y limitaciones

1. Alcance

El presente proyecto incluyó el desarrollo de un Programa de Conservación Auditiva para el departamento de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding. Este brindó la posibilidad de poder tener un panorama real acerca de los elementos organizacionales y del proceso productivo que están relacionados con la exposición ocupacional a ruido en el almacén. Además, permitió establecer el comportamiento de los niveles de presión sonora y sobre ello concluir acerca de en cuáles sectores del almacén existen mayores niveles de presión sonora asociados a un proceso en particular a causa del ruido de impacto en la zona de andenes y el ruido generado por fuentes móviles. Lo anterior brindó la posibilidad de priorizar en cuál población era recomendable realizar una evaluación ocupacional por exposición a ruido, la cual se llevó a cabo por medio de la audiodosimetría.

Se emplearon alternativas de solución administrativas y de diseño ingenieril acordes a los resultados obtenidos, generando así espacios de trabajo seguros alineados a las políticas internas, la legislación laboral nacional e internacional, y el establecimiento de un proceso de mejora continua. Este proyecto permitió tener una base la cual puede ser implementada en otros almacenes tanto de Costa Rica como en la región centroamericana y del caribe.

2. Limitaciones

- No se logró evaluar la exposición ocupacional a ruido de las bodegas 1, 3 y 5 ya que durante el mes de marzo la proyección en la actividad de esas bodegas no representaba una exposición característica del proceso, debido a la disminución en la demanda de carga y descarga de mercancía causada por la pandemia del COVID-19.
- A pesar de que la población en estudio era pequeña (21 personas) no se logró evaluar la exposición ocupacional a ruido de todas las personas, debido a que por razones de cantidad de equipos prestados y su tiempo de préstamo no se cumplía con los parámetros que establece la metodología según la normativa INTE/ISO 9612.

II. Marco conceptual

El sonido es un fenómeno físico que “consiste en vibraciones íntimas de las partículas de un medio, que se propagan a través del aire y alcanzan finalmente el oído del receptor. Puede ser interpretado como placentero (música, por ejemplo) o desagradable (como el ruido producido por un martillo neumático), dependiendo de la actividad que esté realizando el oyente, su experiencia previa y su actitud frente a la fuente que lo origina” (Ruiz & Parra, 2018, p. 13). El sonido y el ruido son aspectos en donde entra en juego la percepción de las personas. Sin embargo, el ruido en ciertas concentraciones y tiempo de exposición puede generar daños a la salud.

Los efectos del ruido en su mayoría son de forma crónica en el sistema auditivo, además de afectar otros sistemas el digestivo (interrumpir la digestión), cardíaco (hipertensión arterial), nervioso (desconcentración), cuando se da una exposición a niveles altos de ruido. La Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición (ASHA) determinó que entre 150 y 120 dB se considera un ruido doloroso, entre 90 y 110 dB se considera un ruido extremo intenso, entre 70 a 89 dB es considerado ruido intenso y de 40 a 60 un ruido moderado (ASHA, 2019). A partir de los 30 dB se producen molestias, interferencia en la comunicación y del sueño. Ruidos mayores a 70 dB empiezan a generar un deterioro auditivo (Escobar, 2017).

Al referirse al ruido laboral, se hace referencia a la contaminación acústica que se genera en un sector de trabajo y que afecta principalmente a los trabajadores del lugar (Gardey & Pérez, 2016). Según las características del proceso hay distintas formas en las que el ruido se va a emitir y va a llegar hasta el sistema auditivo de la persona trabajadora. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo señala que existe el ruido de impacto, aleatorio, periódico y estable.

El ruido de impacto es aquel cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo. El ruido aleatorio es aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel de presión acústica ponderada A (LpA) es superior o igual a 5 dB, variando los LpA aleatoriamente a lo largo del tiempo. El ruido periódico difiere entre los valores máximo y mínimo de LpA cuando es superior o igual

a 5 dB y cuya cadencia es cíclica. Por último, el ruido estable, los LpA permanecen esencialmente constante. Se considerará constante cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB (INSHT, sf).

El nivel de presión acústica ponderada A “es la escala que se usa para equiparar el posible daño en el oído en función de la distribución energética del nivel de presión sonora al que se esté sometido. Dependiendo de si las frecuencias predominantes son graves, medias o agudas, el oído amortiguará o incluso puede llegar a amplificar ese sonido que la persona recibe en su exposición” (Näf, 2013, p. 17). El nivel de presión sonora equivalente es el que hace posible concluir sobre la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores.

A nivel internacional el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (2018) menciona que el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) recomienda una exposición límite a ruido ocupacional de 85 dB (A) para un periodo de 8 horas. Mismo valor que recomienda la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). A nivel nacional el Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones, en su artículo 7, establece como límite de exposición los 90 dB (A) para lugares de trabajo con presencia de ruidos intermitentes o de impacto. Para los trabajos con exposición a ruidos continuos no se pueden exceder los 85 dB (A) para una jornada laboral de 8 horas (Salazar, 2018).

Para poder obtener los valores de presión sonora y así poder comparar con la normativa, existen equipos como lo son el sonómetro y el dosímetro. Por una parte, “el sonómetro es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica, expresada en decibelios, sin considerar su efecto fisiológico (Baraza, Castejón y Guardino, 2014)” (Brosed, 2016, p.14).

El sonómetro es fundamental para poder desarrollar la metodología de mapa de ruido. Este es “una muestra de forma gráfica el efecto de diferentes fuentes ruido dentro de un espacio específico. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores” (Bastián, 2015, p. 24). El mapa de ruido es una forma de caracterización de los

niveles de presión sonora y por ningún motivo de puede concluir sobre exposición ocupacional a raíz de los resultados que proporciona. Para poder evaluar la exposición ocupacional ruido existen otras metodologías en donde se realizan mediciones con base en la tarea, función o la jornada completa, en las cuales puede hacerse uso del dosímetro.

El dosímetro es un equipo que se emplea para la evaluación de la exposición al ruido en la que se mide el nivel de porcentaje de dosis que recibe el trabajador a nivel de oído, durante un periodo determinado de la jornada laboral (Granados, 2018). La normativa ISO 9612, menciona que los dosímetros, se pueden utilizar para todos los tipos de situaciones de trabajo. Este instrumento es el más utilizado para medir la exposición a ruido de larga duración para aquellas tareas en donde hay desplazamientos por parte de la persona, tareas de complejidad alta, o bien cuando hay variedad de tareas denominadas discretas (2009).

Dentro de los tipos de industria en donde se pueden presentar ese tipo de tareas son las dedicadas al almacenamiento y distribución de mercancías. Estas son empresas que hacen uso del proceso logístico como una herramienta estratégica que permite el manejo eficiente de los insumos y productos (Logística y Comercio Exterior, 2020). Para el almacenamiento es esencial hacer uso de distintos tipos de equipo.

Los montacargas son indispensables en este sector productivo, estos son equipos que se usan principalmente desplazar distintos objetos y elementos de forma vertical u horizontal (Ruiz, 2018). Sin embargo, dada sus características mecánicas y de seguridad, durante su funcionamiento producen en el ambiente de trabajo niveles de presión sonora a los cuales se ven expuestos los trabajadores, en especial el operario del vehículo.

Como medida de conservación auditiva, en la actualidad existen los montacargas asistidos por electricidad, estos disminuyen de una forma considerable el ruido que se emite cuando son operados, reduciendo la cantidad de decibles que llegan a las personas. También representan una ventaja ambiental ya que no emiten emisiones al ambiente y proporcionan una disminución en el riesgo de incendio o explosión debido a que no se requiere del almacenamiento de cilindros de gas.

Si bien es cierto, los equipos eléctricos pueden llegar a tener un costo elevado, estos pueden ir acompañados de otras alternativas. Para la dinámica que se vive dentro de un almacén, en donde una de las actividades principales es la carga y descarga de mercancía, el montacargas juega un papel muy importante. Sin embargo, se puede disminuir su tiempo de uso, si se implementan soluciones ingenieriles como sistemas de transporte de rodillos o de cadena específicamente para pallets de madera.

Los transportadores de cadenas son una solución de manipulación la cual es sumamente apreciada por las empresas de logística, especialmente por su diseño metálico que ayuda a garantizar una vida útil más larga, capaz de transportar tarimas y cajas. Por otro lado, el transportador de rodillos para tarimas representa una solución perfecta para desplazar unidades de carga, trabajar con soluciones de almacenaje y garantizar el correcto proceso de preparación de pedidos (Mecalux, 2019).

Entre otras soluciones ingenieriles para la disminución de los niveles de presión sonora, se puede destacar el aislamiento acústico. Este se refiere a “un conjunto de acciones encaminadas a la obtención de una correcta atenuación en la transmisión de ruido aéreo, impacto y vibraciones entre los diferentes espacios que integran un recinto y también con el exterior” (Mena, 2013, p.3). Este principio es de gran utilidad en el diseño de espacios que ocupen una cantidad específica de decibeles, como un consultorio médico, un cuarto para audiometrías, o bien una solución ingenieril como lo puede ser el diseño de una cabina para los equipos de montacargas.

Por otro lado, se puede mencionar el acondicionamiento acústico, este busca “la definición de las formas y revestimiento de las paredes, techos y suelos interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que esté destinada su uso” (Mena, 2013, p. 4). Así se pueden considerar opciones de acondicionamiento del almacén y así hacer frente a los problemas estructurales de los materiales con los que se encuentra construido, los cuales pueden favorecer a la sobreexposición a ruido.

Ahora bien, en la década de los 70 a raíz del problema del ruido laboral comienza la implementación de sistemas de prevención y control más integrales, los denominados programas de conservación auditiva. El empleo de estos programas tiene como objetivos prevenir la pérdida de la audición inducida por ruido industrial prevenir efectos a la salud derivados de la exposición a ruido industrial, reducir del ausentismo laboral, mejorar la productividad industrial y mejorar las condiciones administrativas de las empresas (González, 2016).

Según OSHA y NIOSH, “un programa de conservación auditiva está compuesto por varias fases, dentro de las cuales se pueden mencionar los controles ingenieriles y administrativos, educación y motivación, dispositivos de protección auditiva, evaluación del programa para los procesos de mejora continua y la creación de registros con el fin de tener una trazabilidad en los datos” (Sánchez, 2015, p. 27).

Un programa de conservación auditiva “ayuda a una organización a realizar la identificación del riesgo físico por ruido al cual están expuestos los colaboradores, así como conocer el estado de salud auditiva actual, la percepción del trabajador ante la exposición a ruido en el puesto de trabajo y permitirá la identificación oportuna de los colaboradores con posibles descensos auditivos” (Anaya, Flores & Ortegón, 2016, p. 17).

Cabe señalar que estas estrategias para la conservación acústica deben ir acompañadas de procesos para la vigilancia de la salud en este sentido. La vigilancia de la salud auditiva busca detectar en forma precoz la pérdida de la capacidad sonora, mediante la realización de controles médicos y audiométricos periódicos a los trabajadores con exposición ocupacional a ruido a niveles iguales o superiores al criterio de acción establecido. (Instituto de Salud Pública de Chile, 2017).

Dentro de la vigilancia de la salud auditiva se distinguen cuatro tipos de audiometrías: audiometría de base, audiometría de seguimiento, audiometría de confirmación y audiometría de egreso. Mediante la aplicación de principios de diseño acústico se pueden construir espacios para la realización de audiometrías, la cual debe cumplir con un nivel de presión

sonora máximo permisible de ruido de fondo para poder lograr una evaluación audiométrica de acuerdo con su especificidad (Holch, 2012).

III. Metodología

A. Tipo de investigación

En el presente proyecto, se abordó la investigación desde dos perspectivas. Por un lado, la investigación descriptiva ya que se describieron las características de la situación actual con respecto al ruido, esto con el fin de comprenderla de una manera más exacta. Por otro lado, tuvo un enfoque de investigación aplicada con el propósito de encontrar estrategias administrativas e ingenieriles que pudieran ser empleadas en el abordaje del problema a resolver.

B. Fuentes de información

1. Fuentes de información primaria

- Programa de Conservación Auditiva. Guía de implementación. Editorial Cromagraf EIRL.
- La prevención del ruido en la empresa. Editorial: Fundación Cofemental.
- Ruido: para los posgrados de higiene y seguridad industrial. Editorial Nobuko.
- Medida y Control de Ruido. Editorial Marcombo.
- Opinión de experto.
- Entrevistas.

2. Fuentes de información secundaria

- Normativa INTE/ISO 9612:2016: Determinación de la exposición ocupacional al ruido ocupacional.
- Normativa INTE/ISO 31-09-09-16: Elaboración de programas de salud Ocupacional.
- Normativa INTE/ISO 5130 Evaluación puntal para fuentes móviles.
- Ministerio de Salud Pública de Costa Rica. Reglamento para el control de ruido y vibraciones.
- NTP 270: Evaluación de la exposición a ruido. Determinación de los niveles representativos.

- NTP 960. Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización.
- NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.
- OSHA, NIOSH, ACGIH, INSHT
- Repositorio TEC:
 - Trabajos finales de graduación.
-

3. Fuentes terciarias

- Google académico.
- Google books.
- Base de datos:
 - Base de datos Ebrary.
 - Elsevier
 - Base de datos e-libro.
 - Base de datos EBSCO.
 - Digitalia

C. Población y muestra

A continuación, se detalla la población o muestra que se consideró para la ejecución de algunas herramientas:

1. Evaluación de exposición ocupacional a ruido de los montacarguistas metodología de jornada completa según la normativa ISO 9612

Para la escogencia de la muestra a evaluar en este apartado se utilizó un muestreo no probabilístico de carácter intencional, debido a los factores que fueron resaltados en el apartado de limitaciones. De la población a evaluar de 21 operadores de equipos montacargas se consideraron 14 que tenían una exposición ruido más apegada a la realidad de la operación, es decir los casos críticos. De los 14 considerados se evaluaron 8 personas con el fin de utilizar los recursos disponibles de equipo y de tiempo de una forma óptima

Para la medición se dividió la muestra en dos grupos de exposición homogéneos conformados por cuatro personas. La evaluación se realizó en cuatro días, en los cuales según las características del proceso se presentaban los mayores picos para la carga y descarga de mercancías.

2. Entrevista estructurada a los supervisores de bodega

Por cada bodega existe un supervisor, razón por la cual la entrevista fue llevada a cabo para los cinco supervisores de las bodegas con el fin de contemplar a la totalidad de esta población.

3. Entrevista estructurada al personal de mantenimiento

La unidad de mantenimiento está constituida por cuatro personas de las cuales una es el supervisor de mantenimiento; él maneja la información sobre los mantenimientos que se han realizado a las rampas niveladoras y a los montacargas, así como las características de éstos, razón por la cual la entrevista se llevó a cabo con esta persona.

4. Entrevista estructurada al médico de empresa

Actualmente en DHL sólo hay un médico de empresa, por esa razón la entrevista se efectuó con esta persona.

5. Cuestionario sobre percepción del riesgo y confort auditivo

El cuestionario se efectuó a los 21 montacarguistas que conforman la población en estudio.

D. Operacionalización de variables

Cuadro 2. Operacionalización de variable para el objetivo específico 1

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas
Identificar los aspectos organizacionales y del proceso productivo que contribuyen en la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.	Elementos del proceso productivo	Características administrativas y productivas de la empresa las cuales pueden aumentar la cantidad de decibeles a las que los operadores de montacargas se exponen.	-Cantidad de horas de exposición. -Número de contendedores que durante la jornada llegan al almacén para la carga y descarga de mercancía (día y hora de la semana). -Frecuencia de quejas de molestias por ruido. -Promedio de edad de los operarios. -Cantidad de grupos de exposición homogéneos. -Cantidad de horas de descanso.	-Entrevista estructurada a los supervisores de bodega.
			-Frecuencia del mantenimiento de la rampa niveladora. -Cantidad de años de uso de la rampa niveladora. -Frecuencia del mantenimiento de los montacargas. - Cantidad de años de uso de los montacargas.	-Entrevista estructurada al personal de mantenimiento.
	Aspectos organizacionales		-Cantidad de operarios de montacargas que se realizan audiométricas. -Frecuencia de las audiometrías. -Porcentaje de la población de operarios que han evidenciado pérdida auditiva.	-Entrevista estructurada al médico de empresa.
			-Nivel de percepción de los operarios sobre la exposición ocupacional a ruido.	-Cuestionario sobre percepción del riesgo
	Elementos del proceso y Aspectos organizacionales		-Número de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas sobre la problemática acústica en la dirección de almacenes.	-Análisis FODA.
			-Cantidad de causas, consecuencias, medidas de mitigación y prevención para la exposición ocupacional a ruido.	-Diagrama de pajarita.

Cuadro 3. Operacionalización de variable para el objetivo específico 2

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas
Evaluar los niveles de presión sonora y la exposición ocupacional a ruido a la que se encuentran expuestos los operadores de equipos montacargas en el departamento de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding, Oficinas Centrales.	Niveles de presión sonora presentes por las características del proceso productivo.	Cantidad de energía asociada al ruido que se produce producto de las características del proceso productivo.	-Decibeles captados por el sonómetro.	-Bitácora de muestreo para recolección de datos.
			-Número de cuadrantes necesarios para hacer mapa de ruido.	-Croquis o planos del local.
			Cantidad de dB(A) percibidos en cada sector del almacén.	-Mapa de ruido.
			Niveles de presión sonora en dB(A) emitidos por el montacargas.	-Normativa ISO 5130 Evaluación puntal para fuentes móviles.
	Niveles de presión sonora a los cuales se exponen los trabajadores.	Cantidad de energía asociada al ruido la cual es considerada como exposición ocupacional cuando los colaboradores se encuentran realizando las tareas características del proceso productivo.	-Dosis efectiva captada por el audiodosímetro. Medido en dB(A).	-Bitácora de muestreo para recolección de datos.
			-Porcentaje de dosis efectiva de ruido durante una jornada laboral de ocho horas asociado a un grado de confianza.	Normativa ISO 9612: <ul style="list-style-type: none"> • Ecuación para el cálculo del nivel de exposición a ruido diario ponderado. • Ecuación Incertidumbre expandida.

Cuadro 4. Operacionalización de variables para el objetivo específico 3

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
Diseñar propuestas de control ingenieriles y administrativas integradas en un Programa de Conservación Auditiva para el control de la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en el departamento de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding Oficinas Centrales.	Alternativas de solución	Lineamientos que se engloban dentro de un programa de conservación auditiva a raíz de una necesidad, con el fin de reducir o controlar los riesgos laborales asociados a un proceso productivo	-Cantidad de prácticas preventivas para la prevención de la pérdida auditiva. -Porcentaje de disminución en los tiempos de exposición. -Número de campañas de promoción de la salud acústica. -Cantidad de rotaciones de personal y sus actividades. -Cantidad de periodos para el mantenimiento.	-Guía de diseño de OSHA 3074 y normativa ISO 31-09-09-16.
			-Cantidad de responsables del programa de conservación auditiva.	-Matriz de asignación de responsabilidades (RACI).
			-Número de instructivos para la capacitación. -Frecuencia de las capacitaciones.	-Guía de elaboración de programas de capacitación.
			-Disminución en los decibeles que el equipo puede impedir que llegue al oído trabajador.	-Selección del equipo de protección personal basado en OSHA.
			-Cantidad de decibeles que la combinación y disposición de materiales para la construcción de una cabina en el montacargas, impide que llegue al trabajador.	-Aislamiento acústico.
			-Número de Docks con regulador de impacto y silenciador, para inhibir la emisión de ruido por impacto al momento de que el montacargas pasa por encima de la rampa.	-Acondicionamiento acústico.
			-Número de aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicables del diseño propuesto.	-Análisis costo/beneficio -Matriz comparativa de propuestas.
			-Cantidad de tiempo para la implementación de la alternativa de control propuesto.	
			-Cantidad de recursos humanos, ingenieriles económicos y tecnológicos con los que cuenta la compañía.	

E. Descripción de instrumentos de investigación

1. Entrevistas estructuradas

Esta herramienta es “una serie de preguntas preparadas por el entrevistador, las cuales son predeterminadas e invariables que permite la recolección de información de manera ordenada” (Sánchez, 2015, p. 37). Mediante ella se puede obtener información específica acerca de las variables en estudio y obtener análisis más profundo. Es adaptable a cualquier situación y población meta en la que se vaya a emplear. (Ver apéndices 2, 3 y 4)

2. Cuestionario sobre percepción del riesgo y confort auditivo

El cuestionario sobre percepción del riesgo y confort auditivo “es una herramienta de gran utilidad para el técnico de prevención de riesgos laborales en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores” (INSHT, sf, p. 7) (ver apéndice 5). Esta herramienta brinda la posibilidad de poder tener más claro el contexto interno sobre la percepción de los trabajadores y posteriormente realizar un contraste con respecto a la exposición real.

3. Matriz FODA

La matriz de análisis FODA es una herramienta que “permite conocer las fortalezas y debilidades de la organización, de acuerdo con su entorno interno, y las amenazas y oportunidad, de acuerdo con su entorno externo” (Loría, 2019, p. 28). Mediante ella se puede enfocar en los aspectos más importantes que están afectando el proceso productivo y la seguridad de los trabajos y tener claro cuales recursos se pueden orientar para los esfuerzos de mejorar la operatividad del negocio.

4. Diagrama de pajarita (Box Tie)

El análisis Bow Tie “es una forma sencilla de describir los riesgos desde las causas hasta las consecuencias en forma de diagrama” (Litoclean, 2019, p. 10). Mediante esta herramienta se pueden obtener análisis de riesgos de la situación en estudio y también permite

proponer medidas de prevención o mitigación a las situaciones de interés. Además, permite proyectar escenarios para saber de qué forma esas medidas podrían eventualmente fallar.

5. Bitácora de muestreo

Es un instrumento utilizado para anotar en forma ordenada la recolección de los datos, en el cual además se especifican aspectos importantes como observaciones, la hora de las mediciones, los responsables y el instrumento de medición utilizado. Este instrumento sintetiza la información que posteriormente será analizada para poder obtener la caracterización de los niveles de presión sonora y la exposición ocupacional a ruido (ver apéndice 1).

6. Croquis o planos del local

Consiste en una representación gráfica a escala del local de trabajo, en donde se detallan todos los espacios que lo comprenden y mediante ella se obtiene una visión clara de la distribución física del lugar (ver anexo 2 y 3). Con esta herramienta se puede realizar una distribución de cuadrantes de acuerdo con la metodología de mapa de ruido para poder ilustrar los niveles de presión sonora en cada sector.

7. Metodología mapa de ruido

Esta es una metodología aplicada para determinar el comportamiento del ruido en las distintas áreas de un local de trabajo. “En ella se procede a dividir el área evaluada en cuadrantes con dimensiones entre los 30 y 50m². Posteriormente, se toman mediciones puntuales cada 30 minutos durante toda la jornada laboral lo cual brinda un total de 16 mediciones por cuadrante” (Vargas, 2014, p. 38). Mediante el mapa de ruido se obtienen rango de distribución de los niveles de presión sonora.

8. Evaluación puntal de fuentes móviles

La evaluación puntal de fuentes móviles permite caracterizar el patrón de emisión de los niveles de presión sonora de esa fuente en particular y con ello poder determinar la cantidad de dB(A) que emite al entorno de trabajo. Mediante esta herramienta se puede

obtener los valores necesarios para poder determinar las características sonoras para el desarrollo de acondicionamientos o aislamientos acústicos en la fuente.

9. Metodología de evaluación por jornada completa según la normativa ISO 9612

Este es un método que “permite medir la exposición al ruido de los trabajadores en un entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición a ruido, tratando los decibels A y los C” (ISO 9612, 2009 p. 7). Mediante la estrategia de jornada completa se mide toda la exposición a lo largo de la jornada, contemplando todas las tareas que tienen una contribución de ruido brindando un valor acumulado con el que se puede concluir sobre la exposición ocupacional

10. Guía de diseño de OSHA 3074

Esta es una guía que “comprende una serie de componentes que debe contener un programa de conservación auditiva según The Occupational Safety and Health Administration” (Vargas, 2014, p. 39). Mediante ella se puede obtener requisitos para el monitoreo, bajo qué circunstancias se debe proveer el equipo de protección auditiva, cuáles entrenamientos son necesarios, las líneas base de las audiometrías, así como las estrategias de seguimiento.

11. Matriz de asignación de responsabilidades (RACI)

La matriz RACI sirve para establecer las responsabilidades de cada actor que participa en una tarea. La matriz se construye con una tabla donde por filas están las tareas y en las columnas los actores. Mediante esta herramienta se puede garantizar la correcta distribución de las tareas a las personas que cumplan con las capacidades para llevarlas a cabo y que garanticen el éxito de un determinado proyecto.

12. Guía para la elaboración de programas de capacitación

Es una herramienta que permite describir de forma detallada un conjunto de actividades estructuradas de tal forma que conduzcan a la consecución de objetivos

planteados. Mediante esta guía se puede obtener técnicas y recursos que se puedan aplicar durante los procesos de instrucción y aprendizaje. Algunos aspectos que se pueden obtener son el número de trabajadores para capacitar, tipo de instrucción, metodología y recursos didácticas (Secretaría del Trabajo y Prevención Social, 2008).

13. Metodología según OSHA selección del equipo de protección personal

Es una metodología la cual permite escoger un equipo de protección auditiva de acuerdo con las características de atenuación del ruido que se requieren en una población de exposición en una determinada área del recinto de trabajo, considerando aspectos como la incertidumbre asociada. La metodología se puede utilizar como un mecanismo de exclusión a la hora de escoger entre distintos tipos de equipo.

14. Normativa 8253 Métodos de ensayo audiométricos

Esta normativa “indica niveles de presión acústica máximos permisibles que no se deben exceder cuando se tienen que medir los niveles umbrales de audición hasta 0 dB. Indica los niveles de presión acústica máximos del ruido ambiente que son admisibles cuando se tienen que medir otros niveles umbrales de audición mínimos. Describe modos de funcionamiento para determinar los niveles umbrales de audición mediante audiometría de tonos puros por conducción aérea y por conducción ósea” (ISO 8253, 2011)

15. Metodología para aislamiento acústico

El aislamiento es una manera de atenuar la transmisión sonora de un ambiente a otro, en función de las propiedades mecánicas de los materiales, tomando en consideración el modelo simplificado de la ley de masas (Robles, 2020). Esta herramienta es de gran importancia para poder determinar cuáles materiales son más eficientes en distintas frecuencias para evitar que una cantidad específica de dB llegue a un determinado lugar o individuo.

16. Metodología para el acondicionamiento acústico

Esta herramienta es utilizada para la optimización acústica de los materiales con los cuales se encuentran construidas las superficies que conforman el espacio en el que se lleva a cabo un proceso productivo con el fin de disminuir la cantidad de energía asociada a los dB que se emite al entorno de trabajo. Mediante el acondicionamiento se pueden establecer estrategias para realizar una gestión preventiva o correctiva con respecto a la exposición ocupacional al ruido.

17. Análisis costo beneficio

Es una metodología que “evalúa de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto (programa, intervención o medida de política), con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable y, si lo es, en qué medida. Para ello, los costes y beneficios deben ser cuantificados, y expresados en unidades monetarias, con el fin de poder calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en su conjunto. Esta metodología muestra además quién gana y quién pierde (y por cuánto) como resultado de la ejecución del proyecto” (Ortega, 2012, p. 1).

18. Matriz comparativa de propuestas

Esta matriz “permite calificar las alternativas de diseño propuestas con el fin de determinar la alternativa de diseño que será incluida en el programa” (Loría, 2019, p. 29). Mediante la herramienta se pueden obtener las ventajas y desventajas desde la perspectiva de distintos aspectos y con ello la decisión sobre la alternativa escogida pueda tener un respaldo más robusto.

F. Plan de análisis

El plan de análisis de este proyecto se detalla en la figura 4.

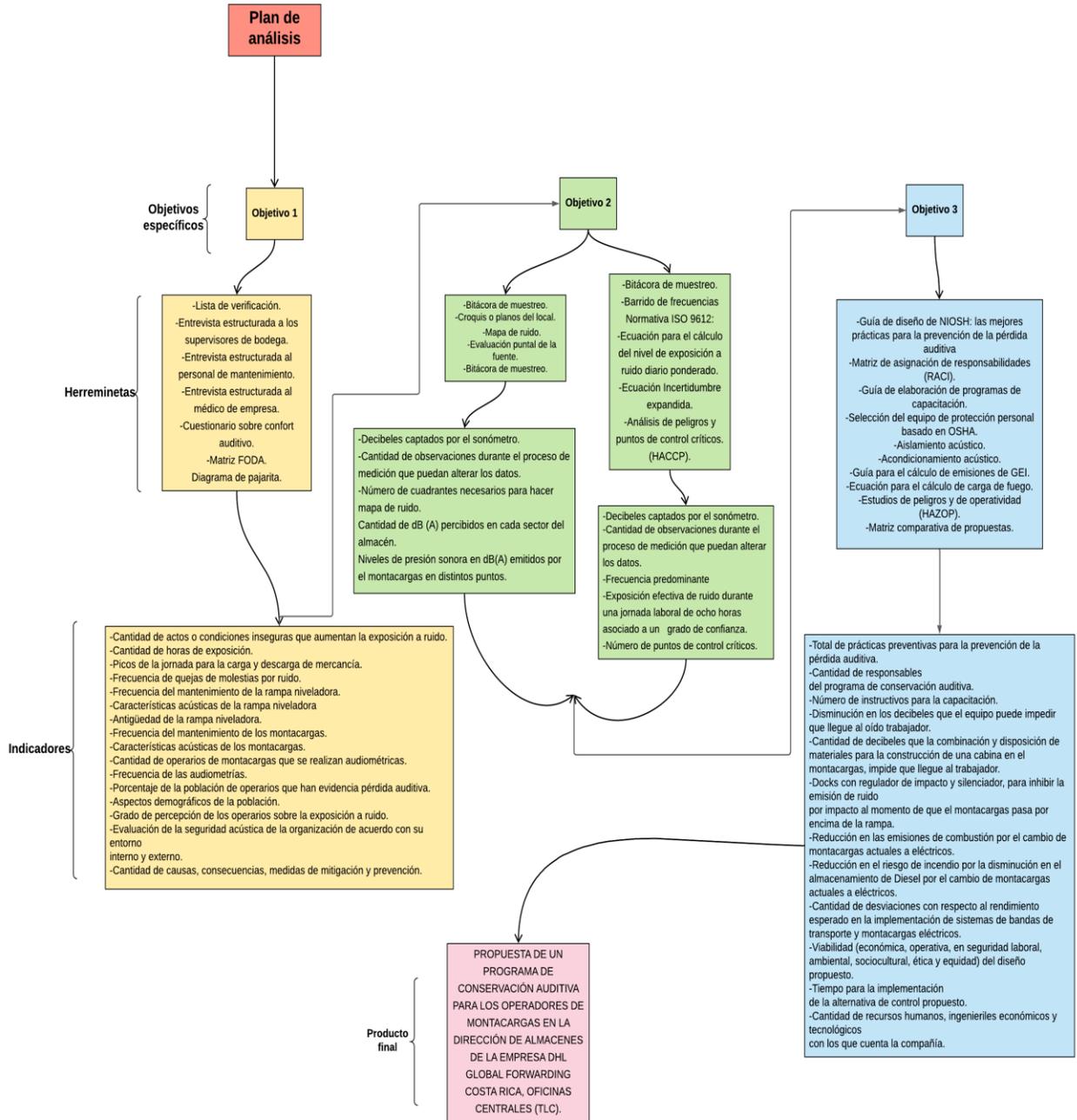


Figura 3. Ilustración gráfica del plan de análisis

Objetivo específico 1

Con respecto a este primer objetivo específico, las variables en estudio fueron los factores organizacionales y los elementos del proceso productivo con el fin de poder llegar a determinar cuáles podían contribuir en la sobreexposición ocupacional a ruido. Para tal efecto se empleó el uso de la observación no participativa para la recolección de información sistemática acerca de las prácticas de trabajo que emplean los colaboradores en el almacén.

Posterior a ello se efectuó la entrevista al supervisor, la cual fue una herramienta fundamental para obtener datos importantes del proceso como los parámetros de los niveles de producción, uso de maquinaria, jornada laboral y sistema de remuneración. Esta se llevó a cabo a los supervisores de las cinco bodegas que conforman DHL Global Forwarding.

Por otro lado, la entrevista estructurada al médico de la empresa sirvió para obtener información acerca de antecedentes, la frecuencia de consultas por molestias debido a la exposición ocupacional a ruido, sus características demográficas, además acerca de los mecanismos de promoción, la vigilancia de la salud y las frecuencias de las evaluaciones audiométricas.

La entrevista estructurada para el encargado de mantenimiento se utilizó para obtener información como las características de la rampa niveladora, su plan de mantenimiento, composición estructural, proveedor actual y las necesidades requeridas de acuerdo con el proceso y a su vez se obtuvieron las características del montacargas y los materiales estructurales del almacén.

Por otra parte, la entrevista de percepción del riesgo y confort acústico al personal de la bodega sirvió para poder establecer el contexto acerca de la percepción de los trabajadores sobre la sobreexposición a ruido, la cual eventualmente sirvió para contrastar contra la exposición real. Esta entrevista se realizó a las 21 personas que cumplían con el perfil de montacarguistas. Para los aspectos de apreciación se utilizó una escala de 1 a 7, donde 1 es el valor más bajo, 7 el más alto y 4 el punto medio para cada pregunta.

Se confeccionó una matriz FODA para establecer el contexto interno y externo en la dirección de almacenes de DHL sobre la exposición ocupacional a ruido. Por último, el diagrama de pajarita brindó la posibilidad de mostrar mediante los resultados obtenidos de la matriz FODA las causas y consecuencias, así como las medidas de prevención y mitigación en la problemática de ruido presente en las bodegas.

Objetivo específico 2

Para el segundo objetivo específico, la variable en estudio fueron los niveles presión sonora que se encuentran distribuidos en el almacén con el fin de caracterizarlos para establecer una tendencia de los mismos y así determinar cuáles zonas presentan mayores niveles de energía con respecto al ruido. Se utilizó la información de la entrevista al supervisor desarrollada en el objetivo anterior, ya que se debía considerar la descripción de tareas durante la jornada, su duración, si existe rotación en puestos o bien, si se tienen prácticas de trabajo individual o colectivo que contribuyen a la generación del ruido.

Se utilizó la metodología de mapa de ruido, para dividir el local en cuadrantes y tener una representación con colores de acuerdo con rangos de ruido establecidos. Para poder hacer la división por cuadrantes se empleó el uso del plano o croquis del almacén, ya que, mediante él, se podían conocer las dimensiones reales del local, excluir o incluir áreas en el estudio y con ello confeccionar los cuadrantes, respetando las dimensiones de 30-50 m² que la metodología establece.

Se realizaron mediciones durante dos días por cada una de las bodegas evaluadas para un total de 4 días de medición. Antes de iniciar se realizó la calibración de campo del sonómetro con el pistófono. Con la bitácora de muestreo, se recolectaron los datos obtenidos en cada recorrido que se realizó en los cuadrantes establecidos. El valor de los dB se obtuvo con el uso del sonómetro. Una vez finalizadas las mediciones, mediante el uso de Excel se elaboraron cuadros de tendencia de los niveles de presión sonora de cada cuadrante según el día de medición.

Utilizando la matemática para el tratamiento de dB(A) se obtuvieron los valores promedio de los niveles de presión sonora, con ello se construyó el mapa de ruido y se designó un color al cuadrante de acuerdo con un rango previamente establecido. Es decir, valores $\leq 64,9$ dB(A) = verde, 65 dB(A) a 79,9 dB(A) = amarillo, 80dB(A) a 84,9 dB(A) = anaranjado y 85 dB(A) \geq son de color rojo. Mediante lo anterior, se obtuvo una claridad real de las condiciones del ruido en el almacén al determinar la cantidad de niveles de presión sonora promedio que están presentes.

Por otra parte, para la evaluación de la fuente de ruido móvil, se empleó la metodología de la normativa ISO 5130; las mediciones se hicieron con el montacargas estacionado y acelerado a 3/4 de su capacidad. Las mediciones se realizaron con respuesta Fast y ponderación A. El micrófono del sonómetro se ubicó a 0,5 metros de distancia del tubo de escape del montacargas a la misma altura, respetando siempre que ésta no fuera menor a los 0,2 metros y el micrófono siempre formando un ángulo de 45°. Posteriormente, se realizaron las mediciones cuando el equipo estaba en reversa para medir el ruido emitido por la sirena de alerta.

Con base en lo anterior, la principal interrogante fue, cuál es la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores. Es por ello, por lo que se escogió la metodología de jornada completa que la normativa ISO 9612 propone para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido. Posteriormente se estableció la estrategia y plan de medición, en donde se decidió medir durante cuatro días (dos días por bodega).

Por cada día de medición se evaluó a cuatro trabajadores para un total de dos mediciones de jornada completa para cada uno. El micrófono se colocó en la parte superior del hombro a una distancia no menor de 0,5 metros del oído. Antes de realizar las mediciones se efectuó la calibración de campo con el uso del pistófono y después de la evaluación se corroboró que la lectura no difiriera en más de 0,5 dB. Para el cálculo de los niveles de presión sonora ponderada y la incertidumbre asociada se utilizó el software de Excel para el desarrollo de las ecuaciones que propone la normativa (ver apéndice 11).

Objetivo específico 3

Como última etapa para la ejecución del proyecto, se pretendió establecer alternativas de solución tanto administrativas como de diseño ingenieril, con base en los resultados obtenidos en los objetivos previos, las cuales pudieron ser integradas en un programa de conservación auditiva. Para la construcción del programa se utilizó la guía de diseño de NIOSH: las mejores prácticas para la prevención de la pérdida auditiva y la normativa INTE 31-09-09:2016, para poder establecer todos aquellos aspectos que deberían de considerarse en un programa de seguridad y salud ocupacional.

La matriz RACI permitió establecer responsabilidades que permitan el éxito de cada una de las etapas del programa. También, un aspecto importante son las capacitaciones en las cuales se pueden establecer procesos de mejora continua. Para poder definir los aspectos que se deben considerar se utilizó la guía de elaboración de programas de capacitación.

Por otro lado, mediante el uso de conceptos como el acondicionamiento y aislamiento acústico se diseñaron distintas alternativas de solución que permitieron reducir los niveles de presión sonora a los que se exponen los operadores de equipos montacargas. Dentro de las cuales se pueden mencionar: el diseño de una cabina en el montacargas, el rediseño de los materiales estructurales de la rampa niveladora, la escogencia de equipo de protección personal auditiva y el cambio hacia equipos montacargas eléctricos. Por último, para la escogencia de las mejores alternativas para la empresa y la operación se desarrolló a cabo una matriz comparativa, donde se contemplaron aspectos económicos, ambientales, normativos de seguridad y sociales.

IV. Análisis de la situación actual

A. Identificación de los aspectos organizacionales y del proceso productivo que contribuyen en la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding Oficinas Centrales.

1. Elementos del proceso productivo

Mediante la entrevista efectuada a los supervisores de las bodegas evaluadas (ver apéndice 2), se obtuvieron resultados sobre el proceso productivo que influyen en la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores. La jornada laboral inicia entre las 7:00am y las 8:00am terminando entre las 4:30pm y las 5:00pm. Dentro de ese periodo existen 1,5 horas de descanso entre los tres períodos de comidas (desayuno 15 minutos, almuerzo 1 hora y café 15 minutos). Teniendo como tiempo efectivo de exposición 8,5 horas. El plan de trabajo está determinado por factores como los ingresos y los alistos de mercadería del día. Bajo ese sentido, en ambas bodegas existen dos picos para el acomodo, alisto, carga y descarga de mercancía, de 9:00 am a 11:00 am y de la 1:00 pm a las 4:00 pm.

El tipo de remuneración es mediante salario fijo sin pago extra por cantidad de contenedores cargados o descargados. Además de esa tarea, la persona debe realizar chequeos, revisión de mercadería y acomodo de la bodega, donde el tiempo de ejecución es muy variado. Sin embargo, cuando se llevó a cabo la evaluación los trabajadores únicamente utilizaron los equipos montacargas.

Los montacargas asistidos por Gas Licuado de Petróleo (GLP) tienden a emitir más ruido por la combustión interna que genera su mecanismo de movilidad en comparación a los equipos de carga que son asistidos por medio de electricidad (Ortegón & Quiñonez, 2016). En las bodegas, los montacargas son operados todos los días de la semana y los trabajadores en ningún momento de la jornada utilizan algún equipo de protección auditiva. Los montacargas utilizados en estas bodegas en promedio llevan activos 18 años. Actualmente hay 10 montacargas de combustión.

Sobre el mantenimiento de los equipos (ver apéndice 3), se logró determinar que éste se lleva a cabo de manera preventiva cada mes. Existe un taller, en el cual se revisan los aspectos de mantenimiento correctivo. No se han llevado los equipos para reparaciones por exceso de ruido, sino que el mantenimiento está orientado a resolver desperfectos mecánicos que impiden el desplazamiento del vehículo y la movilidad de sus articulaciones.

En relación con la rampa niveladora, ésta tiene un mantenimiento anual donde se revisa sus componentes estructurales e hidráulicos. Actualmente ésta no posee reguladores o amortiguadores de ruido, para inhibir la emisión de ruido por impacto al momento de que los equipos montacargas pasan por encima de la rampa.

2. Aspectos organizacionales

Sobre los aspectos de vigilancia de la salud auditiva obtenida con la entrevista al médico de empresa (ver apéndice 4), se logró determinar que, a pesar de contar con un audiómetro, no se realizan audiometrías a los trabajadores de las bodegas y tampoco está incluido dentro del esquema de exámenes de preingreso. Esto es debido a que, al no haber un estudio formal de ruido que lo respalde no se ha tomado en cuenta aún como un riesgo dentro del Programa de Salud Ocupacional. Sin embargo, al existir una política empresarial basada en seguridad primero, se estimula la propuesta de nuevos proyectos, por ejemplo, un programa de conservación auditiva, que ayude a preservar la seguridad y salud de los trabajadores. El médico de empresa y el encargado de Salud Ocupacional son los responsables de dirigir los proyectos sobre la conservación de la salud de los trabajadores.

Para los proyectos de vigilancia de la salud auditiva, según comentó el médico de empresa, no existe un lugar en el cual se cumpla con las condiciones acústicas necesarias para llevar a cabo una evaluación audiométrica según la normativa ISO 8253. Por otro lado, al no tener mapeado el riesgo por exposición a ruido tampoco se han implementado mecanismos para la promoción de la salud auditiva en la población que labora en el departamento de almacenes, los cuales se exponen a más fuentes de ruido en comparación a otros departamentos. Fuera del almacén, los montacarguistas podrían estar expuestos a

fuentes de ruido debido a sus actividades diarias y sociales, como por ejemplo escuchar música con audífonos por tiempos prolongados durante sus horarios de traslado y la asistencia a conciertos, partidos de futbol, el cine, entre otras actividades sociales.

Con respecto a la percepción que tienen los trabajadores sobre su exposición al ruido ocupacional, se obtuvieron los resultados mediante la entrevista estructurada llevada a cabo a la totalidad de la población de 21 montacarguistas, basada en la NTP 578 sobre la apreciación del riesgo y el cuestionario de confort acústico del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (ver apéndice 5). Esta entrevista consta de una escala del 1 al 7 para responder las preguntas, donde 1 es el valor más bajo y 7 el más alto.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación en el cuadro 5:

Cuadro 5. Percepción del riesgo por exposición ocupacional a ruido

Perfil característico del riesgo percibido por exposición a ruido		Hallazgos	
Desconocimiento sobre el riesgo		Conocimiento sobre el riesgo	El 53% de los entrevistados tienen un conocimiento medio sobre el riesgo asociado a la exposición ocupacional a ruido, ya que la base de conocimiento que tienen no les permita saber sobre los daños a la salud, los valores de ruido y tiempos de exposición límites según la normativa.
Desconocimiento técnico		Conocimiento técnico	El 100% de los entrevistados perciben que el departamento de Salud Ocupacional tiene un conocimiento bajo sobre el riesgo de exposición a ruido. Lo cual genera desconfianza hacia la gestión que realiza el departamento para el mejoramiento del entorno laboral.
No temido		Temido	El 63% de los operarios tienen un temor con nivel medio hacia el riesgo de exposición ocupacional a ruido. El resto de la población no siente un temor asociado a esta exposición.
Baja vulnerabilidad		Alta vulnerabilidad	El 50% de los operadores de montacargas consideran que la posibilidad de padecer algún tipo de afección como consecuencia de la exposición a ruido que experimentan en el almacén es relativamente baja.
Poco grave		Muy grave	El 87% de la población entrevistada considera que el posible daño producido tiene una gravedad baja. Dejándose ver desconcientización que tienen y la normalización que se le ha dado a este riesgo.
Inevitable		Evitable	El 100% de las respuestas señalan que los montacarguistas no cuentan con las herramientas necesarias para evitar o reducir danos causados por una sobreexposición a ruido ocupacional.
Incontrolable		Controlable	La totalidad de los 21 montacarguistas entrevistados afirman que no cuentan con las herramientas necesarias para poder evitar o controlar su exposición a ruido cuando realizan sus tareas.
No catastrófico		Catastrófico	El 62,5% de los montacarguistas afirman que grado en que la exposición ocupacional a ruido puede ser catastrófica, siendo así que dañar a un gran número de personas en pocas exposiciones.
Efectos a corto plazo		Efectos a largo plazo	Ese pensamiento está relacionado con la normalización que este riesgo se le brinda debido a que sus efectos principalmente se llegan a percibir en un largo plazo.
	1 2 3 4 5 6 7		

Analizando la información anterior sobre cada uno de los aspectos evaluados, se puede determinar que el nivel de percepción de los operarios de los equipos montacargas con respecto a la exposición ocupacional a ruido, en promedio es de un 3 según la escala utilizada. Esa percepción quiere decir que esta población no visualiza la exposición ocupacional a este riesgo como un agente que pueda llegar a generarles un daño considerable en el corto plazo a su salud y la forma en que realizan su trabajo.

3. Matriz FODA

Al realizar la matriz FODA con base en la información anterior se obtuvo lo siguiente:

Análisis FODA sobre las condiciones acústicas

Fortalezas

- Existe un programa activo para el mantenimiento preventivo para los montacargas.
- Se cuenta con un médico laboral y un encargado de Salud Ocupacional para liderar los procesos de evaluación, vigilancia y promoción de la salud auditiva.
- Se cuenta con equipo propio para realizar audiometrías.
- La política empresarial basada en seguridad primero promueve la realización de proyectos como el de un Programa de Conservación Auditiva.

Debilidades

- No se tiene mapeado el riesgo por exposición ocupacional a ruido.
- Los trabajadores tienen un conocimiento medio sobre el riesgo de exposición a ruido.
- No se tienen implementados mecanismos para la promoción de la salud auditiva.
- No hay espacios disponibles para realizar audiometrías que cumplan con los criterios acústicos.
- Montacargas actuales que son de combustión interna generan más ruido que los montacargas eléctricos.

Oportunidades

- Implementar en el proceso productivo montacargas asistidos por electricidad que generan menor cantidad de ruido.
- Comprar materiales para el diseño de un encerramiento acústico para montacargas.
- Implementar equipo de protección personal auditiva.
- Establecer sistemas de bandas transportadoras, para disminuir el uso de montacargas
- Opción de alquiler de cabinas para la realización de audiometrías
- Colocar material amortiguante en la rampa niveladora para el acordonamiento acústico.

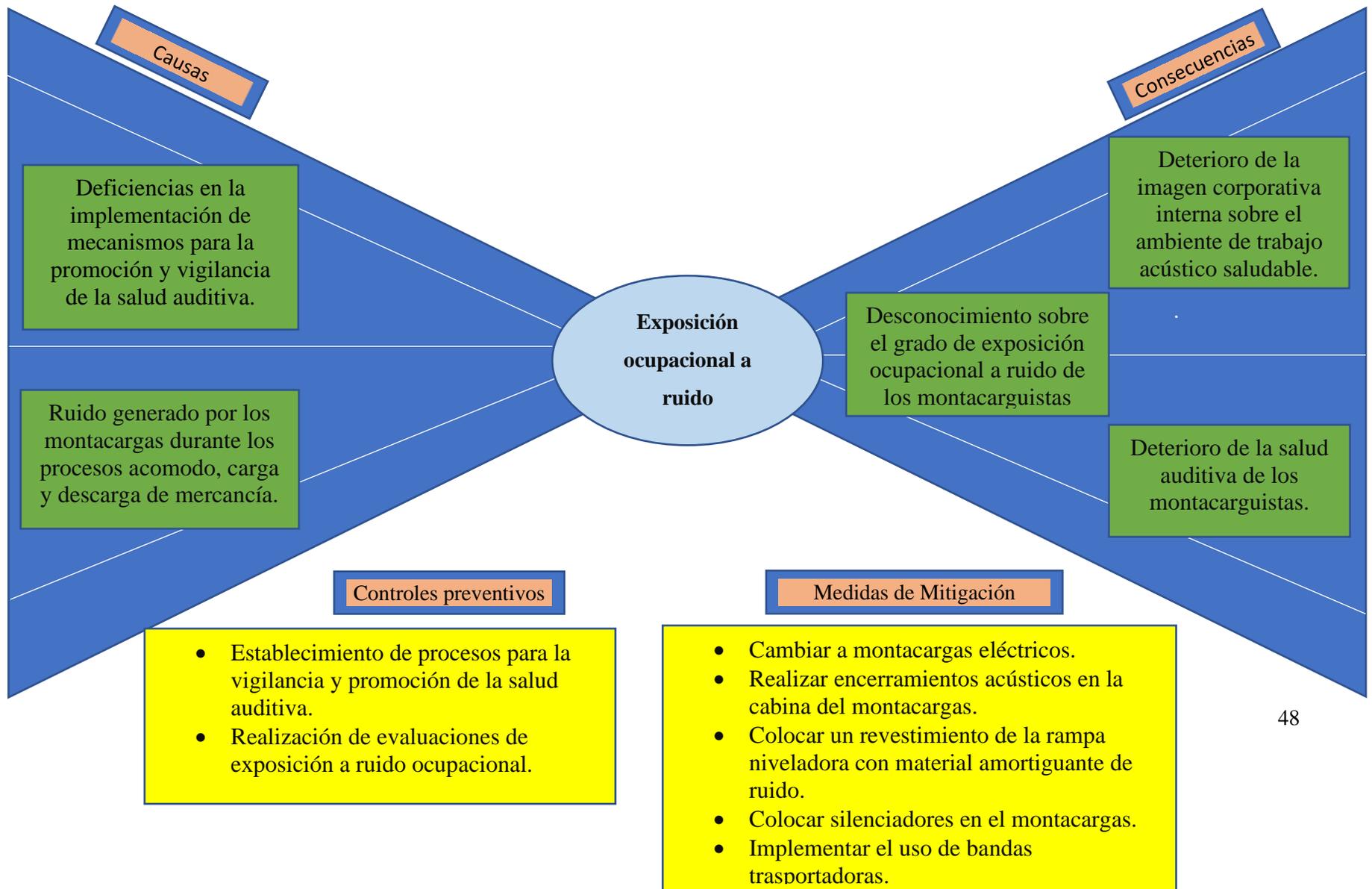
Amenazas

- Practicas personales:
 - Asistir a eventos sociales donde se generan altos niveles de ruido como conciertos, cine, entre otros.
 - Utilizar audífonos con el volumen alto por tiempos prolongados.
- Deterioro de la imagen por parte de los trabajadores con respecto a empresa.



4. Diagrama Bow tie (pajarita)

Con base en la información de la Matriz FODA, se obtuvieron los siguientes resultados en el análisis Bow tie:



B. Evaluar los niveles de presión sonora y la exposición ocupacional a ruido a la que se encuentran expuestos los operadores de equipos montacargas en el departamento de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding Oficinas Centrales.

1. Mapa de ruido

Para la caracterización de los niveles de presión sonora dentro de las bodegas evaluadas se realizó un mapa de ruido en donde se puede evidenciar la tendencia del ruido como resultado de las actividades realizadas diariamente en la operación. Las mediciones se realizaron durante dos jornadas de trabajo completas, (ver apéndice 1). El tiempo de estabilización del equipo fue de 30 segundos por cuadrante. El sonómetro se colocó a un metro y medio del piso a un ángulo de 45° según la especificación dada por el fabricante. En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos en la bodega 2.

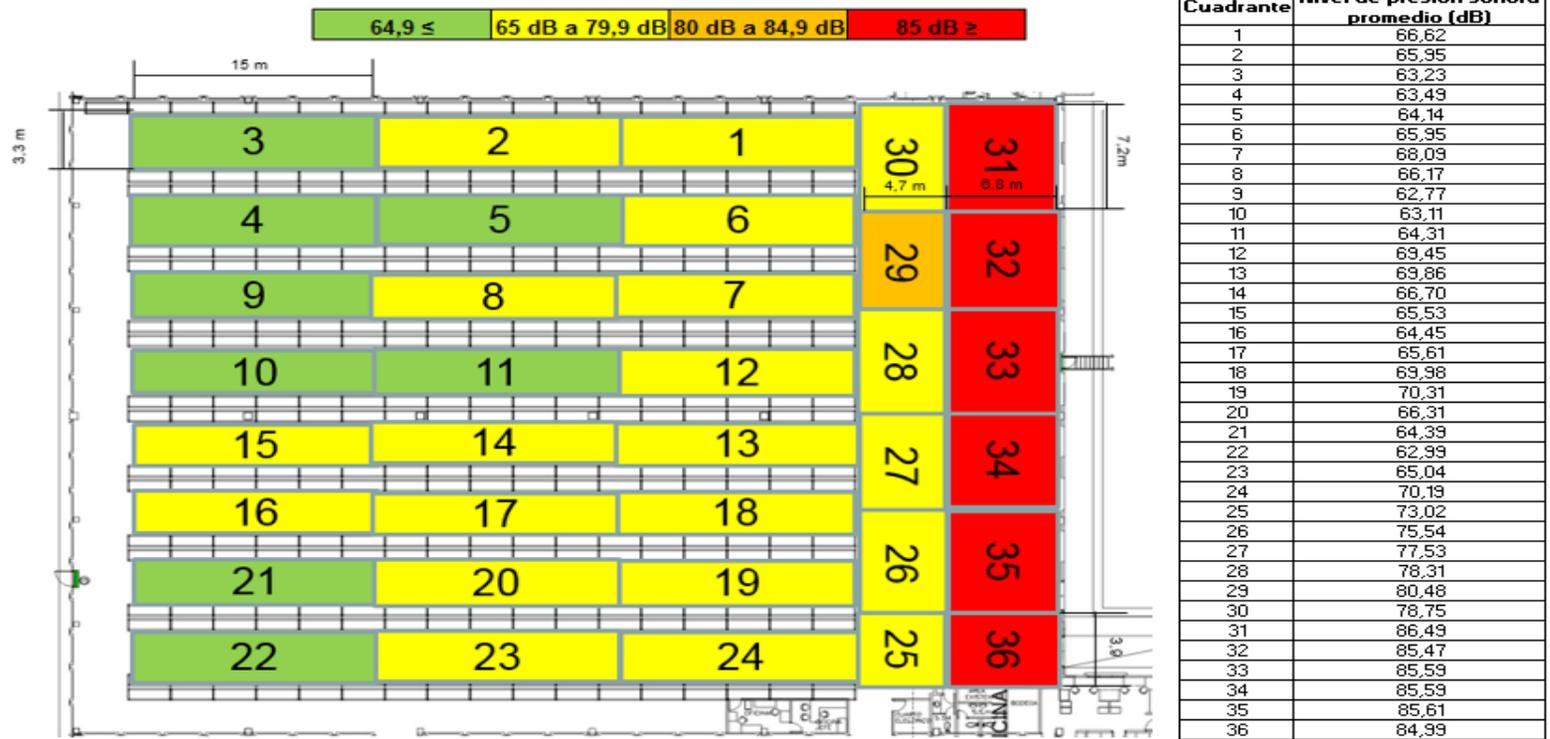


Figura 4. Mapa de ruido de la Bodega 2

Analizando el mapa de ruido de la bodega 2, se puede observar una predominancia de zonas de color amarillo (58% de los cuadrantes), es decir rangos de niveles de presión sonora que se encuentran dentro de los 65 dB(A) a los 79,9 dB(A). Siendo el conjunto de cuadrantes del 25 al 30 los que presentan mayores registros de decibeles debido a su cercanía con la zona de andenes en la cual se da el proceso de carga y descarga de mercancía. Precisamente en los cuadrantes del 31 al 35 en donde se realiza la actividad más crítica en relación con la exposición a ruido, se presentaron los mayores niveles de presión sonora llegando en su caso más crítico a los 86,49 dB(A).

En la bodega 4, al igual que en la bodega anterior, las mediciones se realizaron durante dos jornadas de trabajo completas, (ver apéndice 1). El tiempo de estabilización del equipo fue de 45 segundos por cuadrante, un mayor tiempo de estabilización debido a que hay una menor cantidad de cuadrantes. El sonómetro se colocó a un metro y medio del piso a un ángulo de 45° según la especificación dada por el fabricante. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos en la bodega 4.

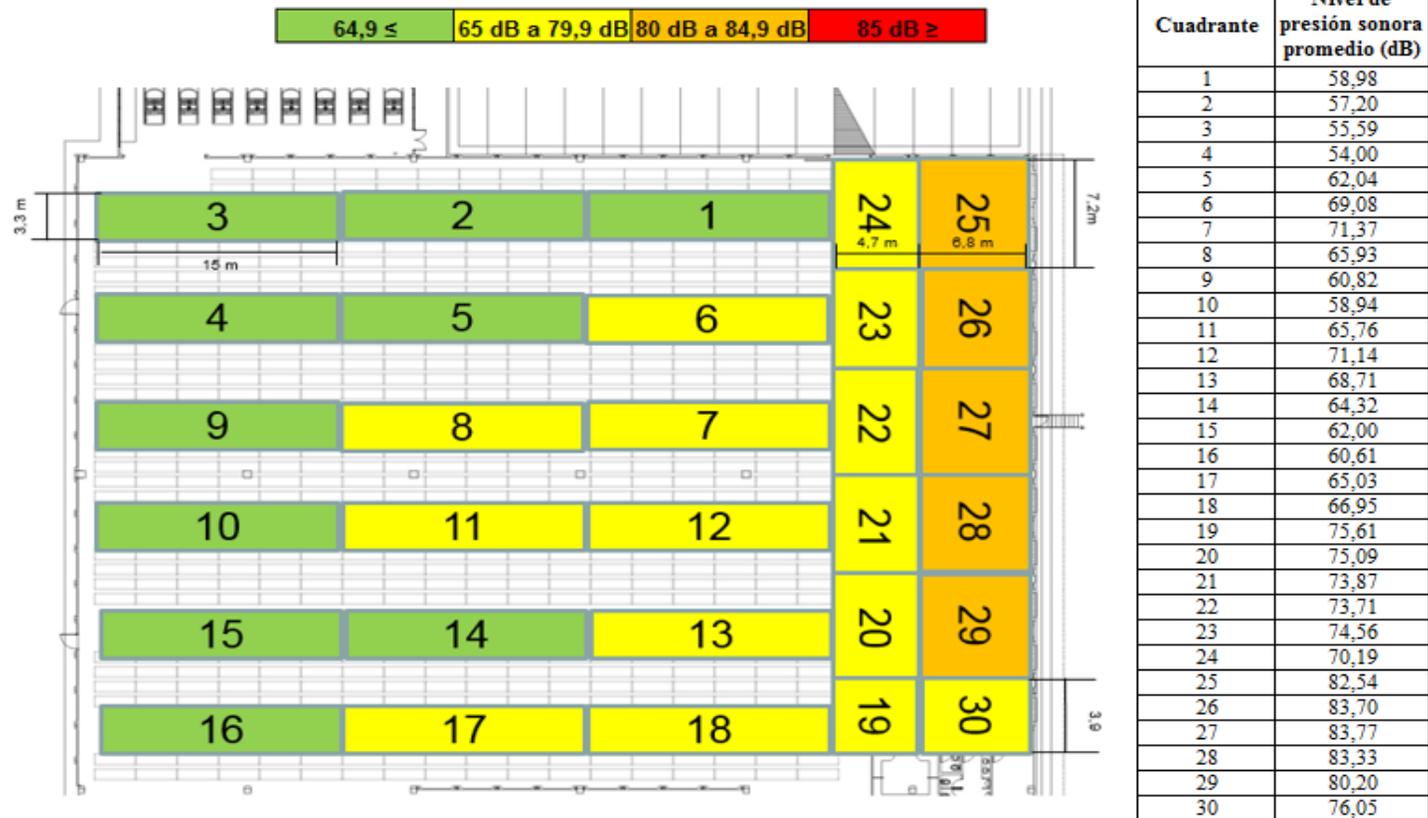


Figura 5. Mapa de ruido Bodega 4

En la bodega 4 ocurre una situación similar a la de la bodega 2, donde la predominancia del ruido se encuentra ubicada en el rango amarillo de los 65 dB(A) a los 79,9 dB(A) (50% de los cuadrantes establecidos). Por otra parte, el área de los andenes es la que presenta un mayor nivel de ruido (menor que en la bodega 2) con valores de hasta 83,77 dB(A). Los resultados obtenidos se alinean con la problemática que se evidenció, en donde en el ambiente en el cual los montacarguistas laboran existen niveles de presión sonora por encima de los 80 dB(A) y justifica la evaluación personal de ruido que se realizó eventualmente a esta población.

2. Evaluación de la fuente móvil

A raíz de analizar las fuentes de ruido presentes en las bodegas, mediante la evaluación de fuentes móviles se realizó la medición en dos sentidos, en el montacargas y en su dispositivo seguridad acústica cuando realiza el retroceso (ver apéndice 1). En el montacargas las mediciones se realizaron con el sonómetro en respuesta Fast y ponderación A, con base en la normativa ISO 5130. El micrófono del sonómetro se ubicó a 0,5 metros de distancia del tubo de escape del montacargas, a la misma altura del tubo de escape, respetando siempre que ésta no fuera menor a los 0,2 metros y el micrófono siempre formando un ángulo de 45° según la especificación dada por el fabricante.

La medición de la bocina se realizó a 0,5 metros de distancia del dispositivo sonoro formando de igual manera un ángulo de 45°. Estas mediciones se hicieron en ambas bodegas al inicio de la jornada, cuando no había contribuciones de otras fuentes de ruido. En el siguiente cuadro se muestran los resultados promedio obtenidos en cada una de las frecuencias acústicas. Esos valores son producto de la siguiente fórmula:

$$L_p = 20 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_i/20} \right]$$

Cuadro 6. Evaluación de ruido provocado por la fuente móvil (equipo montacarga)

Fuente de ruido	Nivel de presión sonora equivalente	Frecuencia (Hz)					
		250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido Emitido por los Montacargas (dB(A))	84,8	71,2	79,5	82,4	78,4	74,7	68
Ruido emitido por la bocina de seguridad del montacargas (dB(A))	81,3	54,9	63,5	80,5	69,9	61,7	54,5

Los resultados señalan que, en el punto más alto de emisión de ruido del montacargas, es decir en el escape, se producen niveles de presión sonora promedios de 84,8 dB(A), medición realizada cuando está estacionado y acelerado a 3/4 de su capacidad máxima (normativa SO 5130). Mediante el barrido por frecuencias se determinó que la frecuencia predominante se encuentra entre los 500 Hz y los 2000 Hz. Por otro lado, la bocina de seguridad presentó niveles de presión sonora de 81,3 dB(A) cuyo ruido se encuentra en la frecuencia predominante de los 1000 Hz.

3. Evaluación ruido de impacto

La evaluación por ruido de impacto se realizó en el área de andenes, específicamente cuando el montacargas pasa por la rampa niveladora acceder al contenedor y viceversa. Entre el andén y el contenedor por lo general existe un desnivel el cual provoca que los equipos montacargas golpeen la rampa de forma abrupta cuando pasan por la misma. La medición se realizó en ambas bodegas en el momento en que se esperaba que la presión acústica instantánea alcanzara su valor máximo.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de la evaluación (ver apéndice 7), los cuales señalan que el aporte de ruido de impacto que se genera en este punto del almacén es superior incluso al ruido que por sí solo genera los equipos montacargas, presentándose valores picos de 94,5 dB(A) y 92,8 dB(A) para las bodegas 2 y 4 respectivamente.

Cuadro 7. Evaluación ruido de impacto producido en la rampa niveladora

Bodega	Promedio ruido de impacto (dB(A))	Rango valores por ruido de impacto (dB(A))
Bodega 2	90,52	85,4 - 94,5
Bodega 4	88,38	84,2 – 92,8

4. Exposición ocupacional a ruido por dosimetría

En el cuadro 8 se muestran los datos obtenidos durante la evaluación de exposición ocupacional a ruido en la bodega número 2 de DHL Global Forwarding. Los trabajadores de ambas bodegas fueron evaluados durante dos de sus jornadas laborales completas, sin contemplar los periodos de comidas ya que para efectos de este estudio representan un aporte no significativo en la exposición a ruido. Con respecto al siguiente cuadro, se evidencia que en la mayoría de los casos tanto en la bodega 2 como en la bodega 4 se supera el 100% del porcentaje de dosis durante la jornada laboral, lo cual genera valores de exposición a niveles de presión sonora equivalentes cercanos y por encima de los 85 dB(A).

Cuadro 8. Evaluación de la exposición ocupacional en las bodegas 2 y 4

Bodega	Día de medición	Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medición (horas)
2	Día 1	A	101,97	8,5
		B	204,95	
		C	186,43	
		D	143,94	
	Día 2	A	109,45	
		B	193,18	
		C	137,54	
		D	109,81	
4	Día 3	E	94,16	
		F	115,39	
		G	102,81	
		H	86,41	
	Día 4	E	88,79	
		F	102,47	
		G	109,58	
		H	79,47	

Teniendo al grupo de 4 trabajadores de la bodega 2 como un grupo de exposición homogénea, en la siguiente gráfica se muestran los resultados obtenidos sobre la tendencia de los niveles de presión sonora en los dos días evaluados, (ver apéndice 6).

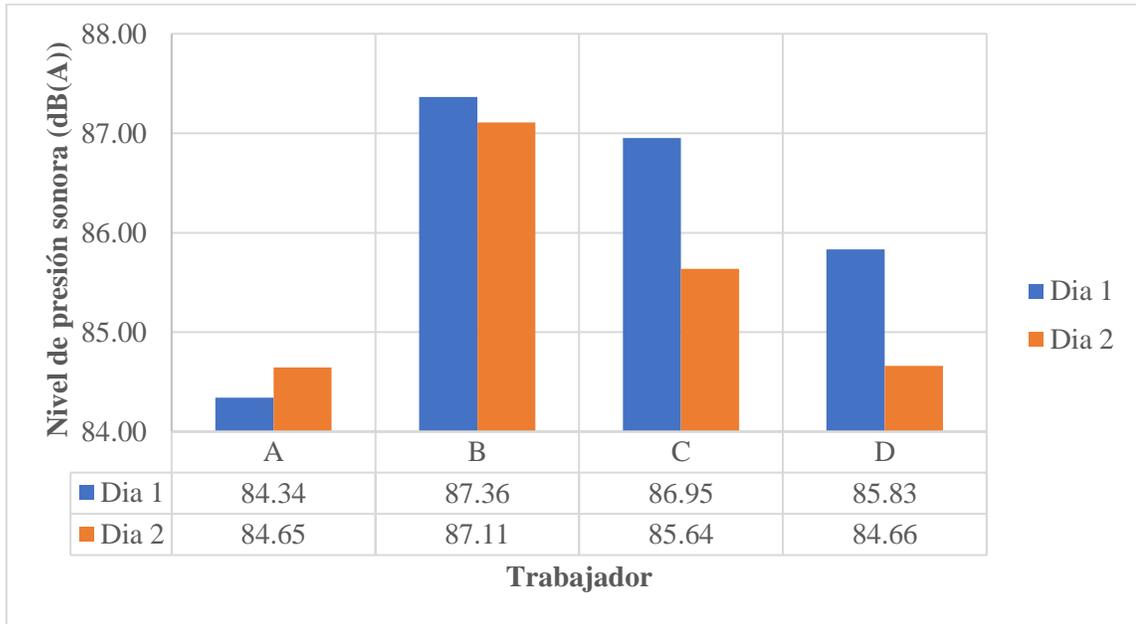


Figura 6. Tendencia de los niveles de presión sonora de los trabajadores de la bodega 2

Específicamente en esta bodega el trabajador B en ambas mediciones durante su jornada laboral representó el caso más crítico, al evidenciar después de la medición, que su exposición a ruido ocupacional fue de 87,36 dB(A) y 87,11 dB(A) para el día 1 y 2 de evaluación respectivamente, dando como resultado 85,96 dB(A) de nivel de presión sonora para los trabajadores de la bodega 2, (ver apéndice 6).

Por otro lado, con respecto a la bodega 4, en donde se conformó otro grupo de exposición homogénea, se presentaron los siguientes resultados sobre la exposición:

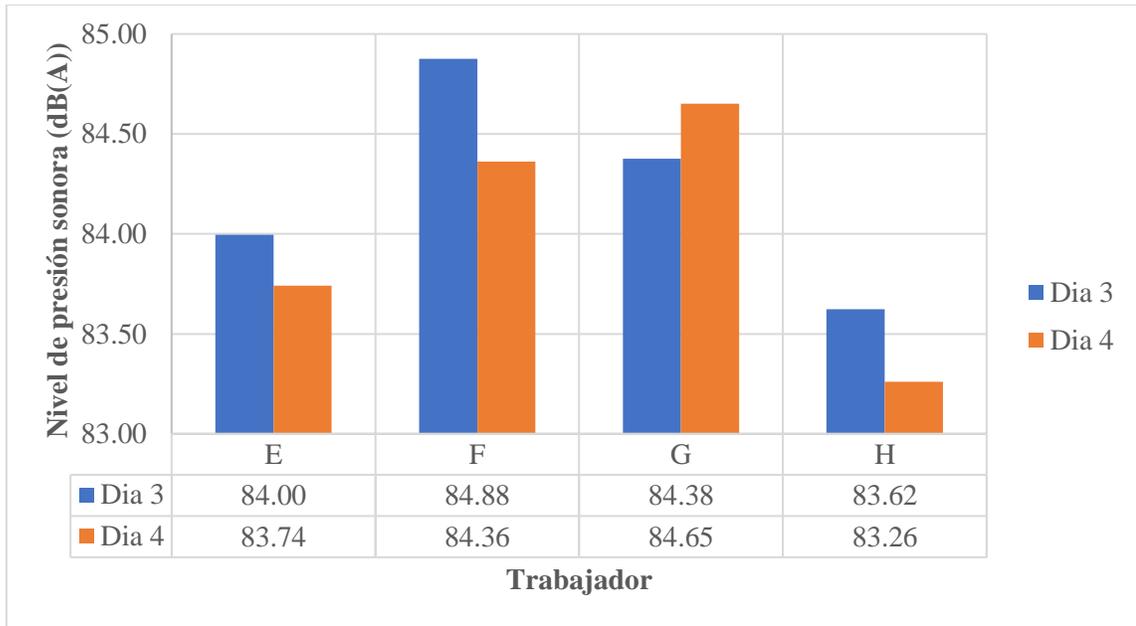


Figura 7. Tendencia de los niveles de presión sonora de los trabajadores de bodega la 4

A diferencia de la bodega 2, en esta bodega los valores obtenidos de niveles de presión sonora continuo equivalente no superan los 85 dB(A). Sin embargo, son valores muy cercanos a este parámetro. Se obtuvo un nivel de presión sonora continuo equivalente de 84,14 dB(A) para la muestra evaluada de la bodega 4, (ver apéndice 6). La diferencia entre la tendencia de los datos obtenidos de ambas bodegas radica en la actividad productiva que se desarrolla en cada una, teniendo la bodega 2 un mayor número de movimientos cuando se trata del proceso de carga y descarga de mercancía. Según datos brindados por los montacarguistas, en bodega 2 se reciben en promedio 15 contenedores por día y en bodega 4 en promedio 8 contenedores por día.

Ahora bien, con base en la información anterior, al realizar los cálculos del nivel de exposición a ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral de 8 horas se obtuvieron los siguientes resultados para los dos grupos de exposición homogénea:

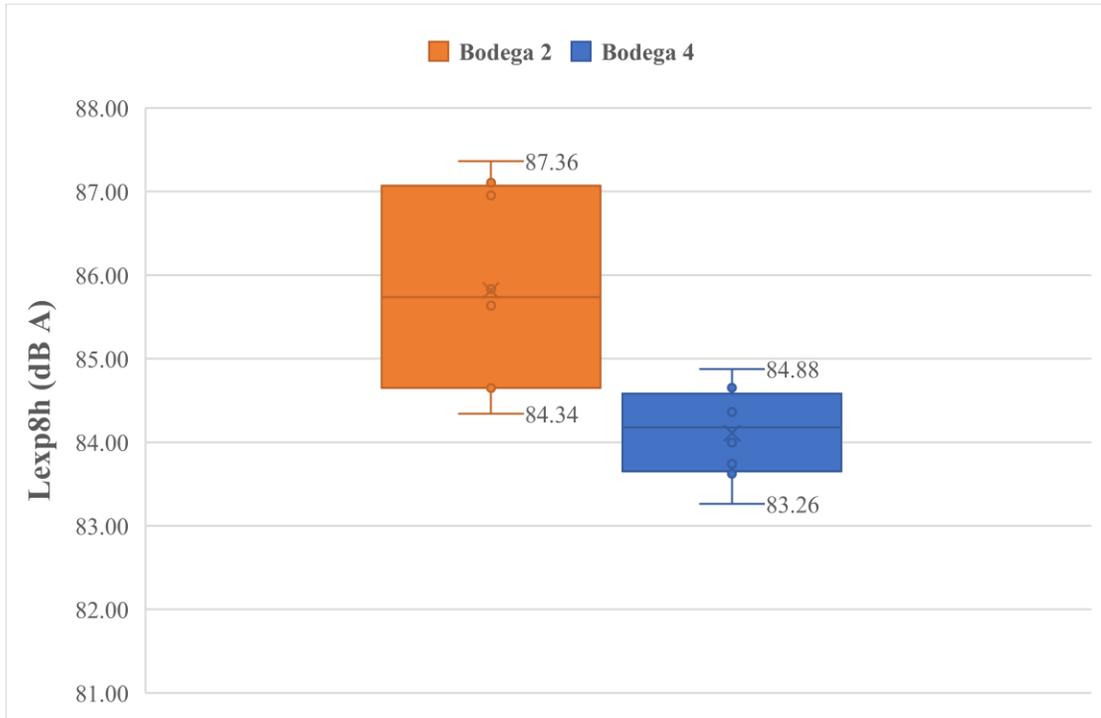


Figura 8. Nivel de exposición al ruido ponderado A para una jornada laboral de 8 horas

La gráfica anterior muestra que los 4 montacarguistas evaluados del departamento de almacenes en la bodega 2 están sometidos a un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 86,71 dB(A) como grupo homogéneo. Esto con una incertidumbre expandida asociada de 3,13 dB(A) para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% de confianza. Por otro lado, en la bodega 4 el grupo homogéneo de trabajadores evaluados están experimentando un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 84,86 dB(A), con una incertidumbre expandida asociada de 3,08 dB(A) de igual forma con una probabilidad de cobertura unilateral del 95%. (Ver apéndice 6).

Comparando los resultados obtenidos con el valor límite de exposición de 85 dB(A) utilizado como parámetro en este proyecto, establecido por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), se evidencia que existe una leve sobreexposición ocupacional a ruido por parte de los trabajadores de la bodega 2. Por otro lado, los trabajadores de la bodega 4 están en un rango de alarma. Ambas situaciones ponen en evidencia la problemática que se vive dentro de la bodega y la necesidad de generar acciones para la reducción y el control del ruido. Una exposición diaria a esos niveles de presión sonora provoca un deterioro del sistema auditivo, así como efectos no auditivos en la persona, es decir consecuencias en otros sistemas del cuerpo como el digestivo y el nervioso.

Al contrastar los resultados obtenidos de la evaluación por exposición a ruido contra los resultados del primer objetivo, se evidencia que los trabajadores no perciben el ruido como un riesgo y piensan que la probabilidad de daño es baja. Sin embargo, la realidad es que se encuentran expuestos a unos niveles de presión sonora que les pueden generar afecciones a su salud en el largo plazo.

C. Conclusiones

- El conocimiento sobre el riesgo de exposición ocupacional a ruido es proporcional a los mecanismos de vigilancia de la salud que se implementen en la empresa. Es decir, la ausencia de éstos provoca un conocimiento bajo sobre sus consecuencias, generando excesos de confianza y la normalización en la exposición.
- El plan de trabajo en las bodegas está determinado por factores como los ingresos y alistos de mercadería del día. En ambas bodegas existen dos picos en la jornada para el acomodo, alisto, carga y descarga de mercancía. De 9:00 am a 11:00 am y de 1:00 pm a 4:00 pm. Correspondiendo a los periodos de mayor exposición a ruido.
- La principal fuente de ruido a la cual los operarios se encuentran expuestos durante el proceso productivo es el equipo montacargas, como consecuencia del proceso de combustión interna que se genera y la alarma de seguridad para cuando se realiza retroceso, teniendo como consecuencia la aparición de niveles altos de presión sonora en el almacén.
- Los trabajadores evaluados de la bodega 2, se encuentran en una sobreexposición ocupacional a ruido según los parámetros máximos que establece la NIOSH (85 dB A) sobre la exposición en una jornada laboral de 8 horas, teniendo como consecuencia un incumplimiento normativo.
- Los trabajadores evaluados de la bodega 4 no superan el criterio de exposición máxima que establece la NIOSH, sin embargo, se encuentran en un valor de alarma el cual requiere de medidas de control para evitar el aumento en la exposición.
- Las zonas de los andenes en ambas bodegas son las áreas en donde hay una mayor concentración de niveles de presión sonora por consecuencia del proceso de carga y descarga de mercancía donde hay un contacto entre el montacargas y la rampa niveladora. Ese contacto representa un ruido de impacto de hasta 94,5 dB(A) en el caso crítico.

D. Recomendaciones

- Realizar capacitaciones a los trabajadores sobre la importancia que posee la prevención de las consecuencias ocasionadas por la exposición a ruido ocupacional.
- Acondicionar algún espacio dentro de la empresa que cumpla con los criterios acústicos de las evaluaciones audiométricas, para el establecimiento de mecanismos para la vigilancia de la salud auditiva de los trabajadores del departamento de almacenes.
- Establecer periodos para la rotación de montacarguistas en la actividad de carga y descarga de mercancía para la disminución en el tiempo de exposición ocupacional a ruido.
- Diseñar una cabina en el montacargas para el aislamiento acústico del trabajador cuando éste se encuentra operando el equipo con el fin de disminuir el ruido al que se expone.
- Sustituir de forma paulatina los montacargas asistidos por GLP por montacargas eléctricos, en los cuales el nivel de ruido es menor al que emiten los convencionales.
- Utilizar rampas con superficies de amortiguación de impacto, para inhibir la emisión de ruido de impacto en el momento que el montacargas pasa por encima de la rampa.
- Implementar un programa de conservación auditiva en el cual se puedan integrar un conjunto de soluciones administrativas e ingenieriles para el control de la exposición ocupacional a ruido en el área de almacenes. Se destaca el diseño de una cabina en el montacargas, la implementación del uso de equipo de protección personal auditivo, la sustitución de los montacargas actuales de combustión interna asistidos por GLP por montacargas eléctricos, la colocación de una superficie que amortigüe el ruido de impacto que se produce en la rampa niveladora durante el proceso de carga y descarga de mercancía.

V. Alternativa de solución

A. Diseño de propuestas de control ingenieriles y administrativas integradas en un Programa de Conservación Auditiva para el control de la exposición ocupacional a ruido de los operadores de equipos montacargas en el departamento de almacenes de la empresa DHL Global Forwarding Oficinas Centrales.

1. Propuesta de alternativas de solución para la disminución de la exposición a ruido ocupacional

Mediante la realización del análisis de la situación actual se evidenció que los operarios utilizan los equipos montacargas como su principal herramienta de trabajo durante la jornada laboral. Esta es una de las principales fuentes de ruido a las que se exponen durante la mayor parte de su jornada, produciendo un ruido promedio de 84,8 dB(A). A su vez se determinó que el ruido de impacto provocado durante el proceso de carga y descarga de mercancía cuando el montacargas pasa sobre la rampa niveladora, es un factor contribuyente en la exposición a ruido, con valores picos de hasta 94,5 dB(A), resultando en valores de exposición ocupacional a ruido que requieren de intervención desde un punto de vista administrativo e ingenieril para su control.

Para poder contrarrestar la situación actual se diseñó un programa de conservación auditiva en el cual se integraron una serie medidas administrativas para el monitoreo, vigilancia y promoción de la salud auditiva. A su vez, alternativas para la reducción de la exposición ocupacional a ruido, las cuales son: **1)** el diseño de una cabina en el montacargas que aisle a la persona para reducir el ruido que pueda llegar hasta su sistema auditivo, **2)** implementar el uso de Equipo de Protección Personal para la atenuación de los dB que percibe el operario cuando usa el equipo de montacargas en sus diferentes tareas, **3)** la sustitución de los montacargas actuales de combustión interna asistidos por GLP por montacargas eléctricos los cuales por su mecánica de funcionamiento producen menor cantidad de ruido que los

convencionales, y **4)** la colocación de una superficie que amortigüe el ruido de impacto que se produce en la rampa niveladora durante el proceso de carga y descarga de mercancía.

Se pensó en una alternativa más. Utilizar bandas transportadoras móviles para la descarga de mercancías que permitiera el armado de los pallets en el área de andenes, disminuyendo así el uso del montacargas en este proceso. Sin embargo, por motivos comerciales se tiene estipulado que las mercancías ya vienen estibadas en pallets completos armados por el cliente y no en unidades. Por lo cual, la alternativa no podría ponerse en práctica. En el cuadro 9 se detallan las alternativas planteadas.

Cuadro 9. Alternativas de solución exposición ocupacional

Problema	Alternativa de solución	Requerimientos de ingeniería	Partes involucradas	Estándares / Normativa aplicables
<p>Existe una exposición ocupacional a ruido equivalente para una jornada de 8 horas igual 86,71 dB(A) en los operadores de montacargas de la bodega 2 y 84,89 dB(A) en los operadores de montacargas de la bodega 4.</p>	<p>1. Diseño en el montacargas de una cabina que permita aislar acústicamente al operador del ruido ocupacional cuando realiza sus labores dentro de la bodega.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de la disminución de los niveles de presión que llegan al sistema auditivo los operarios. • Características y combinación de materiales que permitan diseñar el acondicionamiento acústico de acuerdo con su atenuación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisores de bodega. • Supervisor de mantenimiento. • Encargado de salud Ocupacional. • Operadores de montacargas. 	<p>Valores límite de exposición para una jornada de 8 horas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NIOSH: 85 dB(A). • Reglamento para el control de ruido y vibraciones: 85 dB(A). <p>Estándar de DHL para valores de exposición mínimo para una jornada de 8 horas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 80 dB(A) ≤
	<p>2. Implementar el uso de Equipo de Protección Personal para la atenuación de los dB que percibe el operario cuando usa el equipo de montacargas en sus diferentes tareas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de atenuación del equipo de protección auditiva según la metodología de OSHA. 		

Cuadro 10. Alternativas de solución ruido de impacto y fuente móvil de ruido

Problema	Alternativa de solución	Requerimientos de ingeniería	Partes involucradas	Estándares / Normativa aplicables
Ruido de impacto provocado durante el proceso de carga y descarga de mercancía cuando el montacargas pasa sobre la rampa niveladora, se producen valores picos de ese tipo de ruido de hasta 94, 5 dB(A).	3. Colocación de una superficie que amortigüe el ruido de impacto que se produce en la rampa niveladora durante el proceso de carga y descarga de mercancía.	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo en la disminución del ruido de impacto. • Características de los materiales que permitan atenuar el ruido de impacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisores de bodega. • Supervisor de mantenimiento. • Encargado de salud Ocupacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento para el control de ruido y vibraciones: 90 dB (A). <p>Estándar de DHL para valores de exposición mínimo para una jornada de 8 horas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 80 dB (A) ≤
Ruido emitido por el montacargas que alcanza los 84, 8 dB(A).	4. Sustitución de los montacargas actuales de combustión interna asistidos por GLP por montacargas eléctricos los cuales por su mecánica de funcionamiento producen menor cantidad de ruido que los convencionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo en la disminución del ruido emitido durante el funcionamiento del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisores de bodega. • Supervisor de mantenimiento. • Encargado de salud Ocupacional. • Operadores de montacargas. 	<p>Estándar de DHL para valores de exposición mínimo para una jornada de 8 horas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 80 dB(A) ≤

2. Diseño en el montacargas de una cabina que permita aislar acústicamente al operador del ruido ocupacional cuando realiza sus labores dentro de la bodega

2.1 Opciones de alternativa de solución

Para poder desarrollar el control ingenieril se proponen 3 opciones distintas que contemplan el principio de encerramiento y atenuación acústica.

Cuadro 11. Opciones de alternativa de solución

Opciones	Detalle
1	Encerramiento tipo cabina utilizando la combinación de vidrio laminado 3mm + aire 50mm + vidrio 3mm laminado en los costados, parte trasera y frontal, con techo cubierto con madera.
2	Encerramiento tipo cabina utilizando la combinación vidrio templado 3mm + aire 100mm + vidrio templado 6mm en los costados, parte trasera y frontal con techo cubierto de vidrio laminado de 6mm.
3	Encerramiento tipo cabina utilizando vidrio de 6mm templado y techo descubierto (condición actual).

2.2 Cálculo de la pérdida por transmisión (TL) y la atenuación acústica de las opciones (a TL)

Mediante el barrido por frecuencias que se realizó durante la evaluación por exposición ocupacional a ruido en la dirección de almacenes se obtuvieron los Niveles de Presión sonora (NPS) que se muestran en el cuadro 12. Utilizando el criterio de estándar de DHL sobre la exposición a ruido máxima (NPS deseado) se calculó el Nivel de Reducción requerido (NR) para alcanzar ese estándar (ver apéndice 8).

Cuadro 12. Cálculo de NR

Datos evaluación de Nivel de presión sonora (dB)							
Frecuencias	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Bodega 2	84,7	83,5	82,6	86,71	78,3	81,4	80,5
Bodega 4	78,5	81,8	81,4	84,89	79,4	78,6	79,2
Max	84,7	83,5	82,6	86,71	79,4	81,4	80,5
NPS deseado	75	75	75	75	75	75	75
NR	14,7	13,5	12,6	16,71	9,4	11,4	10,5

Para que un encerramiento acústico logre alcanzar un NR deseado el material o la combinación de estos debe cumplir con una pérdida por transmisión asociada (TL), es decir la cantidad de ruido que se queda al atravesar una superficie. En los siguientes cuadros se muestra los resultados obtenidos con las opciones y combinación de materiales propuestos.

Opción 1

Cuadro 13. Calculo TL y a(TL) para la opción 1

Cabina utilizando vidrio 3mm + aire 50mm +vidrio 3mm con techo de madera								
Superficie	Material	Área (m2)	125	250	500	1000	2000	4000
Techo	Madera	0,608	0,0912	0,06688	0,0608	0,04256	0,03648	0,04256
Paredes	vidrio	4,55	0,182	0,182	0,1365	0,1365	0,091	0,091
Total		5,158	0,2732	0,24888	0,1973	0,17906	0,12748	0,13356
		Absorción media	0,05296627	0,04825126	0,03825126	0,03471501	0,02471501	0,02589376
		Constante R	0,28847969	0,26149759	0,20514714	0,18549962	0,13071051	0,1371103
		TL (dB)	27,28	26,50	26,65	31,19	25,39	27,18
Cálculo de a(TL) dB								
Frecuencia (Hz)			125	250	500	1000	2000	4000
Suma			0,0797669	0,01526530	0,00224835	0,002648532	0,00311933	0,00751883
a(TL)			18,10	25,29	33,60	32,90	32,18	28,40

Opción 2

Cuadro 14. Calculo TL y a(TL) para la opción 2

Cabina de vidrio 3mm + aire 100mm +vidrio 6mm con techo de vidrio de 6mm								
Superficie	Material	Área (m2)	125	250	500	1000	2000	4000
Techo	Vidrio	0,608	0,02432	0,02432	0,01824	0,01824	0,01216	0,01216
Paredes	vidrio	4,55	0,182	0,182	0,1365	0,1365	0,091	0,091
Total		5,158	0,20632	0,20632	0,15474	0,15474	0,10316	0,10316
		Absorción media	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
		Constante R	0,21491667	0,21491667	0,15952577	0,15952577	0,10526531	0,10526531
		TL (dB)	28,55	27,35	27,73	31,84	26,32	28,32
Frecuencia (Hz)			125	250	500	1000	2000	4000
Suma			0,00765077	0,002402451	0,00066409	0,00035634	0,000698784	0,000166812
a(TL)			28,29	33,32	38,90	41,61	38,68	44,90

Opción 3

Cuadro 15. Calculo TL y a(TL) para la opción 3

Cabina de vidrio con espesor de 6mm y techo descubierto								
Superficie	Material	Área (m2)	125	250	500	1000	2000	4000
Techo	descubierto	0,608	0	0	0	0	0	0
Paredes	vidrio	4,55	0,182	0,182	0,1365	0,1365	0,091	0,091
Total		5,158	0,182	0,182	0,1365	0,1365	0,091	0,091
		absorción media	0,03528499	0,03528499	0,02646375	0,02646375	0,0176425	0,0176425
		Constante R	0,1886567	0,18865675	0,14021049	0,14021049	0,0926343	0,0926343
		TL (dB)	29,11	27,91	28,29	32,40	26,88	28,88
Frecuencia (Hz)			125	250	500	1000	2000	4000
Suma			0,0143883	0,007211264	0,003614193	0,001811388	0,00455	0,000907844
a(TL)			25	28	31	34	30	37

2.3 Matriz comparativa de opciones

Para la escogencia de la alternativa de solución más oportuna para la organización desde un punto de vista integral se realizó la siguiente matriz comparativa (ver cuadro 17), en donde se evaluaron y compararon las propuestas tomando en consideración aspectos económicos, ambientales, normativos operativos y de seguridad. Para la evaluación se utilizaron los siguientes parámetros donde 5 representa el valor más alto de viabilidad. La opción que tenga un mayor valor al sumar todos los aspectos es la opción más viable.

Cuadro 16. Escala de evaluación para la escogencia de la cabina.

Aspecto	Escala de evaluación				
	1	2	3	4	5
Económico	Precio por de implementación mayor o igual a los 5 millones de colones por unidad.	Precio por de implementación entre 5 y 4 millones de colones por unidad.	Precio por de implementación entre 4 y 3 millones de colones por unidad.	Precio por de implementación entre 3 y 2 millones de colones por unidad.	Precio por de implementación menor o igual al millón de colones por unidad.
Ambiental	Vida útil menor a 1 un año\.	Vida útil entre 1 a 5 años.	Vida útil entre 5 a 10 años.	Vida útil entre 10 a 15 años.	Vida útil mayor a 15 años.
Estándar y normativa	No cumple con la normativa NIOSH, RCRV y estándar de DHL.		No cumple con al menos 1 o dos normativas y estándares.		Cumple con la normativa NIOSH, RCRV y el estándar de DHL.
Seguridad y Salud	No resuelve el problema y añade uno o más riesgos nuevos.		Soluciona el problema, pero añade uno o más riesgos nuevos.		Soluciona el problema y no añade riesgos nuevos.
Sociales y culturales	Requiere intervención del trabajador y requiere de nuevos conocimientos para su implementación.				No requiere intervención del trabajador y no requiere de nuevos conocimientos para su implementación.

Cuadro 17. Matriz comparativa sobre aspectos cualitativos y cuantitativos de las opciones

Opciones	Materiales requeridos	Área requerida (m ²)	Costo total (colones i.v.a) por montacargas		Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales
			3 Américas	Vidrios Zarate	Vida útil/ Facilidad de reciclaje			
Opción 1	Vidrio templado de 3mm / Madera	4,55 / 0,61	435.4,66	401.490	Vida útil mayor > 20 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje / Tarda entre 2 a 3 años en descomponerse.	Su implementación permite el cumplimiento normativo con NISOH (85dB(A)), RCRV (85dB(A)), estándar DHL (75dB(A) ≤) dejando afuera las frecuencias de 125Hz y 250Hz.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. Se añade otro riesgo por estrés térmico dentro de la cabina. Para solucionarse se debería complementar la alternativa con un sistema de ventilación dentro de la cabina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las opciones no requieren de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja. 2. No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador.
Opción 2	Vidrio 6mm y 3mm templado / techo de vidrio laminado 6mm	5,16 / 0,61	374.972,07	317.560,53	Vida útil mayor > 20 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje.	Su implementación permite el cumplimiento normativo con NISOH (85dB), RCRV (85dB), estándar DHL (75dB(A) ≤) en todas las frecuencias.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. El techo descubierta ayuda a aumentar las renovaciones de aire dentro de la cabina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las opciones no requieren de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja. 2. No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador.
Opción 3	Vidrio templado 6mm / techo descubierta (actualmente)	4,55 / Vacío	314.657,52	284.780,25	Vida útil mayor > 20 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje.	Su implementación permite el cumplimiento normativo con NISOH (85dB(A)), RCRV (85dB(A)), estándar DHL (75dB(A) ≤) en todas las frecuencias.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. El techo descubierta ayuda a aumentar las renovaciones de aire dentro de la cabina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las opciones no requieren de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja. 2. No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador.

Con base en la información anterior se evaluaron las propuestas, en el cuadro 17 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 18. Evaluación de las opciones

Opciones	Costo total (colones i.v.a) por montacargas	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales	Sumatoria
		Vida útil/ Facilidad de reciclaje				
Opción 1	5	5	3	3	5	21
Opción 2	5	5	5	3	5	23
Opción 3	5	5	5	5	5	25

Con base en los resultados obtenidos en los cuadros 13, 14 y 15 (ver apéndice 8), se evidencia que todas las opciones permiten la solución o control del problema en estudio. Sin embargo, la opción número 3 de una cabina de vidrio templado con espesor de 6mm con el techo descubierto tiene una mayor eficiencia en la atenuación del ruido que pueda llegar al operario de montacargas en todas las frecuencias, teniendo en la frecuencia crítica de 1000 Hz, una atenuación de 38,90 dB(A), 11 unidades de dB mayor de la requerida (27, 73 dB(A)) para alcanzar el estándar de DHL en exposición ocupacional máxima a ruido de 75 dB(A), cumpliendo de igual manera con las normativas de NIOSH y el Reglamento para el Control de Ruido y Vibraciones (RCRV) (85 dB(A)).

La evaluación mediante la matriz comparativa arroja que la opción número 3 en todos los aspectos de análisis obtuvo la puntuación más alta en viabilidad, ya que en comparación a las demás opciones se cumple con todos los estándares aplicables, su diseño e implementación no añade la exposición a otros tipos de riesgo como el riesgo por estrés térmico. Mediante lo anterior se escoge la opción número 3 como una alternativa de control ingenieril para la reducción de la exposición a ruido de los operadores de montacargas.

3.4 Diseño de la cabina

Las dimensiones que posee el montacargas para la realización del control de diseño propuesto son las siguientes:

Costado del montacargas actual

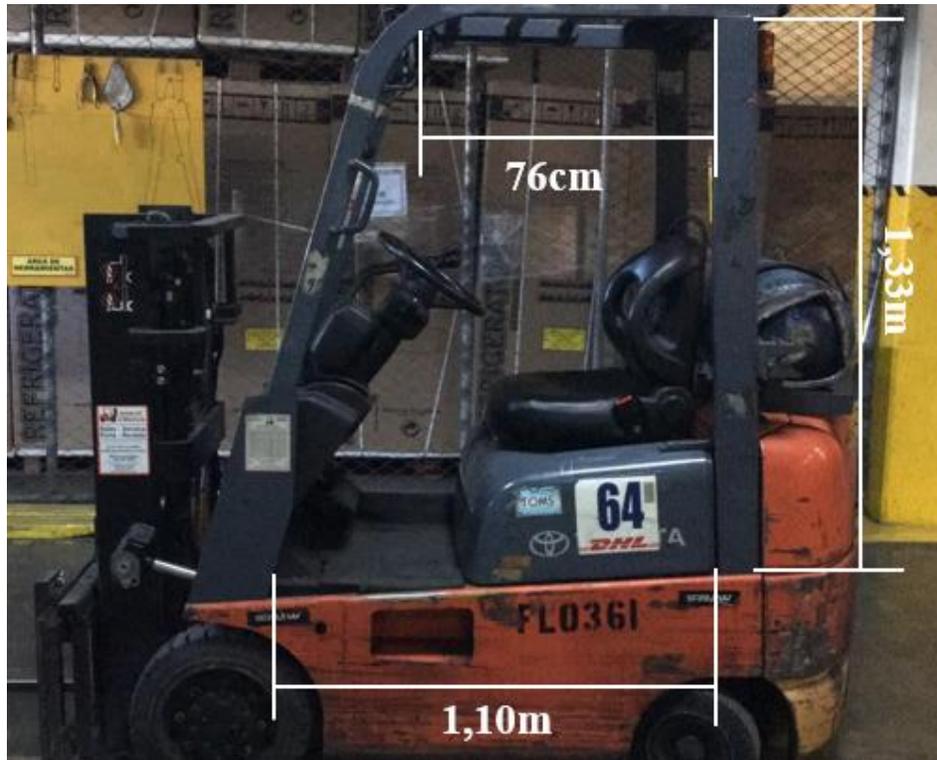


Figura 9. Dimensiones laterales del montacargas

Parte trasera del montacargas actual



Figura 10. Dimensiones traseras del montacargas

Parte delantera del montacargas actual



Figura 11. Dimensiones frontales del montacargas

Con base en las medidas anteriores, el diseño propuesto de la cabina se visualizaría de la siguiente manera:

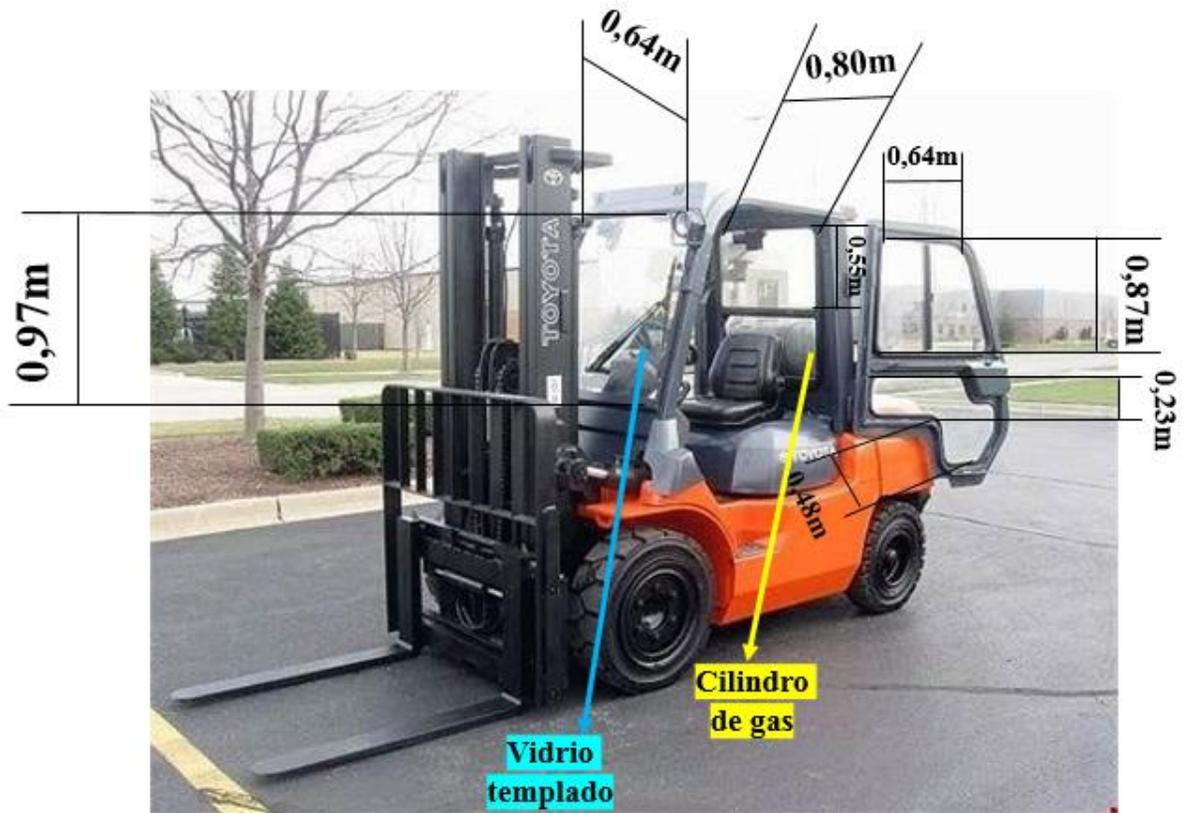


Figura 12. Diseño de montacargas con cabina

Se utilizará vidrio templado de 6mm de espesor, el cual es hasta cinco veces más resistente al impacto que un vidrio normal del mismo espesor. En caso de rompimiento se fragmenta en pequeñas piezas que no representan riesgo de heridas profundas o laceraciones. Es más resistente al choque térmico que un vidrio normal y a las vibraciones mecánicas. El techo descubierto favorece a las renovaciones de aire y reduce la sensación de hacinamiento.

3. Implementación del uso de equipo de protección personal para la atenuación de los dB que percibe el operario cuando usa el equipo en sus diferentes tareas

Como otra forma de reducir la cantidad de decibels que perciben los operadores de montacargas y una alternativa igualmente viable para otros trabajadores dentro de la bodega se propone la implementación de equipo de protección auditiva. Las tres opciones a tomar en cuenta son:

Cuadro 19. Opciones de Equipo de protección personal auditiva

Opción	Equipo	Descripción del equipo	Nivel de reducción de ruido (dB)
Tapones amarillos de alta visibilidad		Ajuste a variedad de canales auditivos. Hipo alérgico. Posee estuche.	27 (ver anexo 1)
Orejera Euro Protection MAX 300		Almohadillas de PVC con acabado tipo cuero. Diadema ajustable a 3 posiciones. Peso de 186 gramos.	26 (ver anexo 2)
Tapones Auditivos de espuma Sparkplugs		Hechos de espuma, sin PVC. Forma cónica. Sin cordón. Dan gran comodidad.	33 (ver anexo 3)

Para la determinación del equipo más apropiado se utilizó la escala mostrada en el siguiente cuadro:

Cuadro 20. Escala de evaluación equipo de protección personal auditiva

Escala de atributos para los equipos de protección auditivos						
Escala	Económico: Precio (₡)	Seguridad y salud: Atenuación (dB)	Ambiental: Cantidad de frecuencias útiles	Tiempo (días)	Cultural y social: Cantidad de cuidados	Estándares y normativa aplicable
1	≥5000	<15	1-2	≤1	≥4	No cumple
2	2000-4999	15-20	3-4	2-15	2-3	-
3	1000-1999	20-25	5-6	16-30	1	-
4	0-999	≥25	7	≥90	Ninguno	Cumple

Cuadro 21. Cálculo de atenuación de los equipos propuestos

NPS a los que se exponen los operadores de montacargas producto del ruido del montacargas						
Niveles de presión sonora lineales al utilizar los tapones auditivos de espuma Sparkplugs - Barrido por frecuencia						
F (Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000
Evaluación NPS	71,2	79,5	82,4	78,4	74,7	68
Reducción	43,7	46,6	40,9	38,6	46,9	48,3
Desviación Estándar	6	5,8	4,2	2,8	3,3	3,6
2Desviación	12	11,6	8,4	5,6	6,6	7,2
Lp oído	39,5	44,5	49,9	45,4	34,4	26,9
(A)	-9	-3	0	1	1	-1
Lp(A) oído	30,5	41,5	49,9	46,4	35,4	25,9
Niveles de presión sonora lineales al utilizar los tapones amarillos Alta Visibilidad - Barrido por frecuencia						
F (Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000
Evaluación NPS	71,2	79,5	82,4	78,4	74,7	68
Reducción	30,3	34,1	34,3	37,1	38,7	45,5
Desviación Estándar	4,2	4,3	3,6	2,9	3,5	3,5
2Desviación	8,4	8,6	7,2	5,8	7	7
Lp oído	49,3	54	55,3	47,1	43	29,5
(A)	-9	-3	0	1	1	-1
Lp(A) oído	40,3	51	55,3	48,1	44	28,5
Niveles de presión sonora lineales al utilizar las orejeras Euro Protection MAX 300 - Barrido por frecuencia						
F (Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000
Evaluación NPS	71,2	79,5	82,4	78,4	74,7	68
Reducción	25	30,4	33,5	35,1	35,6	39,4
Desviación Estándar	2,3	2,5	2,5	2,7	3	3,6
2Desviación	4,6	5	5	5,4	6	7,2
Lp oído	50,8	54,1	53,9	48,7	45,1	35,8
(A)	-9	-3	0	1	1	-1
Lp(A) oído	41,8	51,1	53,9	49,7	46,1	34,8

Cuadro 22. Matriz comparativa del equipo de protección auditiva

Nombre del equipo	Precio (€)	Nivel de reducción de ruido (dB)	Frecuencias útiles	Tiempo de reposición (día)	Cuidados recomendados por el fabricante		Cumplimiento con la normativa	Puntuación
					Inspección	Limpieza e higiene		
Tapones Auditivos de espuma Sparkplugs	101,7	33	7	1	1. Desechar después de su uso.	1. Lavarse las manos antes de colocarlos y después de quitarlos	ANSI S3.19-1974	16
Tapones amarillos Alta Visibilidad	423,0	25	7	30	1. Antes de la colocación, verifique los tapones para oídos para detectar indicios de suciedad 2. Daños 3. Deformaciones 4. Rigidez extrema; deséchelos de inmediato si su estado no es normal.	1. Lavar los tapones con jabón suave o agua tibia. No aplique otras sustancias debido a que es posible que los tapones para oídos se degraden y su función se vea afectada 2. Séquelos suavemente con una toalla 3. Guárdelos en la caja cuando no se utilicen	ANSI S3.19-1974	14
Orejera Euro Protection MAX 300	7.599,0	26	7	180	1. Si las almohadillas se deterioran, se debe cambiar.	1. Limpiar regularmente con solución suave de desinfectante 2. Secar 3. Guardar en un lugar limpio.	EN 352-2	14

Con base en los resultados obtenidos de los cuadros 21 y 22 como equipo de protección personal auditivo, se recomienda los Tapones Auditivos de espuma Sparkplugs. Este es un equipo óptimo en relación con el tema de costo y beneficio para las necesidades de la empresa. El equipo disminuye el ruido que llega a la persona por debajo de 80 dB(A) (nivel menor al que exige la normativa) en todas las frecuencias calculadas. El ajuste indica que el ruido que llega al oído del trabajador es de 49,9 dB(A) en una frecuencia de 1000 Hz e incluso, menor en otras frecuencias. Por otro lado, tiene un costo bajo, siendo este de ₡101,7 por par. Este es un equipo fácil de utilizar, que requiere cuidados mínimos y en dado caso que no se ajuste al trabajador y tenga que ser reemplazado, no genera un impacto económico significativo para la empresa.

3. Colocación de una superficie que amortigüe el ruido de impacto que se produce en la rampa niveladora durante el proceso de carga y descarga de mercancía.

La rampa niveladora actualmente es de acero inoxidable, la cual no cuenta con ninguna superficie amortiguante de ruido cuando transita algún equipo de montacargas. En la siguiente figura se muestra la rampa y sus dimensiones:

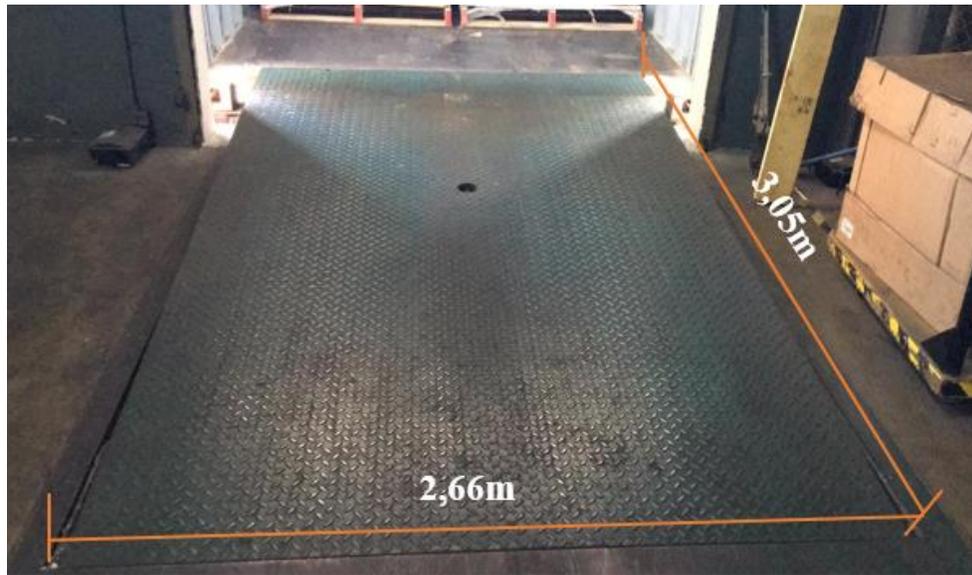
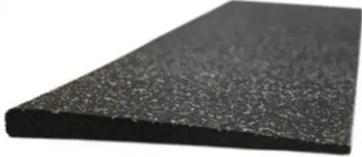


Figura 13. Dimensiones de la rampa niveladora.

Para poder cubrir la superficie de la rampa se escogieron 3 alternativas de materiales amortiguadores de ruido. En el cuadro 23 se muestran las opciones.

Cuadro 23. Opciones de superficie para la rampa niveladora

Opción	Características	Material
Hule	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie antideslizante. • Presenta alta durabilidad. • Coeficiente de absorción acústica: 0,85. • Fácil limpieza. • Fácil instalación. 	
Caucho	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie antideslizante. • Presenta alta durabilidad. • Coeficiente de absorción acústica: 0,78. • Dieléctrico. • Ignífuga. 	
PVC	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie antideslizante. • Coeficiente de absorción acústica: 0,65. • Fácil instalación. • Resistente a la humedad. • Mayor resistencia a los rayos UV. 	

Para escoger la alternativa más viable se evaluaron los materiales utilizando la siguiente escala de evaluación:

Cuadro 24. Escala de evaluación de materiales para la rampa niveladora

Aspecto	Escala de evaluación				
	1	2	3	4	5
Económico	Precio por de implementación mayor o igual a los 50.000 colones por metro cuadrado.	Precio por de implementación entre 50.000 y 40.000 colones por metro cuadrado.	Precio por de implementación entre 40.000 y 30.000 mil colones por metro cuadrado.	Precio por de implementación entre 30.000 y 20.000 mil colones por metro cuadrado.	Precio por de implementación menor o igual a 20.000 colones por metro cuadrado.
Ambiental	Vida útil menor a 1 un año.	Vida útil entre 1 a 3 años.	Vida útil entre 5 a 7 años.	Vida útil entre 7 a 10 años.	Vida útil mayor a 10 años.
Estándar y normativa	No cumple con la normativa NIOSH, RCRV y estándar de DHL.		No cumple con amenos 1 o dos normativas y estándares.		Cumple con la normativa NIOSH, RCRV y el estándar de DHL.
Seguridad y Salud	No resuelve el problema y añade uno o más riesgos nuevos.		Soluciona el problema, pero añade uno o mas riesgos nuevos.		Soluciona el problema y no añade riesgos nuevos.
Sociales y culturales	Requiere intervención del trabajador y requiere de nuevos conocimientos para su implementación.				No requiere intervención del trabajador y no requiere de nuevos conocimientos para su implementación.

Cuadro 25. Matriz comparativa materiales para la rampa niveladora

Opciones	Materiales requeridos	Área requerida (m ²)	Costo total (colones i.v.a)	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales
				Vida útil/ Facilidad de reciclaje			
Opción 1	Hule	8,11	16 745	Vida útil mayor > 9 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje.	Su implementación permite el cumplimiento normativo con RCRV (90dB(A)), estándar DHL (80dB(A) ≤).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. Superficie antideslizante. 3. Alta durabilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las opciones no requieren de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja. 2. No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador.
Opción 2	Caucho		19 890	Vida útil mayor > 5 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje.		<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. Superficie antideslizante. 3. Alta durabilidad. 4. Dieléctrico 5. Ignifugo 	
Opción 3	PVC		22 430	Vida útil mayor > 15 años. Disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje.		<ol style="list-style-type: none"> 1. Su implementación ayuda a controlar la exposición ocupacional ruido. 2. Superficie antideslizante. 3. Alta durabilidad. 4. Resistente a la humedad y los rayos UV. 	

Con base en la información anterior se evaluaron las propuestas, en el cuadro 26 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 26. Evaluación de las opciones

Opciones	Costo total (colones i.v.a)	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales	Sumatoria
		Vida útil/ Facilidad de reciclaje				
Opción 1	5	4	5	3	5	22
Opción 2	5	4	5	5	5	24
Opción 3	4	5	5	3	5	22

Con base en la información anterior, se evidencia que las 3 opciones de materiales contribuyen para la atenuación en el ruido de impacto que se genera en la rampa niveladora durante los procesos de carga y descarga. Las tres tienen precios similares que rondan los 20 000 colones. Sin embargo, uno de los puntos en donde la opción 2 destaca es en el aspecto de seguridad y salud, en el cual a diferencia de las demás opciones este material es ignifugo y dieléctrico, generando un mayor valor agregado, disminuyendo así la aparición de otros tipos de riesgos. Razón por la cual se escogió la opción del caucho como superficie amortiguante de ruido. El diseño en su implementación se visualizaría de la siguiente forma:

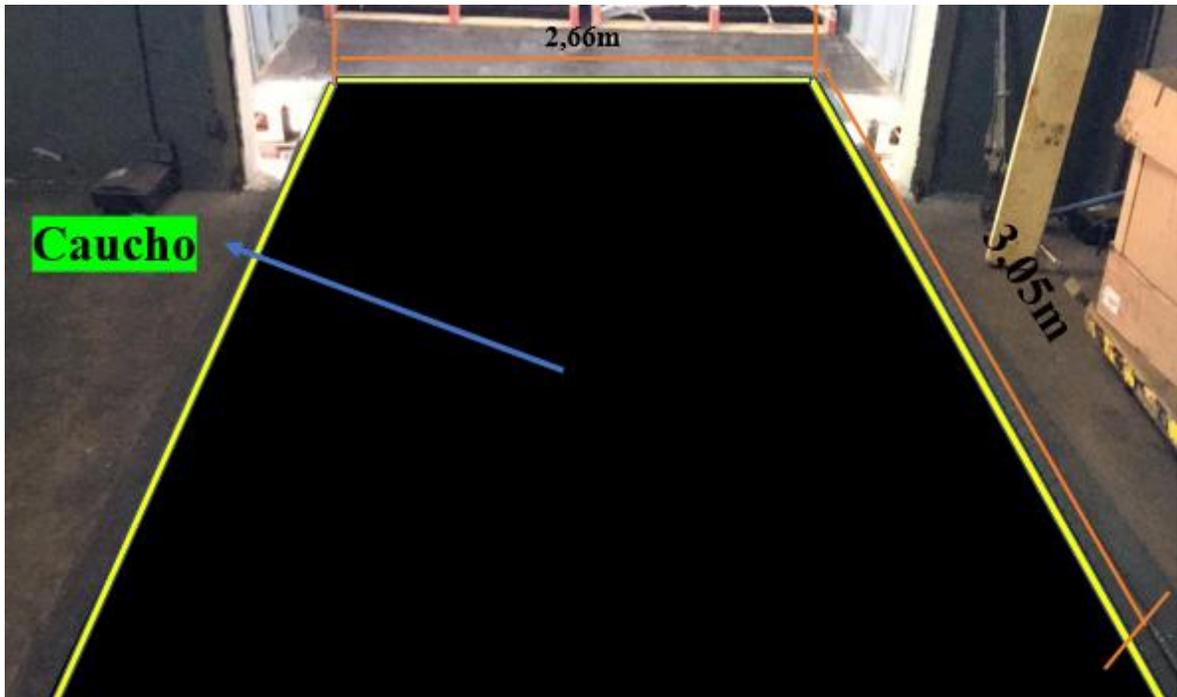


Figura 14. Diseño de rampa niveladora con superficie de hule

La superficie de caucho se debe colocar a lo largo de toda la rampa niveladora (8,11 m²) con un espesor de 300 mm. La misma se instalará según las especificaciones del fabricante. Las franjas amarillas representan la demarcación de la rampa niveladora.

4. Sustitución de los montacargas actuales de combustión interna asistidos por GLP por montacargas eléctricos

Para la reducción del ruido emitido por la fuente móvil que es el montacargas, una de las alternativas es precisamente la sustitución de los montacargas actuales, que son convencionales asistidos por GLP, por montacargas eléctricos. En el cuadro 27 se muestran las opciones.

Cuadro 27. Alternativas de montacargas eléctricos

Marca	Características	Montacargas	Valor medio en el nivel de presión sonora para el oído del operador (dB(A))	Precio unitario i.v.i (dólares)
Toyota 8FBN20	Permite una excelente maniobrabilidad en entornos de trabajo reducidos, las características como asientos ajustables y una buena visibilidad periférica mejoran la comodidad y la seguridad del conductor para almacenamiento en altura y manejo de materiales.		62,75	27 395
Raymond 4450	Batería: 36 volts o 48 volts. Capacidad: 3,000 lb a 6,000 lb. Velocidad de viaje con carga: 8-8.4 mph con batería de 36 voltios, 9.3 a 10 mph con batería de 48 voltios Velocidad de viaje sin carga: 8.7 mph con 36 voltios, 9.6 a 10.3 mph con batería de 48 voltios. Cuanta con asiento ergonómico.		59	33 000
Caterpillar E6500	Cumple con las normas del Instituto Nacional Americano de Normas/Fundación para el Desarrollo de Normas de Montacargas Industriales, ANSI/ITSDF B56.1. NFPA 505, norma de seguridad contra incendio para designaciones de tipos de montacargas industriales energizados, áreas de uso, mantenimiento y operación.		67	30 980

Cuadro 28. Escala de evaluación de montacargas eléctricos

Aspecto	Escala de evaluación				
	1	2	3	4	5
Económico	Precio por de implementación mayor o igual a los 101 000 dólares por montacargas.	Precio por de implementación entre 100 000 y 75 000 dólares por montacargas.	Precio por de implementación entre 76 000 y 51 000 dólares por montacargas.	Precio por de implementación entre 50 000 y 31 000 mil dólares por metro cuadrado.	Precio por de implementación menor o igual a 30 000 dólares por montacargas.
Ambiental	Vida útil menor a 1 un año.	Vida útil entre 1 a 3 años.	Vida útil entre 5 a 7 años.	Vida útil entre 7 a 10 años.	Vida útil mayor a 10 años.
Estándar y normativa	No cumple con la normativa NIOSH, RCRV y estándar de DHL.		No cumple con amenos 1 o dos normativas y estándares.		Cumple con la normativa NIOSH, RCRV y el estándar de DHL.
Seguridad y Salud	No resuelve el problema y añade uno o más riesgos nuevos.		Soluciona el problema, pero añade uno amas riesgos nuevos.		Soluciona el problema y no añade riesgos nuevos.
Sociales y culturales	Requiere intervención del trabajador y requiere de nuevos conocimientos para su implementación.				No requiere intervención del trabajador y no requiere de nuevos conocimientos para su implementación.

Cuadro 29. Matriz comparativa materiales para la rampa niveladora

Opciones	Costo total (colones i.v.a) por montacargas	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales
Toyota 8FBN20	27 395	1. Vida útil mayor > 10 años. 2. Eliminación del uso de gas GLP. Disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono dentro de la bodega.	Su implementación permite el cumplimiento normativo con el estándar DHL (80dB(A) ≤).	1. Su implementación ayuda a disminuir la cantidad de decibles que genera el montacargas durante su operación. 2. Se elimina la manipulación y el almacenamiento de cilindros de gas en las bodegas.	1. Las opciones no requieren de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja. 2. No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador.
Raymond 4450	33 000				
Caterpillar E6500	31 980				

Con base en la información anterior se evaluaron las propuestas, en el cuadro 30 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 30. Evaluación de las opciones

Opciones	Costo total (colones i.v.a) por montacargas	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales	Sumatoria
		Vida útil/ Facilidad de reciclaje				
Opción 1	5	5	5	5	5	25
Opción 2	4	5	5	5	5	24
Opción 3	4	5	5	5	5	24

En términos de operatividad, estándares aplicables, aspectos sociales y culturales las tres opciones son muy eficientes, teniendo la mayor puntuación en esos aspectos. Sin embargo, en el aspecto económico el modelo de montacargas de la línea TOYOTA resalta de entre las demás, al tener un costo menos elevado y al disminuir la emisión de ruido por fuente móvil en 22 unidades de dB. Por esos motivos se seleccionó la opción número 1 como alternativa para el recambio de los montacargas convencionales por montacargas eléctricos.

5. Validación de las soluciones seleccionadas

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de las alternativas de solución que fueron validadas anteriormente según los aspectos de seguridad, salud, ambiente, económicos, normativos, sociales y culturales.

Cuadro 31. Resumen de las soluciones validadas

Problema a resolver	Solución	Costo total económico	Aspectos ambientales	Estándares y normativa	Seguridad y salud	Sociales y culturales
Exposición ocupacional a ruido	Diseño de cabina en el montacargas utilizando vidrio templado con espesor de 6mm para el parabrisas delantero y trasero, así como las puertas. El techo descubierto (condición actual).	Hay un ahorro de 116650 colones con respecto a la solución de mayor costo.	Vida útil de los materiales a utilizar mayor > 20 años. La disponibilidad de organizaciones que reciben este material para reciclaje es alta.	Se cumple con el estándar de DHL en exposición ocupacional máxima a ruido de 75 dB(A). Cumpliendo de igual manera con las normativas de NIOSH y el Reglamento para el Control de Ruido y Vibraciones (RCRV) (85 dB(A)).	Esta opción tiene una mayor eficiencia en la atenuación del ruido que pueda llegar al operario de montacargas en todas las frecuencias. Teniendo en la frecuencia crítica de 1000 Hz, una atenuación de 38,90 dB(A). 11 unidades de dB mayor de la requerida (27, 73 dB(A)).	No se requieren de nuevos conocimientos por parte del operador disminuyendo la probabilidad de resistencia al cambio.

<p>Exposición ocupacional a ruido</p>	<p>Implementación de Equipo de protección auditiva. Tapones Auditivos de espuma Sparkplugs con Nivel de Reducción de Ruido = 33dB.</p>	<p>Tiene un costo bajo, siendo este de €101,7 por par, en dado caso que tenga que ser reemplazado, no genera un impacto económico significativo para la empresa.</p>	<p>Tienen una frecuencia alta de utilidad por lo que se ve disminuido la cantidad de veces que se desecha.</p>	<p>Se cumple con la normativa ANSI S3.19-1974.</p>	<p>El equipo disminuye el ruido que llega al operador de equipo montacargas a valores por debajo de los 80 dB(A) en todas las frecuencias calculadas.</p>	<p>Este es un equipo fácil de utilizar, que requiere cuidados mínimos.</p>
<p>Ruido de impacto en la zona de andenes.</p>	<p>Superficie de caucho amortiguadora para la rampa niveladora de 300mm de espesor y área de 8,11m².</p>	<p>Se encuentra entre un valor medio de las dos soluciones planteadas.</p>	<p>Vida útil mayor > 5 años.</p>	<p>Su implementación permite el cumplimiento normativo con RCRV (90dB(A)), estándar DHL (80dB(A)≤).</p>	<p>Este material es ignífugo y dieléctrico generando un mayor valor agregado, disminuyendo así la aparición de otros tipos de riesgos.</p>	<p>La solución no requiere de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja.</p>
<p>Ruido generado por los equipos montacargas</p>	<p>Sustitución de montacargas convencionales por montacargas eléctricos Toyota 8FBN20.</p>	<p>Hay un ahorro de 4000 dolores con respecto a la opción más costosa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil mayor > 10 años. • Eliminación del uso de gas GLP. Disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono dentro de la bodega. 	<p>Su implementación permite el cumplimiento normativo con el estándar DHL (80dB(A)≤).</p>	<p>Se reduce la cantidad de decibels a valores recomendados para la salud de los operarios según su exposición y se elimina la manipulación y el almacenamiento de cilindros de gas en las bodegas.</p>	<p>La solución no requiere de intervención en el trabajador por lo cual la resistencia al cambio es baja.</p>

Alternativas de solución

En el programa de conservación auditiva se integraron las 4 alternativas seleccionadas, en el apartado L sobre medidas de control recomendadas para la reducción de la exposición ocupacional a ruido (cuadro 12 del programa de conservación auditiva).



**Programa de Conservación Auditiva para los
operadores de equipos montacargas en la
dirección de almacenes de la empresa DHL
Global Forwarding Costa Rica. Basado en la
normativa INTE 31 09 09: 2016**



Elaborado por Anthony Torres Betancourt

La Aurora, Heredia-Septiembre, 2021



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 1 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Índice general del programa

A.	Generalidades de la empresa	4
B.	Aspectos para considerar	5
C.	Compromiso empresarial	7
D.	Recursos disponibles	8
E.	Responsables y responsabilidades generales del programa	9
F.	Selección del equipo de protección auditiva	10
G.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos.....	12
H.	Colocación del equipo de protección auditiva	24
I.	Promoción de salud auditiva	25
J.	Evaluación y mejora del programa.....	26
K.	Periodicidades operativas del programa.....	29
L.	Medidas para el control de la exposición ocupacional a ruido.....	30
M.	Conclusiones del programa	33
N.	Recomendaciones del programa.....	34
O.	Apéndices del programa.....	35
P.	Anexos del programa.....	40

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 2 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Índice de figuras del programa

Figura 1. Rangos de clasificación según el nivel de ruido	14
Figura 2. Colocación de orejeras	24
Figura 3. Señalización equipo protección auditiva.....	25
Figura 4. Ciclo de Deming-PDCA	27
Figura 5. Matriz FODA estratégico.....	28

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 3 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Índice de cuadros del programa

Cuadro 1. Recurso humano	8
Cuadro 2. Matriz RACI.....	9
Cuadro 3. Formula necesaria para mapa de ruido	14
Cuadro 4. Formula necesaria para fuentes móviles.....	16
Cuadro 5. Formula necesaria para ruido de impacto.....	19
Cuadro 6. Formula necesaria para evaluación exposición ocupacional	22
Cuadro 7. Proceso para el cálculo de la atenuación de ruido del equipo de protección auditiva11	
Cuadro 8. Frecuencia de realización de los aspectos del programa	29
Cuadro 9. Alternativas de solución seleccionadas	31
Cuadro 10. Alternativas de solución seleccionadas	32

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 4 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

A. Generalidades de la empresa

1. Introducción

DHL Global Forwarding Costa Rica S.A es una empresa dedicada al manejo de inventarios, almacenamiento de mercadería, realización de trámites aduanales, importaciones y exportaciones vía aérea, terrestre y marítima de mercancías (Programa de Salud Ocupacional DHL, 2018). Las oficinas centrales cuentan con cinco bodegas agrupadas en dos segmentos, uno de 25000 m² (conjunto de cuatro bodegas) donde se manejan segmentos de consumo masivo, valor agregado (maquila), químicos y mercancía de régimen fiscal y el otro segmento es una bodega de 6500 m², denominado el segmento electrónico.

2. Propósito

El Programa de Conservación Auditiva tiene como propósito el establecimiento de lineamientos que permitan el cumplimiento normativo y el mejoramiento de las condiciones de trabajo de los operadores de montacargas en el área de almacenes con respecto a su salud auditiva. Y con ello contribuir a que DHL Global Forwarding continúe siendo el empleador de preferencia en el mercado.

3. Objetivos

Objetivo general

Controlar la exposición ocupacional a ruido a la que se ven expuestos los operadores de montacargas para el cumplimiento normativo y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

Objetivos específicos

- Implementar medidas de solución de diseño ingenieril para la disminución de los niveles de presión sonora a la que se exponen los operadores de montacargas.
- Establecer lineamientos administrativos para la puesta en marcha y el manejo del Programa de Conservación Auditiva.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 5 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

4. Alcance

El Programa de Conservación Auditiva permite tener mapeado el riesgo por exposición ocupacional a ruido a los que se exponen los operadores de equipos montacargas en la dirección de almacenes de la empresa Global Forwarding Costa Rica. Sirviendo como marco de referencia para otras sedes en Costa Rica y la región.

5. Metas

- Reducir la exposición ocupacional a ruido a la que se exponen los operarios de montacargas a valores menores de 80 dB(A), en un periodo de un año después de haberse implementado el programa.
- Capacitar al 100% de los montacarguistas sobre buenas prácticas y los riesgos que conlleva la exposición ocupacional a ruido, en un periodo de 6 meses después de haberse implementado el programa.
- Sustituir el 50% de los montacargas asistidos por GLP por montacargas eléctricos, en un periodo de 5 años después de haberse implementado el programa.

B. Aspectos para considerar

- 1. Operadores de montacargas:** trabajador que durante su jornada laboral utiliza equipos para el levantamiento de cargas con el fin de desplazar de un punto a otro las mercancías dentro de las bodegas.
- 2. Ruido ocupacional:** Agente físico el cual se genera producto de las actividades del proceso productivo dentro de las bodegas. Se mide en decibeles (dB).
- 3. Niveles de presión sonora continua equivalente:** La cantidad de dB que llegan hasta el sistema auditiva del trabajador durante su exposición al ruido ocupacional dentro de la bodega a lo largo de su jornada laboral.
- 4. Mapa de ruido:** Representación gráfica de la tendencia y la distribución de los niveles de presión sonora dentro de las bodegas.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 6 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

5. **Fuente móvil de ruido:** Dispositivo o equipo mecánico, que durante su operación y movilidad emite cierta cantidad de dB dentro de las bodegas.
6. **Audiosimetría:** Es una evaluación de la exposición ocupacional a ruido, la cual funciona como un parámetro para comparar con los valores límites permisibles según la normativa aplicable.
7. **Vigilancia de la salud auditiva:** Actividades orientas para identificar variaciones en la salud auditiva de los trabajadores.
8. **Promoción de la salud auditiva:** Actividades orientas para mejorar la salud auditiva de los trabajadores.
9. **Audiometría:** Es una evaluación para la determinación de algún daño auditivo adquirido por el trabajador.
10. **Equipo de protección auditivo:** Dispositivos utilizados por el trabajador para la reducción de su exposición ocupacional a ruido durante la realización de sus actividades laborales dentro de la bodega.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 7 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

C. Compromiso empresarial

1. Política de Seguridad

Política de Seguridad y Salud Ocupacional DHL Costa Rica

“La salud y seguridad de nuestros empleados es la base para el éxito del Grupo DPDHL. Safety First, es nuestro enfoque en Seguridad y Salud Ocupacional y la promovemos a través de un ambiente laboral propicio y óptimo” (Normas de Seguridad y Salud Ocupacional DHLCR, 2019, pág. 3).

“En DPDHL nos enfocamos en las necesidades de las partes interesadas. Conectando nuestra experticia global y a través de las diferentes divisiones de DHL, identificamos y tomamos las mejores prácticas en Salud y Seguridad para nuestros colaboradores y aquellos afectados directamente por nuestras actividades.” (Normas de Seguridad y Salud Ocupacional DHLCR, 2019, pág. 3).

Como se menciona en el manual de Normas de Seguridad y Salud Ocupacional (2019), la gestión en esta materia, dará soporte a tres líneas base:

- Empleador por Elección: Promover un ambiente laboral seguro, saludable y productivo para nuestros colaboradores
- Proveedor por Elección: Cumplir con los requerimientos legales regulatorios en la materia, asegurando la continuidad del negocio a nuestros clientes a través de una consistente aplicación de la Seguridad y Salud Ocupacional en todos los procesos.
- Inversión por elección: Asegurando nuestro crecimiento y ganancias haciendo énfasis en la seguridad y salud de nuestros colaboradores alrededor del mundo, en línea con nuestra guía de principios de Respeto y Resultados.

“La Seguridad y Salud Ocupacional es una responsabilidad del liderazgo. Actuar con responsabilidad incluye una participación de todos los gerentes, supervisores y ejecutivos, haciendo especial enfoque en los ambientes de trabajo riesgosos, donde se debe delegar

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 8 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

claramente las responsabilidades para lidiar con ellos” (Normas de Seguridad y Salud Ocupacional DHLCR 2019, pág. 4).

D. Recursos disponibles

1. Humano

Los recursos operativos representan el material humano que participa en la implementación y mantenimiento de la operatividad del programa de conservación auditiva, así como en su proceso de mejora continua. Las partes involucradas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Recurso humano

Área	Puesto	Código
Administración	Gerente general	G
Operaciones	Supervisores de bodega	SB
	Líder de Calidad	LC
	Operarios de montacargas	OM
Salud	Médico de empresa	ME
	Encargado de Salud Ocupacional	SO

2. Económicos

Se refiere a la cantidad de dinero que con el que se cuenta para hacer frente a la implementación de las alternativas de solución que están integradas en el Programa de Conservación Auditiva. No hay un presupuesto asignado, este se suministrará dependiendo de la alternativa. La aprobación la realiza el gerente general o de almacenes.

3. Tecnológico

Para los procesos de vigilancia de la salud y monitoreo, se hará uso del audiómetro, el cual está a cargo del médico de empresa y el sonómetro, el cual está a cargo del departamento de Salud Ocupacional.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 9 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

E. Responsables y responsabilidades generales del programa

Cuadro 2. Matriz RACI

Matriz RACI							
Actividades	Rol						
	G	SB	SM	LC	OM	ME	SO
Aprobar la puesta en marcha del Programa de Conservación Auditiva y su incorporación al Programa de Salud Ocupacional.	I	C	-	C	-	C	R
Aprobar el presupuesto para la implementación de las alternativas de solución.	R	C	C	C	-	-	I
Divulgar el Programa.	I	I	I	I	I	R	R, A
Coordinar y realizar las capacitaciones resultantes del programa.	-	I	-	I	I	R	R, A
Reportar cualquier anomalía en la ejecución del Programa.	-	I	-	I	R	I	I
Implementar las alternativas de diseño ingenieril	I	C, R	C, R	C, R	I	C, R	R, A
Realizar evaluaciones de ruido ocupacional.	I	I	-	I	I	C	R
Coordinar las audiométricas anuales para los operadores de montacargas.	-	I	-	-	I	R	A, I
Realizar el ciclo de mejora continua del Programa.	I	C	C	C	C	R	R, A

Gerente general (G), Supervisores de bodega (SB), Líder de Calidad (LC), Operarios de montacargas (OM), Médico de empresa (ME) y Encargado de Salud Ocupacional (SO).

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 10 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

F. Selección del equipo de protección auditiva

- 1. Objetivo:** Seleccionar el equipo de protección sonora adecuado para la reducción de los niveles de presión sonora a los que se exponen los operarios de montacargas.
- 2. Alcance:** Operadores de montacargas de la dirección de almacenes.
- 3. Insumos necesarios:** Método OSHA para calcular la atenuación del equipo.
- 4. Indicador:** Nivel de ruido percibido por el trabajar utilizando el equipo.
- 5. Participantes:** Representante del departamento de Salud Ocupacional.
- 6. Proceso de ejecución:** Para la selección del equipo de protección auditiva se debe realizar el siguiente proceso:

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 11 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Cuadro 3. Proceso para el cálculo de la atenuación de ruido del equipo de protección auditiva

Pasos	Operación requerida	Frecuencias (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
1-Colocar el nivel de presión sonora (según evaluación)								
2-Reducción dB del quipo								
3-Desviacion estándar multiplicado por 2 (según equipo)								
4-Nivel de presión sonora percibido por el trabajador con el equipo puesto.	Paso 1 – paso 2 + paso 3							
5-Ponderacion de ajuste		-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
6-Nivel de presión sonora final percibido por el trabajador con el equipo	Paso 4 – paso 5							

Al contar con el dato del nivel de presión sonora percibido, se puede determinar si el equipo en efecto puede cumplir con la reducción que se requiere perciba el trabajador durante las actividades específicas de su jornada laboral.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 12 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

G. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos relacionados con la exposición ocupacional a ruido, se establecen una serie de metodologías para la caracterización de los niveles de presión sonora dentro de las bodegas, evaluación de fuentes móviles, evaluación de ruido de impacto y la evaluación de la exposición ocupacional a ruido mediante la audiodosimetría.

1. Procedimiento para el monitoreo de los niveles de presión sonora (mapa de ruido)

1.1. Objetivo: Determinar la tendencia y la caracterización de los niveles de presión sonora en la dirección de almacenes.

1.2. Alcance: Bodegas que componen la dirección de almacenes de DHL.

1.3. Equipo necesario para realizar la evaluación: sonómetro, pistófono, plano o croquis de las bodegas, instrumento para medir distancias (cinta métrica, medidor laser), reloj y bitácora de muestreo (ver apéndice 1).

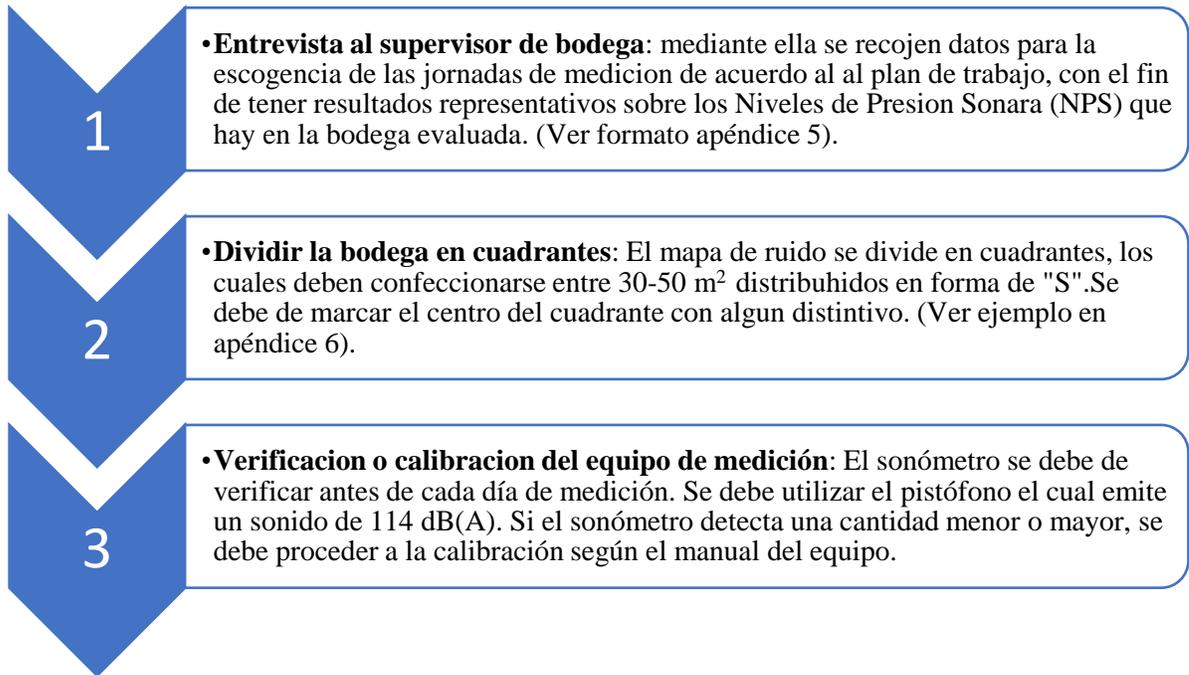
1.4. Indicador: Cantidad de niveles de presión sonora por cada uno de los cuadrantes en los que se dividió la bodega en estudio

1.5. Participantes: Representante del departamento de Salud Ocupacional y supervisor de bodega.

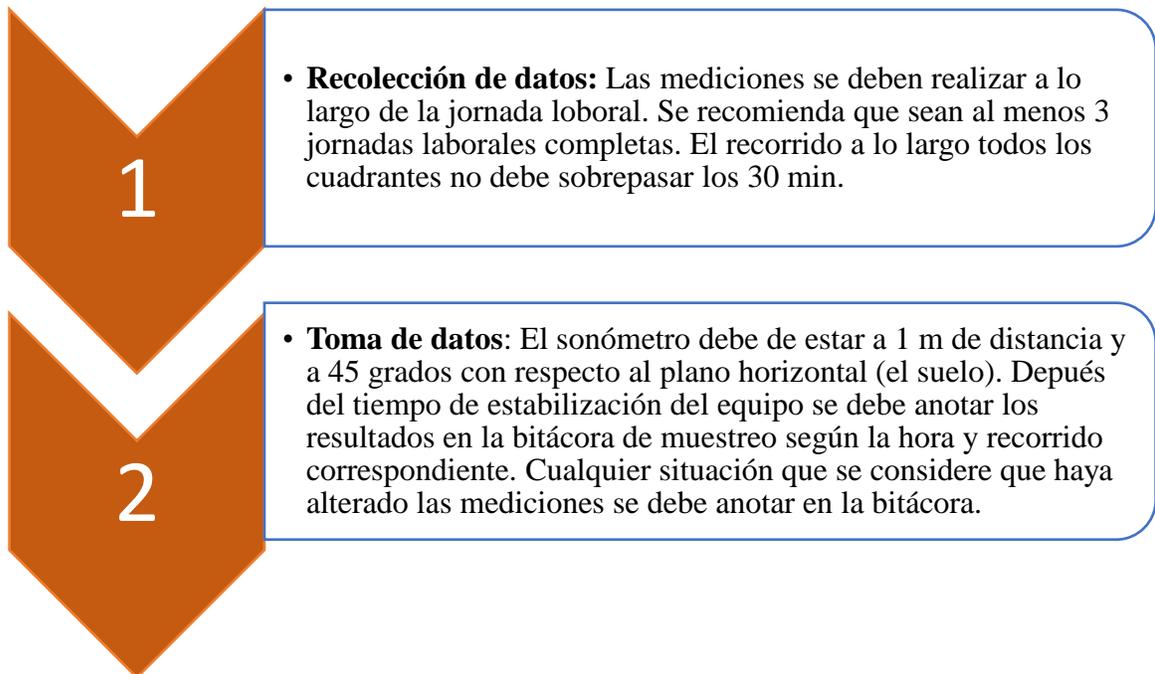
1.6. Proceso de ejecución de la metodología de evaluación

1.6.1. Antes de la medición

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 13 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	



2.2.1 Durante de la medición



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 14 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

1.6.3 Después de la medición

Después de las mediciones se requiere hacer el análisis de datos para poder obtener el dato promedio de NPS en cada cuadrante. Se debe tomar en cuenta que los datos no se pueden mezclar entre diferentes cuadrantes. Para realizar el cálculo se deben utilizar las siguientes formulas:

Cuadro 4. Formula necesaria para mapa de ruido

Indicador	Formula	Variabes
Promedio de los NPS	Promedio NPS: $\bar{L}_p = 20 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pi}/20} \right]$	N = número total de mediciones. L_{pi} = Nivel de presión sonora en cada recorrido.

Los resultados obtenidos se clasifican según su valor en los siguientes rangos expresados en la figura 1, y se colorea el mapa de ruido.



Figura 1. Rangos de clasificación según el nivel de ruido

Donde: verde = valores bajos, amarillo valores medios, valores altos, valores muy altos de Niveles de Presion Sonora.

2. Monitoreo evaluación de fuente móvil

2.1 Objetivo: Determinar el nivel de presión sonora que emiten las fuentes móviles (montacargas) en la dirección de almacenes cuando se realizan las actividades diarias.

2.2 Alcance: Equipos destinados para el levantamiento de cargas que requieren de movilización para desplazar las mercancías.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 15 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

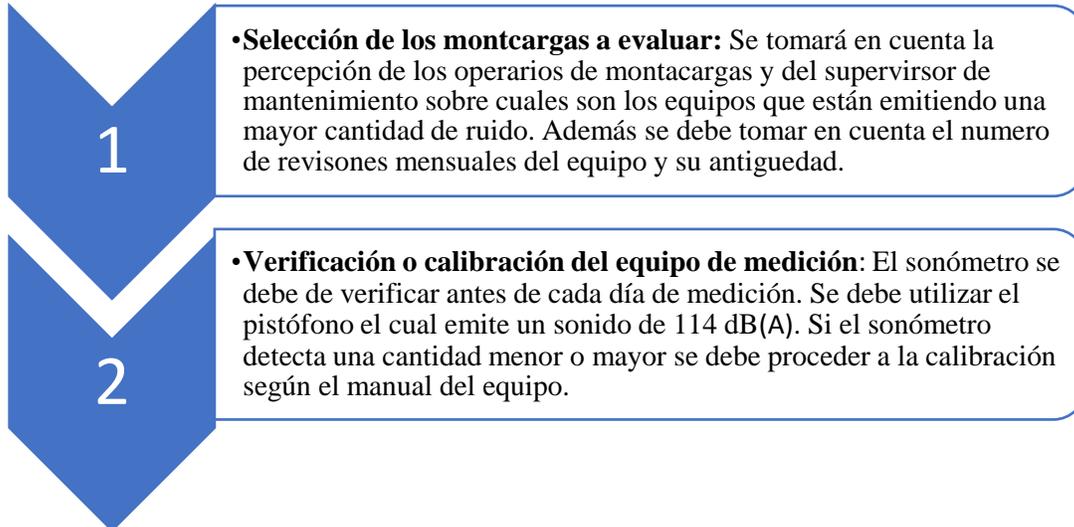
2.3 Equipo necesario para realizar la evaluación: sonómetro, pistófono, instrumento para medir distancias (cinta métrica, medidor laser), reloj y bitácora de muestreo (ver apéndice 2).

2.4 Indicador: Cantidad de niveles de presión sonora emitidos por la fuente móvil cuando está operando.

2.5 Participantes: Representante del departamento de Salud Ocupacional y supervisor de bodega, operario de montacargas.

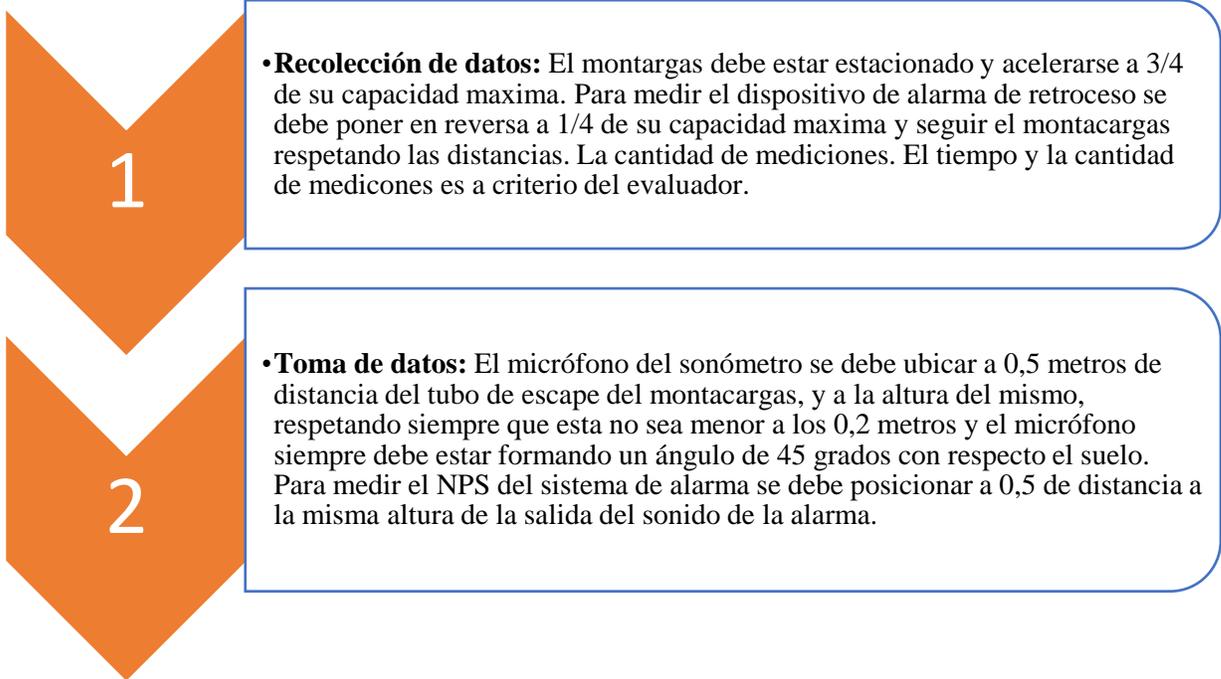
2.6 Proceso de ejecución

2.6.1 Antes de la medición



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 16 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

2.6.2 Durante la medición



2.6.3 Después la medición

Después de las mediciones se requiere hacer el análisis de datos para poder obtener el dato promedio de NPS emitidos por el montacargas y por el sistema de alarma para el retroceso. Se debe hacer un cálculo aparte para cada uno. Para realizar el cálculo se deben utilizar las siguientes formulas:

Cuadro 5. Formula necesaria para fuentes móviles

Indicador	Formula	Variables
Promedio de los NPS	Promedio NPS: $\bar{L}_p = 20 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pi}/20} \right]$	N = número total de mediciones. L_{pi} = Nivel de presión sonora (emitido por el montacargas/ la alarma de seguridad de retroceso).

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 17 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Los valores se clasifican según su valor en:

- Bajos: menores a 64,9 dB(A)
- Medios: entre 65 dB(A) y 79,9 dB(A)
- Altos: entre 80 dB(A) y 84, 9 dB(A)
- Muy altos: mayores 85 dB(A)

3. Monitoreo ruido de impacto

3.1 Objetivo: Determinar el nivel de presión sonora por ruido de impacto cuando se realiza los procesos de carga y descarga de mercancía.

3.2 Alcance: Rampas niveladoras ubicadas en la zona de andenes.

3.3 Equipo necesario: sonómetro, pistófono, reloj y bitácora de muestreo (ver apéndice 3).

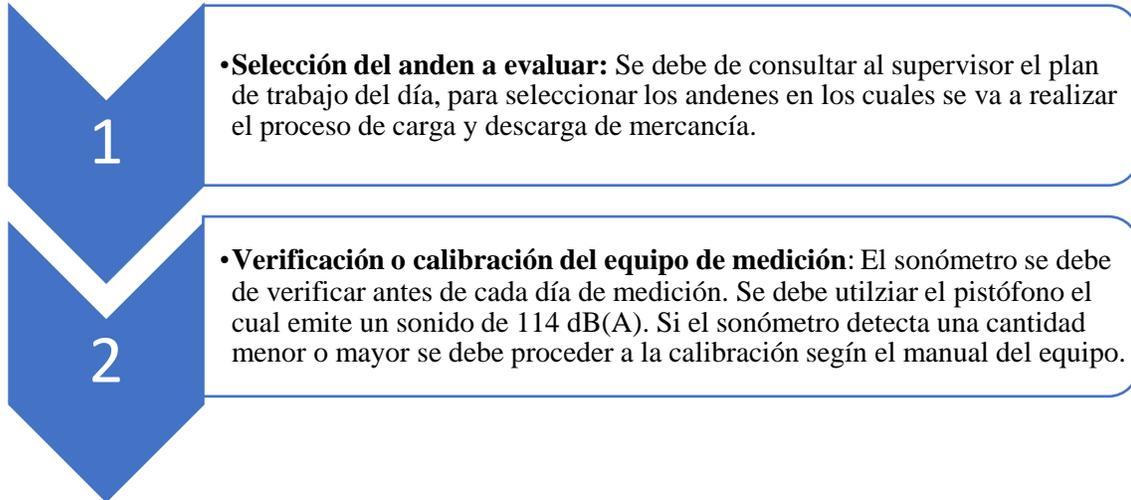
3.4 Indicador: Cantidad de ruido de impacto emitido durante el proceso de carga y descarga de mercancía.

3.5 Participantes: Representante del departamento de Salud Ocupacional, supervisor de bodega y operarios de montacargas.

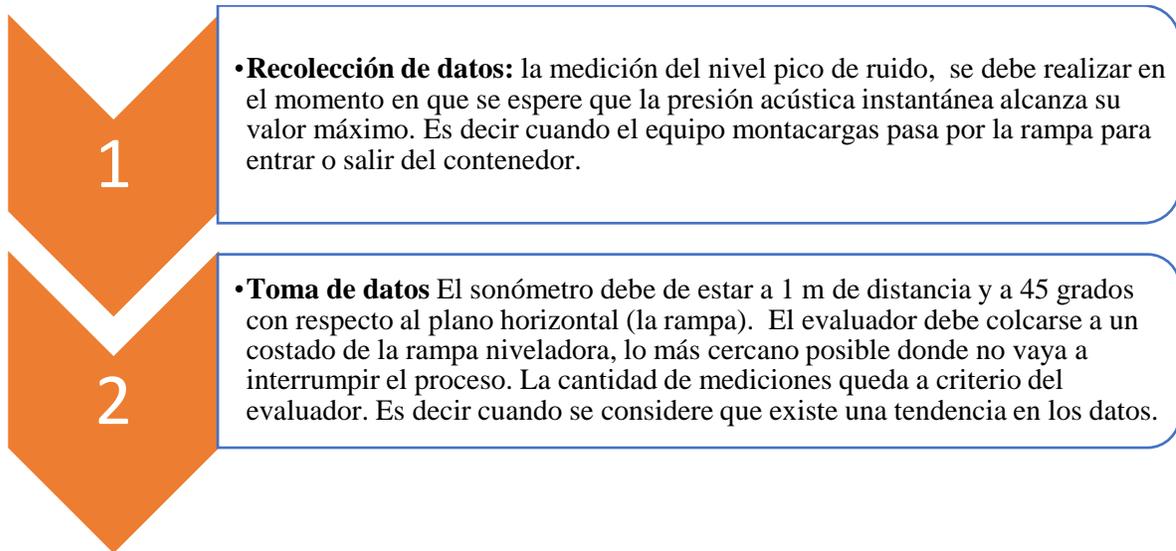
Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 18 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

3.6 Proceso de ejecución

3.6.1 Antes de la medición



3.6.2 Durante la medición



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 19 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

3.6.3 Después de la medición

Después de las mediciones se requiere hacer el análisis de datos para poder obtener el dato promedio de NPS emitidos por el ruido de impacto en las rampas niveladoras. Para realizar el cálculo se deben utilizar las siguientes formulas:

Cuadro 6. Formula necesaria para ruido de impacto

Indicador	Formula	Variables
Promedio de los NPS	Promedio NPS: $\bar{L}_p = 20 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pi}/20} \right]$	N = número total de mediciones. L_{pi} = Nivel de presión sonora (emitido por el ruido de impacto).

4. Vigilancia de la Salud Auditiva

4.1 Monitoreo de la exposición ocupacional a ruido por audiodosimetría

La evaluación de la exposición ocupacional a ruido haciendo uso de la audiodosimetría entra dentro del proceso de vigilancia de la salud ya que mediante ella se puede tener un resultado sobre la cantidad de ruido que llega al sistema auditivo de los operadores de montacargas.

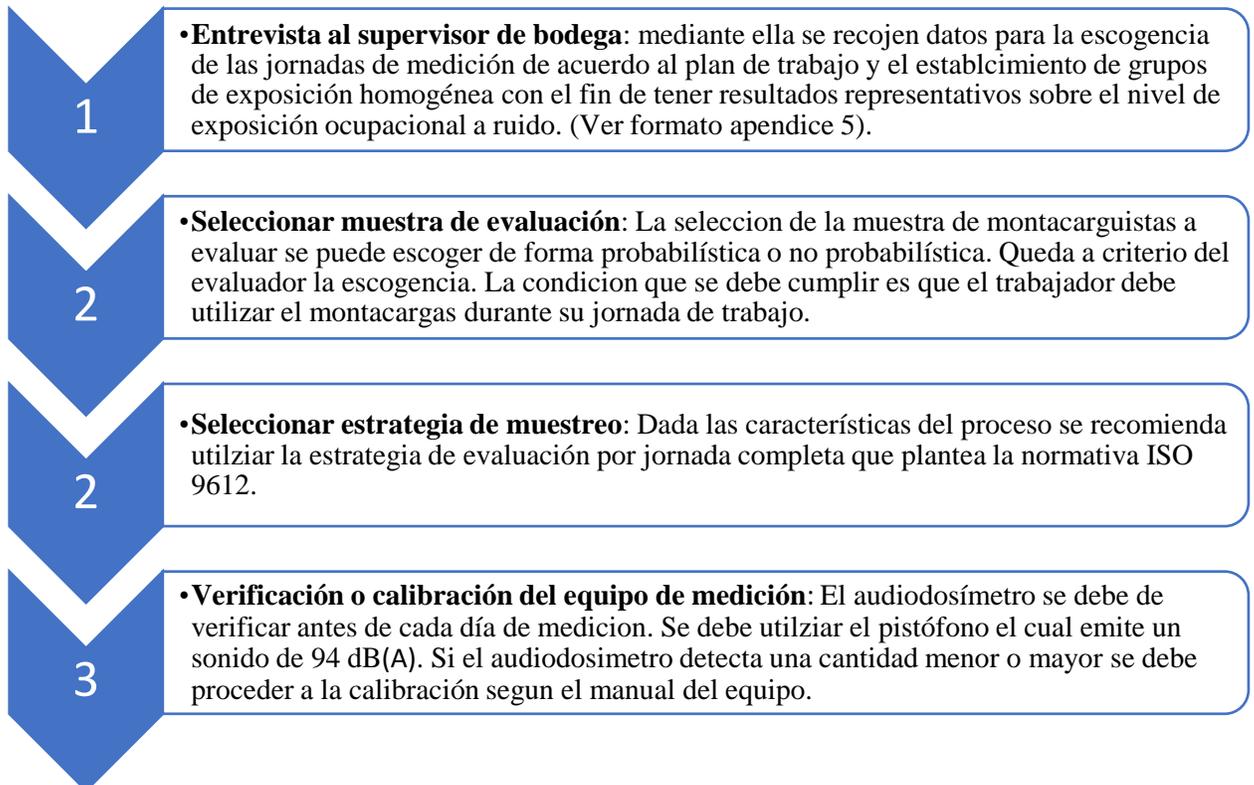
- 4.1.1 Objetivo:** Determinar el nivel de exposición a ruido ocupacional al que se exponen los operarios de montacargas de la dirección de almacenes.
- 4.1.2 Alcance:** Operadores de montacargas de la dirección de almacenes.
- 4.1.3 Equipo necesario:** audiodosímetro, pistófono, reloj y bitácora de muestreo (ver apéndice 4).
- 4.1.4 Indicador:** Cantidad de ruido acumulado durante la jornada la jornada laboral que llega al sistema auditivo del operador.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 20 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

4.1.5 Participantes: Representante del departamento de Salud Ocupacional, supervisor de bodega, operario de montacargas.

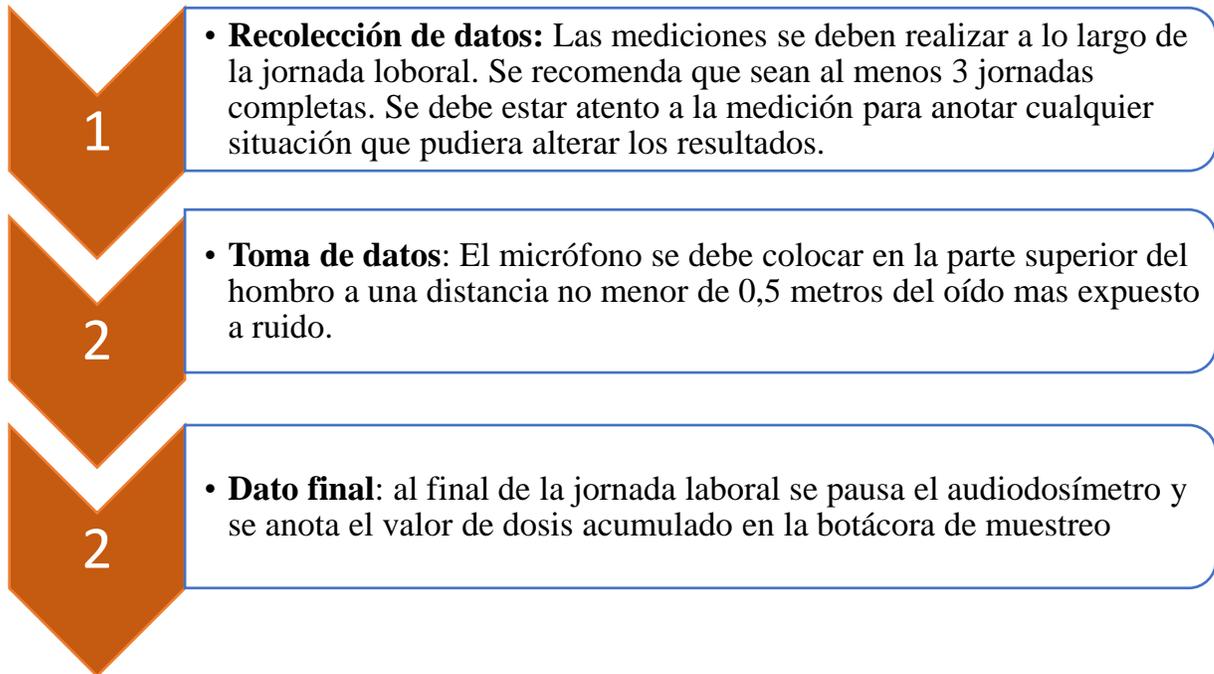
4.1.6 Proceso de ejecución:

4.1.6.1 Antes de la medición



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 21 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

4.1.6.2 Durante de la medición



4.1.6.3 Después de la medición

Después de las mediciones se requiere hacer el análisis de datos para poder obtener el dato de la exposición ocupacional a ruido ponderado a una jornada laboral de 8 horas. Para realizar el cálculo se deben utilizar las siguientes formulas:

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 22 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Cuadro 7. Formula necesaria para evaluación exposición ocupacional

Indicador	Formula	Variables
Cantidad de NPS continuo equivalente ponderado A para la duración efectiva de la jornada laboral	$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) \text{dB}$	$L_{p,A,eqT,n}$ = NPS de la muestra.
Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral nominal de 8h	$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{dB}$	L_{p,A,eqT_e} = NPS continuo equivalente ponderado A para la duración efectiva de la jornada laboral. T_e = duración efectiva de la jornada laboral T_0 = duración de referencia (8 horas)

Según los resultados obtenidos, se compara con los siguientes valores límite de exposición para una jornada de 8 horas. Los cuales de superarse se requieren la toma de acciones inmediatas:

- NIOSH: 85dB(A).
- Reglamento para el control de ruido y vibraciones: 85dB(A).
- Estándar de DHL para valores de exposición mínimo para una jornada de 8 horas:
80dB(A) ≤

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 23 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

4.2 Audiometrías

4.2.1 Objetivo: Evaluar la salud del sistema auditivo antes y durante el periodo estadía del trabajador en la dirección de almacenes.

4.2.2 Alcance: Operadores de montacargas de la dirección de almacenes.

4.2.3 Equipo necesario: Audiómetro.

4.2.4 Indicador: Grado de alteración en la audición de los operadores de montacargas.

4.2.5 Participantes: Representante del departamento de Salud Ocupacional, medico de empresa, supervisor de bodega, operario de montacargas

4.2.6 Proceso de ejecución:

4.2.6.1 Evaluación preempleo: Las audiometrías preempleo se realizarán a los trabajadores que se vayan a incorporar como operarios de montacargas y se tomará en cuenta su estado de salud auditivo para la otorgación del puesto.

4.2.6.2 Evaluación periódica: Las audiometrías periódicas se llevarán a cabo de forma anual.

4.2.7 Coordinación de las audiometrías: las audiometrías las coordinará el encargado de Salud Ocupacional mediante la contratación de un personal capacitado y la interpretación de los resultados está cargo del médico de empresa. En el caso que el trabajador evaluado muestre un deterioro en su capacidad auditiva, este debe ser remitido a un médico especialista, se valorará la reubicación de puesto y se les brindará seguimiento.

4.2.8 Registros del audiograma: El medico de empresa es el encargado de llevar el registro de los resultados de las audiometrías con el fin de mantener la trazabilidad de las evaluaciones.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 24 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

H. Colocación del equipo de protección auditiva

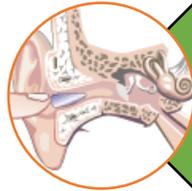
1. **Tapones de espuma:** Se seguirán los 3 pasos que establece NIOSH (2017):



1-Arrollar los tapones con los dedos hasta que queden como cilindros delgados en forma agusanada. Puede utilizar una o ambas manos.



2-Jalar la punta de la oreja hacia arriba y hacia atrás con la mano opuesta para enderezar el canal auditivo. El tapón arrollado deberá introducirse directamente.



3-Mantener con el dedo el tapón en el interior del canal. Cuente en voz alta hasta 20 o 30 mientras espera que el tapón se expanda y llene el canal auditivo. Su voz sonará apagada cuando el tapón haya sellado correctamente.

2. **Orejeras:** Las orejeras debe a la altura de los oídos y la diadema sobre la cabeza. Las orejeras deben cubrir la totalidad de los oídos como se muestra en la figura.



Figura 2. Colocación de orejeras

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 25 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

I. Promoción de salud auditiva

1. **Objetivo:** Concientizar a la población de operarios de montacargas sobre el riesgo de exposición ocupacional a ruido.
2. **Alcance:** Operadores de montacargas de la dirección de almacenes.
3. **Indicador:** Cantidad de personas capacitadas. Horas de capacitación.
4. **Participantes:** Representante del departamento de Salud Ocupacional y operarios de montacargas.
5. **Proceso de ejecución**

Para la promoción de la salud auditiva se incluirán actividades dentro de la semana en donde se celebra el día de la Salud Ocupacional tales como: charlas sobre el mecanismo de función del sistema auditivo. La salud auditiva en actividades sociales fuera del trabajo. Causas y consecuencias de la pérdida de la audición. Efectos sistémicos y no sistémicos del ruido. Higiene de los oídos. También se realizarán revisiones otoscópicas a los operadores de montacargas.

Se debe realizar una señalización en el área de las bodegas con rotulación sobre el uso de equipo de protección auditiva.



Figura 3. Señalización equipo protección auditiva

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 26 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

J. Evaluación y mejora del programa

1. **Objetivo:** Evaluar el programa de conservación auditiva para la determinación del éxito en su periodo de implementación.
2. **Alcance:** Todas las medidas incorporadas en el programa de conservación auditiva.
3. **Indicador:** Porcentaje de cumplimiento del programa.
4. **Participantes:** Representante del departamento de Salud Ocupacional y supervisores de bodega.
5. **Instrumentos:** Ciclo de Deming y FODA estratégico.
6. **Proceso de ejecución:** La evaluación del plan se va a llevar a cabo para verificar las medidas establecidas y las acciones que se llevaron a cabo, y con base en ello de ser necesario, se establecerán medidas de actuación utilizando la planificación de estrategias basadas en éxito, supervivencia, adaptación y defensivas.

6.1 Ciclo de Deming (ver figura 4)

Planificar: se establecen las actividades necesarias para alcanzar los resultados esperados del programa,

Hacer: se organizan, se dirigen y se asignan recursos para realizar el plan propuesto.

Revisar: se verifica que las acciones implementadas vayan alineadas a las metas propuestas.

Actuar: Se corrigen las desviaciones del programa y vuelve a empezar el ciclo.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 27 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Ciclo de Deming - PDCA

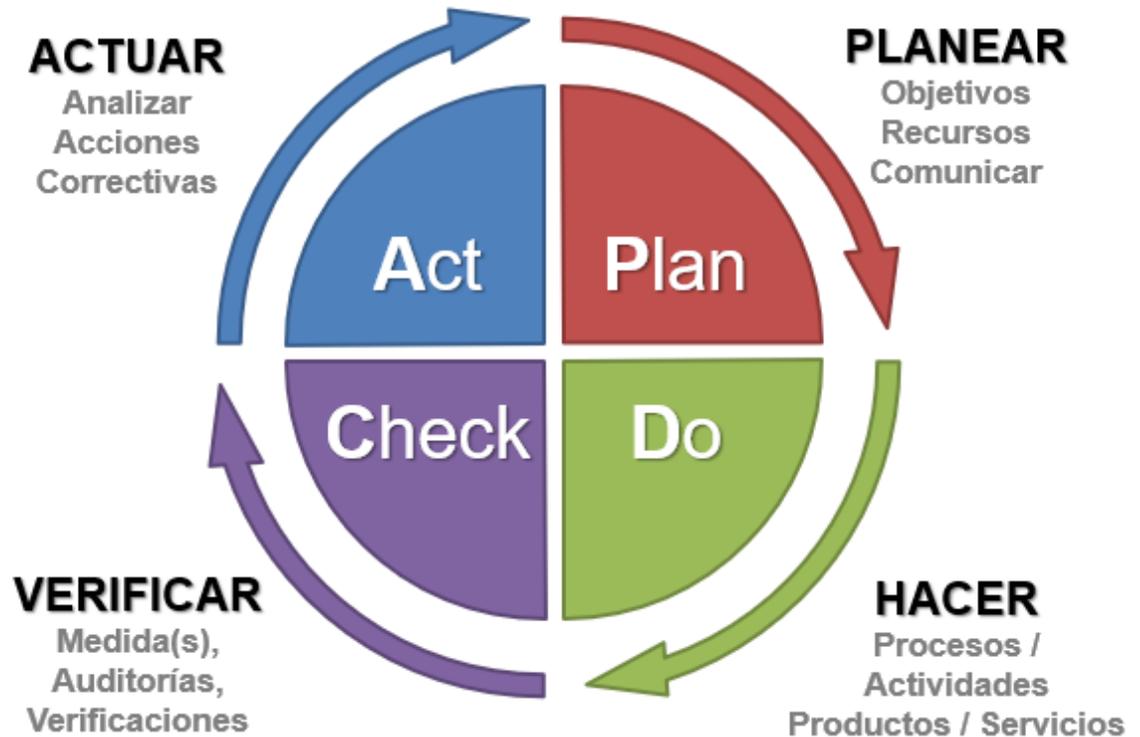


Figura 4. Ciclo de Deming-PDCA

6.2 FODA estratégico (ver figura 5)

Estrategias de éxito: se utilizan las fortalezas para aprovechar las oportunidades.

Estrategias de adaptación: se utilizan para disminuir las debilidades aprovechando las oportunidades.

Estrategias de supervivencia: se utilizan para afrontar las amenazas a pesar de las debilidades.

Estrategias defensivas: Se utilizan las fortalezas para hacer frente a las amenazas.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 28 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

MATRIZ ANÁLISIS FODA ESTRATÉGICO		FACTORES INTERNOS			
		FORTALEZAS		DEBILIDADES	
		F1		D1	
		F2		D2	
		F3		D3	
		F4		D4	
FACTORES EXTERNOS	OPORTUNIDADES	FO (Maxi-Maxi)		DO (Mini-Max)	
	O1	FO1		DO1	
	O2	FO2		DO2	
	O3	FO3		DO3	
	O4	FO4		DO4	
	AMENAZAS	FA (Maxi-Min)		DA (Mini-Mini)	
	A1	FA1		DA1	
	A2	FA2		DA2	
	A3	FA3		DA3	
	A4	FA4		DA4	

Figura 5. Matriz FODA estratégico

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 29 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

K. Periodicidades operativas del programa

Específicamente en la normativa INTE 30-09-09:2016 no se especifica la periodicidad que debe tener cada una de las actividades a desarrollar del programa de conservación auditiva. Por esa razón la frecuencia se definió mediante los criterios técnicos del departamento de Salud Ocupacional y el medico de empresa. En el siguiente cuadro se detalla las frecuencias.

Cuadro 8. Frecuencia de realización de los aspectos del programa

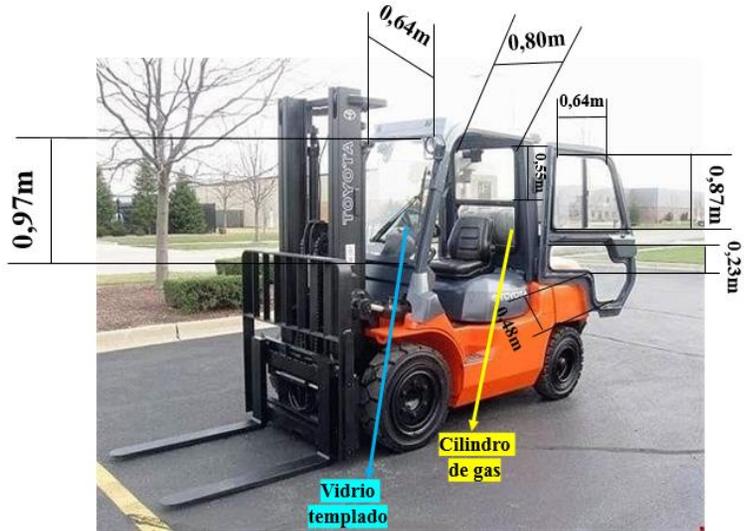
Aspecto	Periodicidad
Mapa de ruido	Anual
Evaluación fuentes móviles	Semestral
Evaluación ruido de impacto	Semestral
Evaluación exposición ocupacional	Anual
Promoción de la salud	Anual
Evaluación del programa de conservación auditiva.	Anual

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 30 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

L. Medidas para el control de la exposición ocupacional a ruido

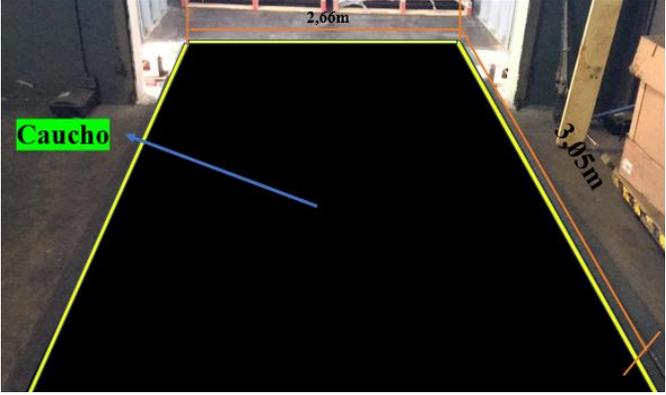
Para la disminución de la exposición ocupacional a ruido se establecen 4 alternativas de solución previamente analizadas (ver apartado A de las alternativas de solución). Las alternativas están orientadas al trabajador, a la fuente o al medio. En el siguiente cuadro se resumen las alternativas planteadas.

Cuadro 9. Alternativas de solución seleccionadas

Solución	Problema eventualmente resuelto	Alternativa
<p>Diseño de cabina en el montacargas utilizando vidrio templado con espesor de 6mm para el parabrisas delantero y trasero, así como las puertas. El techo descubierto (condición actual).</p>	<p>Existe una exposición ocupacional a ruido equivalente para una jornada de 8 horas igual 86,71 dB(A) en los operadores de montacargas de la bodega 2 y 84,89 dB(A) en los operadores de montacargas de la bodega 4.</p>	
<p>Implementación de Equipo de protección auditiva. Tapones Auditivos de espuma Sparkplugs con Nivel de Reducción de Ruido = 33dB.</p>		

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 32 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Cuadro 10. Alternativas de solución seleccionadas

Solución	Problema eventualmente resuelto	Alternativa
<p>Superficie de caucho amortiguadora para la rampa niveladora de 300mm de espesor y área de 8,11m².</p>	<p>Ruido de impacto provocado durante el proceso de carga y descarga de mercancía cuando el montacargas pasa sobre la rampa niveladora, se producen valores picos de ese tipo de ruido de hasta 94, 5 dB(A).</p>	
<p>Sustitución de montacargas convencionales por montacargas eléctricos Toyota 8FBN20.</p>	<p>Ruido emitido por el montacargas que alcanza los 84, 8 dB(A).</p>	

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 33 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

M. Conclusiones del programa

- Mediante la implementación del Programa de Conservación Auditiva para operadores de montacargas se permite abordar la exposición ocupacional a ruido y la salud auditiva desde distintos aspectos influyendo positivamente en el trabajador y la operación.
- El diseño de una cabina en el montacargas como alternativa de control de ingeniería permite que se reduzca la exposición ocupacional a ruido diario a 75 dB(A) cumpliendo así con la normativa de NIOSH, el Reglamento para el Control de Ruido y Vibraciones, y las directrices internas de DHL Global Forwarding.
- Los procedimientos que se detallan en el Programa representan una serie de herramientas que tiene la organización para estar en constante vigilancia del riesgo por exposición a ruido y someter los planes acción a procesos de mejora continua.
- El éxito del programa depende del compromiso de sus partes interesadas en el cumplimiento de las actividades descritas.
- Este Programa se limita a los operadores de equipos montacargas de la dirección de almacenes, sin embargo, puede servir de base para incluir otros perfiles de ocupación dentro del almacén que se exponen a otras fuentes de ruido.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 34 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

N. Recomendaciones del programa

- Realizar evaluaciones para la determinación del impacto del Programa en la exposición ocupacional a ruido y en la salud de los operadores de montacargas.
- Acompañar la alternativa de solución de la cabina con un proceso de limpieza del área vidriada e inspección de golpes provocados de la operación, los cuales pueden llegar a comprometer la característica de atenuación de ruido de los materiales.
- Cumplir con los procedimientos que se detallan en el Programa según su periodicidad con el fin de favorecer el proceso de mejora continua de los planes de acciones que se han llevado a cabo.
- Velar por que cada uno de los interesados del programa realice sus funciones correspondientes para garantizar su operatividad y éxito.
- Realizar evaluaciones de exposición ocupacional a ruido en otros perfiles de trabajo dentro de la dirección de almacenes para su integración dentro del Programa.

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 35 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

O. Apéndices del programa

Apéndice 1. Bitácora de muestreo para mapa de ruido

Recorridos	Cuadrantes			
	1	2	3	n
Recorrido 1				
Hora				
Recorrido 2				
Hora				
Recorrido 3				
Hora				
Recorrido 4				
Hora				
Recorrido 5				
Hora				
Recorrido 6				
Hora				
Recorrido 7				
Hora				
Recorrido 8				
Hora				
Recorrido 9				
Hora				
Recorrido n				

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 36 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Apéndice 2. Bitácora de muestreo para evaluación fuentes móviles

Fuente de ruido (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000
Ruido Emitido por el Montacargas estacionado acelerado a $\frac{3}{4}$ (dB)					
Ruido emitido por la bocina de seguridad del montacargas (dB)					

Apéndice 3. Bitácora de muestreo para monitoreo ruido de impacto

Fuente de ruido (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000
Ruido rampa niveladora cuando se realiza el proceso de carga y descarga (dB)					

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 37 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Apéndice 4. Bitácora de muestreo para monitoreo evaluación para la exposición ocupacional a ruido

Bodega evaluada	Trabajador	Tiempo de medición	% de dosis	Observaciones
1				
n				

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 38 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Apéndice 5. Entrevista al supervisor de bodega

Entrevista estructurada para el supervisor de bodega

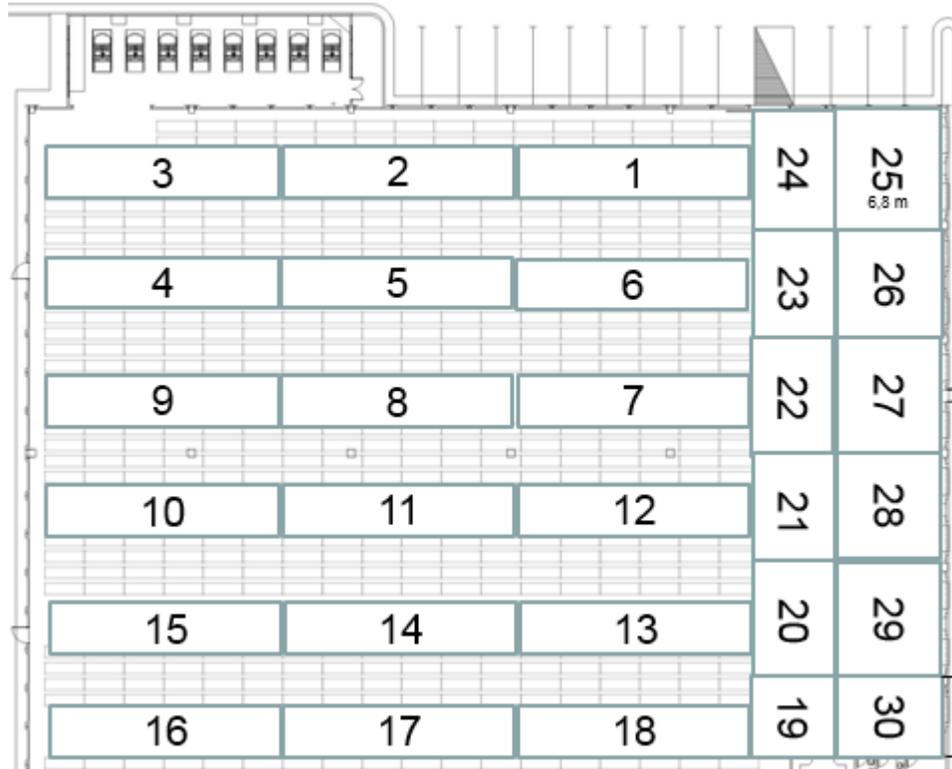
Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la entrevista: _____

Bodega(s) en estudio: _____

1. ¿Cuál es el día y hora de la semana en donde hay una mayor demanda para la carga y descarga de mercancías con montacargas?
2. ¿Cuántos turnos de trabajo hay?
3. ¿Cuál es la edad de los operarios de montacargas?
4. ¿Cuántos periodos de descanso hay y cuál es su duración?
5. ¿Cuál es el tipo de remuneración que tienen los trabajadores?
6. ¿Cuántas quejas por ruido se reportan por mes?
7. ¿Cuáles factores determinan el plan de trabajo de los operarios de montacargas?
8. ¿Cuáles son las tareas que se realizan en la bodega por parte de los operarios de montacargas y cuáles son sus tiempos de duración?
9. ¿Las tareas se realizan todos los días de la jornada semanal?
10. ¿Todos los operarios de montacargas realizan las mismas tareas?

Apéndice 6. Ejemplo de distribución en S para el mapa de ruido



Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 40 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

P. Anexos del programa

Anexo1. Tapones auditivos de espuma Sparkplugs

INFORMACIÓN DE ATENUACIÓN SPARKPLUGS

Probado de acuerdo con ANSI S3.19-1974 por Michael & Assoc., Inc. State College, PA.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	
Datos de Atenuación (dB)	42.3	43.7	46.6	40.9	38.6	44.7	46.9	49.3	48.3	NRR 33
Desviación Estándar (dB)	5.0	6.0	5.8	4.2	2.8	3.2	3.3	4.2	3.6	

Anexo 2. Tapones amarillos Alta Visibilidad

Atenuación Banda de Octava (dB)								
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	NRR
Media (dB)	33.3	30.3	34.1	34.3	37.1	38.7	45.5	27
Desviación Estándar (dB)	4.8	4.2	4.3	3.6	2.9	3.5	3.5	

Programa de Conservación Auditiva		
Referencia ID: 26 (CR-SSO)		
Versión: 001	Efectivo desde: XX-XX-2021	Página 41 de 41
Región: Américas	País / Estación: Costa Rica / La Aurora	

Anexo 3. Orejeras Euro Max Protection MAX 300

Atenuación de ruido NRR: 26 dB

Clase: A

Valores de atenuación, de acuerdo con la norma ANSI S3.19-1974.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	Valor NRR
Valor medio (dB)	19,1	25,0	30,4	33,5	35,1	35,5	35,6	39,5	39,4	26
Desviación Estándar (dB)	2,9	2,3	2,5	2,5	2,7	3,2	3,0	2,3	3,6	
Protección Real del oído (dB)	13,3	20,4	25,4	28,5	29,7	29,1	29,6	34,9	32,2	

VI. Bibliografía

- Anaya, Y., Flores, Y., Ortegón, C (2016). Programa para la prevención de pérdidas auditivas en los trabajadores del cda diagnostica ltda, sede calle 80. [Corporación universitaria minuto de dios]. Repositorio un minuto. <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/8304/PROYECTO%20DE%20GRADO-PREVENCIÓN%20PERDIDAS%20AUDITIVAS.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Arias, E & Robles, A. (2015). Metodologías de Evaluación: Exposición Ocupacional a Ruido y casos de análisis en agentes ambientales físicos. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12011/Metodolog%c3%ada%20WEB.pdf?sequence=1>
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2009). 1.UNE- En ISO 9612: Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.
- Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. https://www.researchgate.net/publication/282914265_Elaboracion_de_mapa_de_ruido_de_la_ciudad_de_Valdivia_mediante_software_de_modelacion_utilizando_metodos_de_simplificacion
- Brosed, M. (2016). Control de la exposición a niveles de presión sonora en el Área de Corte y Estirado de la empresa Creganna Medical, Costa Rica [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6883/control_exposicion_niveles_presion_sonora.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Consejo de Salud Ocupacional. (2018). Estadísticas de Salud Ocupacional 2018. https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202018.pdf

- Centers for Disease Control and Prevention. (2018). Noise and hearing loss prevention. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/default.html#:~:text=NIOSH%20Recommendations%3A,this%20level%20are%20considered%20hazardous.>
- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. (s.f.). Naturaleza y efectos del ruido. <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+47.+Ruido>
- Escobar, J. (2017). Análisis de la contaminación por ruido generada por aeropuertos y su efecto en la salud. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16428/EscobarGuarnizoJuliethKatherine2017.pdf;jsessionid=D1A86B9029C60005412D58FFBF1D6974?sequence=1>
- Gardey, A & Pérez J. (2016). Definición Ruido Laboral. <https://definicion.de/ruido-laboral/>
- González, O. (2016). Programa conservación auditiva, hipoacusia inducida por ruido. <http://articulos.sld.cu/otorrino/?tag=programa-conservacion-auditiva#10>
- Granados, R. (2018). Programa de control de exposición a vibraciones en cuerpo-entero, a ruido y ergonómico en los operarios del quebrador Ochomogo ltda. [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10366/proyecto_graduaci%c3%b3n_reina_granados_castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Holch, C. (2012). Acondicionamiento de una sala para audiometrías en campo libre en la Escuela Diferencial Walter Schmidt R. de la ciudad de Valdivia [Tesis presentada para optar al Grado de Licenciado en Acústica y al Título Profesional de Ingeniero Civil Acústico, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bmfcih725a/doc/bmfcih725a.pdf>
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2017). Guía técnica para la evaluación auditiva de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos ocupacionalmente a ruido.

<https://multimedia.3m.com/mws/media/1571671O/guia-tecnica-evaluacion-auditiva-vigilancia-salud-trabajadores-expuestos-ocupacionalmente-a-ruido.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). Carga de fuego ponderada: parámetros de cálculo. <https://www.insst.es/documents/94886/327740/ntp-766.pdf/efc7707a-87f1-4bbd-a2d0-0edfd6fa8a64>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2008). GUÍA PARA EL Cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_270.pdf/9c674732-ce77-481f-8c38-ffc03579bb75

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f). Ruido: evaluación y acondicionamiento ergonómico. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Ruido+Evaluaci%C3%B3n+y+acondicionamiento+ergon%C3%B3mico.pdf/8090501b-24a1-4cc1-8409-6ccc324005ab?t=1527155979542>

Instituto Profesional de Estudios e Investigación. (2017). Ruido, programa de conservación de la audición. <https://www.cepetel.org.ar/wp-content/uploads/2017/08/Hig-y-Seg-Ruido.pdf>

La Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición. (2019). Serie informativa de audiología. <https://www.asha.org/siteassets/uploadedFiles/AIS-El-Ruido.pdf>

Litoclean, (2019). El rol del Bow Tie en la Gestión de la Seguridad. http://www.tema.com.pe/media/pdf-talleres-seguridad/1.-tema_juan-chaw-rev-0.pdf

- Logística y Comercio exterior. (2020). Importancia del almacenaje y distribución en logística <https://www.logycom.mx/blog/importancia-almacenaje-distribucion-logistica>
- Loría, L. (2019) Programa de Control de Riesgos Asociados a Accidentes Laborales para el Proceso de Transporte y Almacenamiento de Mercancías Ordinarias de la Empresa Almacén Fiscal del Pacífico S.A. [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11510/TFG %20Leonardo Lo r%c3%ada Guti%c3%a9rrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11510/TFG_%20Leonardo_Lo_r%c3%ada_Guti%c3%a9rrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mena, J. (2013). Diseño del aislamiento y acondicionamiento acústico de un local en planta baja para actuaciones de grupos rock situado en la población de Oliva (Valencia). [Tesis de máster, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33579/memoria.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Salud Pública de Costa Rica, (1979). Reglamento para el Control de ruido y Vibraciones. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional, Gaceta https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20Control%20Ruidos%20Vibraciones.pdf
- Organización Internacional del trabajo. (s.f.). Ruido. <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/noise/lang--es/index.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). Sordera y pérdida de la audición. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Ortega, U. (2012). Análisis Coste-Beneficio. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5583839.pdf>
- Ruíz M & Parra P. (2018). El ruido. Madrid, España: CSIC. <https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.itcr.ac.cr/a/56625/el-ruido>

- Ruiz, M. (2018). Montacargas, transporte indispensable del mundo industrial. <https://revistadelogistica.com/almacenamiento/montacargas-transporte-indispensable-del-mundo-industrial/>
- Sánchez, B. (2015). Programa de Conservación Auditiva para el Proceso de Laminación de la Planta Arcelor Mittal Guápiles. [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6638/Programa_conservacion_auditiva_proceso_laminacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salazar, J (2018). Estudio exploratorio de las condiciones de ruido en el departamento de envasado de Industrial de Oleaginosas Americanas S.A. (INOLASA). [Proyecto de Graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica-Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10469/estudio_exploratorio_condiciones_ruido_departamento_envasado_industrial_oleaginosas_americanas_sa.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Igualmente%2C%20el%20Instituto%20Nacional%20de,el%20criterio%20de%20base%203.
- Secretaria del Trabajo y Prevención Social. (2008). Elaboración de Programas de Capacitación. <https://bibliotecaiztapalapauin.files.wordpress.com/2018/07/capacitacion3b3n.pdf>
- Silva, A. (2020). Programa de Salud Ocupacional DHL. Costa Rica.
- Universidad Nacional del Noroeste. (sf). Introducción a la informática. <http://ing.unne.edu.ar/pub/informatica/apexcel.pdf>
- Vargas, M. (2014). Propuesta de un programa de conservación auditiva para los colaboradores del área de Machine Shop de la Empresa Vitec Videocom. [Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3924/propuesta-programa-conservaci%C3%B3n-auditiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VII. Apéndices

Apéndice 1. Bitácora de muestreo mapa de ruido

Bodega 2 día 1 Cuadrantes

Recorridos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 1	63,2	61,7	60,4	61,4	62,3	64,7	65,7	63,8	61,7	62,8	64,6	67,8	68,8	66,7	65,2
Hora	8:00:00	8:00:50	8:01:40	8:02:30	8:03:20	8:04:10	8:05:00	8:05:50	8:06:40	8:07:30	8:08:20	8:09:10	8:10:00	8:10:50	8:11:40
Recorrido 2	64,2	63,4	62,4	62,8	63,7	64,8	67,9	64,7	62,5	62,4	63,7	66,8	68,9	67,2	64,8
Hora	8:30:00	8:30:50	8:31:40	8:32:30	8:33:20	8:34:10	8:35:00	8:35:50	8:36:40	8:37:30	8:38:20	8:39:10	8:40:00	8:40:50	8:41:40
Recorrido 3	65,4	64,5	63,7	63,4	62,6	64,9	68,4	63,2	61,7	62,8	64,8	67,9	67,8	66,4	65,9
Hora	9:00:00	9:00:50	9:01:40	9:02:30	9:03:20	9:04:10	9:05:00	9:05:50	9:06:40	9:07:30	9:08:20	9:09:10	9:10:00	9:10:50	9:11:40
Recorrido 4	64,2	65,5	64,4	64,7	62,5	65,7	67,9	65,6	63,7	63,2	65,6	70,1	69,2	68,2	66,8
Hora	9:30:00	9:30:50	9:31:40	9:32:30	9:33:20	9:34:10	9:35:00	9:35:50	9:36:40	9:37:30	9:38:20	9:39:10	9:40:00	9:40:50	9:41:40
Recorrido 5	67,8	62,4	64,9	62,2	63,4	66,2	65,7	64,8	62,8	64,5	64,7	68,9	70,3	66,5	65,7
Hora	10:00:00	10:00:50	10:01:40	10:02:30	10:03:20	10:04:10	10:05:00	10:05:50	10:06:40	10:07:30	10:08:20	10:09:10	10:10:00	10:10:50	10:11:40
Recorrido 6	65,5	63,7	62,1	61,7	61,7	66,3	68,9	64,9	61,7	62,7	63,8	69,8	71,4	66,8	65,1
Hora	10:30:00	10:30:50	10:31:40	10:32:30	10:33:20	10:34:10	10:35:00	10:35:50	10:36:40	10:37:30	10:38:20	10:39:10	10:40:00	10:40:50	10:41:40
Recorrido 7	66,4	65,2	63,3	63,5	63,8	66,8	68,2	63,7	61,2	62,9	61,8	67,5	70,4	67,9	66,2
Hora	11:00:00	11:00:50	11:01:40	11:02:30	11:03:20	11:04:10	11:05:00	11:05:50	11:06:40	11:07:30	11:08:20	11:09:10	11:10:00	11:10:50	11:11:40
Recorrido 8	66,3	65,8	63,8	62,8	64,9	65,4	68,7	65,8	60,8	61,5	63,9	67,2	68,2	68,9	65,7
Hora	11:30:00	11:30:50	11:31:40	11:32:30	11:33:20	11:34:10	11:35:00	11:35:50	11:36:40	11:37:30	11:38:20	11:39:10	11:40:00	11:40:50	11:41:40
Recorrido 9	67,9	65,4	63,9	63,9	63,7	66,7	67,6	66,9	62,7	62,8	64,8	68,9	69,7	67,5	65,9
Hora	13:00:00	13:00:50	13:01:40	13:02:30	13:03:20	13:04:10	13:05:00	13:05:50	13:06:40	13:07:30	13:08:20	13:09:10	13:10:00	13:10:50	13:11:40
Recorrido 10	66,8	67,7	64,2	64,1	63,2	65,5	66,8	65,4	62,9	61,7	64,1	69,8	68,6	66,8	65,7
Hora	13:30:00	13:30:50	13:31:40	13:32:30	13:33:20	13:34:10	13:35:00	13:35:50	13:36:40	13:37:30	13:38:20	13:39:10	13:40:00	13:40:50	13:41:40

Recorrido 11	66,7	68,2	62,7	63,2	65,6	65,3	68,9	67,8	63,7	63,5	63,8	70,6	69,4	65,6	65,2
Hora	14:00:00	14:00:50	14:01:40	14:02:30	14:03:20	14:04:10	14:05:00	14:05:50	14:06:40	14:07:30	14:08:20	14:09:10	14:10:00	14:10:50	14:11:40
Recorrido 12	68,9	69,2	61,5	62,9	63,4	66,7	68,2	69,4	63,9	62,9	63,7	71,4	70,8	64,8	66,1
Hora	14:30:00	14:30:50	14:31:40	14:32:30	14:33:20	14:34:10	14:35:00	14:35:50	14:36:40	14:37:30	14:38:20	14:39:10	14:40:00	14:40:50	14:41:40
Recorrido 13	67,1	68,6	62,7	63,7	65,8	66,3	69,8	68,4	64,2	62,7	64,2	69,7	72,4	65,9	65,8
Hora	15:00:00	15:00:50	15:01:40	15:02:30	15:03:20	15:04:10	15:05:00	15:05:50	15:06:40	15:07:30	15:08:20	15:09:10	15:10:00	15:10:50	15:11:40
Recorrido 14	65,5	65,2	63,7	63,5	66,9	67,8	67,5	68,9	63,1	64,5	63,6	68,2	70,6	65,2	64,7
Hora	15:30:00	15:30:50	15:31:40	15:32:30	15:33:20	15:34:10	15:35:00	15:35:50	15:36:40	15:37:30	15:38:20	15:39:10	15:40:00	15:40:50	15:41:40
Recorrido 15	67,2	66,8	63,8	64,7	64,5	66,7	68,1	67,2	62,8	63,9	65,2	69,8	68,2	64,1	63,8
Hora	16:00:00	16:00:50	16:01:40	16:02:30	16:03:20	16:04:10	16:05:00	16:05:50	16:06:40	16:07:30	16:08:20	16:09:10	16:10:00	16:10:50	16:11:40
Recorrido 16	68,6	67,3	62,8	63,1	64,8	65,4	69,7	66,9	63,2	63,4	66,7	70,6	69,5	63,9	65,4
Hora	16:30:00	16:30:50	16:31:40	16:32:30	16:33:20	16:34:10	16:35:00	16:35:50	16:36:40	16:37:30	16:38:20	16:39:10	16:40:00	16:40:50	16:41:40

Recorridos	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Recorrido 1	64,2	64,5	66,4	67,6	65,7	63,2	62,8	64,8	66,7	70,5	72,4	73,4	72,6	75,7	72,6	82,6	83,4
Hora	8:12:30	8:13:20	8:14:10	8:15:00	8:15:50	8:16:40	8:17:30	8:18:20	8:19:10	8:20:00	8:20:50	8:21:40	8:22:30	8:23:20	8:24:10	8:25:00	8:25:50
Recorrido 2	63,1	65,7	67,9	69,2	65,2	63,8	62,2	65,7	68,9	71,2	74,5	74,6	74,6	78,6	73,5	83,4	85,6
Hora	8:42:30	8:43:20	8:44:10	8:45:00	8:45:50	8:46:40	8:47:30	8:48:20	8:49:10	8:50:00	8:50:50	8:51:40	8:52:30	8:53:20	8:54:10	8:55:00	8:55:50
Recorrido 3	63,2	66,8	68,2	70,2	66,7	64,8	62,7	65,2	67,2	70,6	73,8	75,8	74,8	79,2	73,7	84,7	84,9
Hora	9:12:30	9:13:20	9:14:10	9:15:00	9:15:50	9:16:40	9:17:30	9:18:20	9:19:10	9:20:00	9:20:50	9:21:40	9:22:30	9:23:20	9:24:10	9:25:00	9:25:50
Recorrido 4	64,8	65,2	69,4	71,4	64,8	63,5	64,9	66,8	68,5	70,8	72,9	76,3	76,9	80,6	75,6	84,8	85,1
Hora	9:42:30	9:43:20	9:44:10	9:45:00	9:45:50	9:46:40	9:47:30	9:48:20	9:49:10	9:50:00	9:50:50	9:51:40	9:52:30	9:53:20	9:54:10	9:55:00	9:55:50
Recorrido 5	63,5	65,7	69,2	69,8	67,1	63,1	63,8	64,3	69,6	72,4	73,6	76,8	77,2	81,4	75,8	86,8	85,3
Hora	10:12:30	10:13:20	10:14:10	10:15:00	10:15:50	10:16:40	10:17:30	10:18:20	10:19:10	10:20:00	10:20:50	10:21:40	10:22:30	10:23:20	10:24:10	10:25:00	10:25:50
Recorrido 6	64,8	66,2	71,5	68,9	67,2	64,2	62,6	65,7	70,1	73,1	73,9	77,2	78,9	80,2	76,2	87,6	86,4
Hora	10:42:30	10:43:20	10:44:10	10:45:00	10:45:50	10:46:40	10:47:30	10:48:20	10:49:10	10:50:00	10:50:50	10:51:40	10:52:30	10:53:20	10:54:10	10:55:00	10:55:50
Recorrido 7	66,1	64,2	72,6	70,6	66,3	64,8	61,6	65,1	70,6	73,4	74,1	79,3	79,4	79,2	78,4	87,9	87,9
Hora	11:12:30	11:13:20	11:14:10	11:15:00	11:15:50	11:16:40	11:17:30	11:18:20	11:19:10	11:20:00	11:20:50	11:21:40	11:22:30	11:23:20	11:24:10	11:25:00	11:25:50
Recorrido 8	65,9	64,8	71,8	71,6	65,8	64,9	61,7	66,2	69,2	72,6	75,8	78,5	77,6	79,4	78,2	86,7	86,7
Hora	11:42:30	11:43:20	11:44:10	11:45:00	11:45:50	11:46:40	11:47:30	11:48:20	11:49:10	11:50:00	11:50:50	11:51:40	11:52:30	11:53:20	11:54:10	11:55:00	11:55:50
Recorrido 9	65,2	65,2	69,6	69,5	66,2	63,2	62,9	64,2	70,6	73,8	75,4	76,2	78,2	81,6	77,2	87,6	85,3
Hora	13:12:30	13:13:20	13:14:10	13:15:00	13:15:50	13:16:40	13:17:30	13:18:20	13:19:10	13:20:00	13:20:50	13:21:40	13:22:30	13:23:20	13:24:10	13:25:00	13:25:50
Recorrido 10	64,3	64,1	69,2	71,6	64,2	63,8	62,1	65,8	71,8	73,1	74,6	78,6	79,3	80,7	79,3	84,9	84,9
Hora	13:42:30	13:43:20	13:44:10	13:45:00	13:45:50	13:46:40	13:47:30	13:48:20	13:49:10	13:50:00	13:50:50	13:51:40	13:52:30	13:53:20	13:54:10	13:55:00	13:55:50

Recorridos	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Recorrido 11	64,9	66,8	68,6	70,6	67,8	65,4	61,3	64,9	68,6	74,2	74,9	79,5	80,6	81,2	81,7	86,4	83,2
Hora	14:12:30	14:13:20	14:14:10	14:15:00	14:15:50	14:16:40	14:17:30	14:18:20	14:19:10	14:20:00	14:20:50	14:21:40	14:22:30	14:23:20	14:24:10	14:25:00	14:25:50
Recorrido 12	63,1	65,9	68,2	68,9	65,4	62,7	63,7	65,8	71,9	73,9	75,2	78,2	81,7	79,7	81,8	88,9	85,8
Hora	14:42:30	14:43:20	14:44:10	14:45:00	14:45:50	14:46:40	14:47:30	14:48:20	14:49:10	14:50:00	14:50:50	14:51:40	14:52:30	14:53:20	14:54:10	14:55:00	14:55:50
Recorrido 13	63,4	66,2	69,6	69,7	66,8	63,6	62,4	64,3	69,3	73,6	77,6	78,9	79,6	79,2	79,5	87,4	86,2
Hora	15:12:30	15:13:20	15:14:10	15:15:00	15:15:50	15:16:40	15:17:30	15:18:20	15:19:10	15:20:00	15:20:50	15:21:40	15:22:30	15:23:20	15:24:10	15:25:00	15:25:50
Recorrido 14	64,2	65,3	71,2	69,2	65,1	64,7	62,7	63,2	70,8	72,6	77,2	77,7	79,3	81,3	81,6	86,1	85,3
Hora	15:42:30	15:43:20	15:44:10	15:45:00	15:45:50	15:46:40	15:47:30	15:48:20	15:49:10	15:50:00	15:50:50	15:51:40	15:52:30	15:53:20	15:54:10	15:55:00	15:55:50
Recorrido 15	63,6	65,7	70,8	71,6	66,3	64,5	63,1	63,7	72,6	72,4	78,3	77,2	77,2	81,7	81,4	86,2	84,6
Hora	16:12:30	16:13:20	16:14:10	16:15:00	16:15:50	16:16:40	16:17:30	16:18:20	16:19:10	16:20:00	16:20:50	16:21:40	16:22:30	16:23:20	16:24:10	16:25:00	16:25:50
Recorrido 16	64,8	66,8	68,9	70,4	66,9	63,2	62,6	64,2	71,4	72,5	76,4	78,1	79,6	80,5	81,9	86,9	85,2
Hora	16:42:30	16:43:20	16:44:10	16:45:00	16:45:50	16:46:40	16:47:30	16:48:20	16:49:10	16:50:00	16:50:50	16:51:40	16:52:30	16:53:20	16:54:10	16:55:00	16:55:50

Recorridos Bodega 4 día 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 1	63,2	61,7	60,4	61,4	62,3	64,7	65,7	63,8	61,7	62,8	64,6	67,8	68,8	66,7	65,2
Hora	8:00:00	8:00:50	8:01:40	8:02:30	8:03:20	8:04:10	8:05:00	8:05:50	8:06:40	8:07:30	8:08:20	8:09:10	8:10:00	8:10:50	8:11:40
Recorrido 2	64,2	63,4	62,4	62,8	63,7	64,8	67,9	64,7	62,5	62,4	63,7	66,8	68,9	67,2	64,8
Hora	8:30:00	8:30:50	8:31:40	8:32:30	8:33:20	8:34:10	8:35:00	8:35:50	8:36:40	8:37:30	8:38:20	8:39:10	8:40:00	8:40:50	8:41:40
Recorrido 3	65,4	64,5	63,7	63,4	62,6	64,9	68,4	63,2	61,7	62,8	64,8	67,9	67,8	66,4	65,9
Hora	9:00:00	9:00:50	9:01:40	9:02:30	9:03:20	9:04:10	9:05:00	9:05:50	9:06:40	9:07:30	9:08:20	9:09:10	9:10:00	9:10:50	9:11:40
Recorrido 4	64,2	65,5	64,4	64,7	62,5	65,7	67,9	65,6	63,7	63,2	65,6	70,1	69,2	68,2	66,8
Hora	9:30:00	9:30:50	9:31:40	9:32:30	9:33:20	9:34:10	9:35:00	9:35:50	9:36:40	9:37:30	9:38:20	9:39:10	9:40:00	9:40:50	9:41:40
Recorrido 5	67,8	62,4	64,9	62,2	63,4	66,2	65,7	64,8	62,8	64,5	64,7	68,9	70,3	66,5	65,7
Hora	10:00:00	10:00:50	10:01:40	10:02:30	10:03:20	10:04:10	10:05:00	10:05:50	10:06:40	10:07:30	10:08:20	10:09:10	10:10:00	10:10:50	10:11:40
Recorrido 6	65,5	63,7	62,1	61,7	61,7	66,3	68,9	64,9	61,7	62,7	63,8	69,8	71,4	66,8	65,1
Hora	10:30:00	10:30:50	10:31:40	10:32:30	10:33:20	10:34:10	10:35:00	10:35:50	10:36:40	10:37:30	10:38:20	10:39:10	10:40:00	10:40:50	10:41:40
Recorrido 7	66,4	65,2	63,3	63,5	63,8	66,8	68,2	63,7	61,2	62,9	61,8	67,5	70,4	67,9	66,2
Hora	11:00:00	11:00:50	11:01:40	11:02:30	11:03:20	11:04:10	11:05:00	11:05:50	11:06:40	11:07:30	11:08:20	11:09:10	11:10:00	11:10:50	11:11:40
Recorrido 8	66,3	65,8	63,8	62,8	64,9	65,4	68,7	65,8	60,8	61,5	63,9	67,2	68,2	68,9	65,7
Hora	11:30:00	11:30:50	11:31:40	11:32:30	11:33:20	11:34:10	11:35:00	11:35:50	11:36:40	11:37:30	11:38:20	11:39:10	11:40:00	11:40:50	11:41:40

Recorridos Bodega 4 día															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Recorrido 1	55	53,5	48,9	46	58	64	63	53,6	48	54,9	60,7	64,3	65,2	58,06	54,8
Hora	08:00	08:01	08:02	08:03	08:04	08:05	08:06	08:07	08:08	08:09	08:10	08:11	08:12	08:13	08:14
Recorrido 2	57,03	54,11	54,11	48,02	57,6	67,8	85,11	56,33	47,03	53,8	61,54	62,8	67,61	55,89	56,14
Hora	08:30	08:31	08:32	08:33	08:34	08:35	08:36	08:37	08:38	08:39	08:40	08:41	08:42	08:43	08:44
Recorrido 3	56,8	55,6	53,9	52,8	58,3	66,3	64,5	58,6	49,3	52,4	62,7	61,8	64,3	57,1	57,9
Hora	09:00	09:01	09:02	09:03	09:04	09:05	09:06	09:07	09:08	09:09	09:10	09:11	09:12	09:13	09:14
Recorrido 4	56,2	54,1	54,7	53,6	57,4	64,7	65,8	59,3	51,6	53,8	63,2	63,9	62,5	58,6	56,2
Hora	09:30	09:31	09:32	09:33	09:34	09:35	09:36	09:37	09:38	09:39	09:40	09:41	09:42	09:43	09:44
Recorrido 5	57,6	55,7	56,8	57,6	55,2	61,8	67,5	62,5	55,8	57,2	65,8	62,4	63,7	58,7	57,6
Hora	10:00	10:01	10:02	10:03	10:04	10:05	10:06	10:07	10:08	10:09	10:10	10:11	10:12	10:13	10:14
Recorrido 6	54,2	53,6	57,2	59,3	56,7	62,8	66,8	64,3	57,8	55,6	66,7	65,2	62,3	57,4	60,7
Hora	10:30	10:31	10:32	10:33	10:34	10:35	10:36	10:37	10:38	10:39	10:40	10:41	10:42	10:43	10:44
Recorrido 7	57,8	55,7	58,8	57,4	57,9	65,8	68,9	65,3	59,6	56,3	64	66	63,1	59,4	62,8
Hora	11:00	11:01	11:02	11:03	11:04	11:05	11:06	11:07	11:08	11:09	11:10	11:11	11:12	11:13	11:14
Recorrido 8	56,2	55,8	57,6	56,2	59,4	62,7	70,5	64,2	61,7	55,3	62,7	68,4	64,2	62,7	65,9
Hora	11:30	11:31	11:32	11:33	11:34	11:35	11:36	11:37	11:38	11:39	11:40	11:41	11:42	11:43	11:44

Recorridos Bodega 4 día															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Recorrido 9	58,6	56,8	55,7	55,9	60,2	65,7	72,5	66,7	64,5	57,8	64,8	71,8	62,4	65,7	63,7
Hora	13:00	13:01	13:02	13:03	13:04	13:05	13:06	13:07	13:08	13:09	13:10	13:11	13:12	13:13	13:14
Recorrido 10	59,1	55,3	54,1	55,3	61,3	66,8	73,1	67,8	62,7	59,7	65,2	74,9	64,2	62,7	61,7
Hora	13:30	13:31	13:32	13:33	13:34	13:35	13:36	13:37	13:38	13:39	13:40	13:41	13:42	13:43	13:44
Recorrido 11	61,2	56,7	53,2	51,7	62,8	67,8	71,6	68,9	63,7	56,5	66,2	73,8	68,7	65,7	62,2
Hora	14:00	14:01	14:02	14:03	14:04	14:05	14:06	14:07	14:08	14:09	14:10	14:11	14:12	14:13	14:14
Recorrido 12	60,4	57,8	55,4	53,5	63,5	70,2	72,3	67,9	63,2	58,9	68,6	75,9	72,3	68,6	66,2
Hora	14:30	14:31	14:32	14:33	14:34	14:35	14:36	14:37	14:38	14:39	14:40	14:41	14:42	14:43	14:44
Recorrido 13	61,2	59,2	56,7	52,2	64,6	72,8	73,7	69,3	62,5	60,1	67,9	74,6	75,6	69,3	64,8
Hora	15:00	15:01	15:02	15:03	15:04	15:05	15:06	15:07	15:08	15:09	15:10	15:11	15:12	15:13	15:14
Recorrido 14	62,7	61,3	57,7	50,2	65,1	74,6	75,4	70,6	63,2	62,8	68,8	76,4	73,6	68,2	66,2
Hora	15:30	15:31	15:32	15:33	15:34	15:35	15:36	15:37	15:38	15:39	15:40	15:41	15:42	15:43	15:44
Recorrido 15	62,2	62,4	59,3	51,4	66,7	76,2	74,8	71,8	64,8	63,7	69,8	74,2	74,2	69,5	64,2
Hora	16:00	16:01	16:02	16:03	16:04	16:05	16:06	16:07	16:08	16:09	16:10	16:11	16:12	16:13	16:14
Recorrido 16	61,2	62,4	60,1	53,8	68,8	78,2	75,9	72,2	68,7	66,7	72,9	73,5	75,2	71,2	62,5
Hora	16:30	16:31	16:32	16:33	16:34	16:35	16:36	16:37	16:38	16:39	16:40	16:41	16:42	16:43	16:44

Recorridos Bodega 4 día 1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recorrido 1	57,4	63,4	65,5	73,4	75,6	74,8	72,1	72	70,6	82,6	82,3	82,6	83,7	78,4	74,8
Hora	08:15	08:16	08:17	08:18	08:19	08:20	08:21	08:22	08:23	08:24	08:25	08:26	08:27	08:28	08:29
Recorrido 2	57,25	65,72	68,45	76,58	74,62	73,8	73,5	71,68	72,1	83,01	83,56	80,91	84,1	78,68	75,47
Hora	08:45	08:46	08:47	08:48	08:49	08:50	08:51	08:52	08:53	08:54	08:55	08:56	08:57	08:58	08:59
Recorrido 3	54,1	63,7	66,2	76,7	73,3	74,1	73,75	72,7	71,2	84,9	82,6	83,3	82,4	79,1	77,2
Hora	09:15	09:16	09:17	09:18	09:19	09:20	09:21	09:22	09:23	09:24	09:25	09:26	09:27	09:28	09:29
Recorrido 4	52,8	61,8	65,8	75,4	71,7	73,5	74,7	76,7	70,5	82,6	83,5	82,4	81,8	78,8	75,2
Hora	09:45	09:46	09:47	09:48	09:49	09:50	09:51	09:52	09:53	09:54	09:55	09:56	09:57	09:58	09:59
Recorrido 5	54,7	62,7	62,8	77,5	71,3	75,7	72,6	77,2	68,2	81,6	82,4	85,4	80,1	76,7	76,8
Hora	10:15	10:16	10:17	10:18	10:19	10:20	10:21	10:22	10:23	10:24	10:25	10:26	10:27	10:28	10:29
Recorrido 6	57,6	64,8	61,3	78,8	73	77,5	73,7	76,2	70,5	80,6	84,9	86,8	83,7	70,8	77,7
Hora	10:45	10:46	10:47	10:48	10:49	10:50	10:51	10:52	10:53	10:54	10:55	10:56	10:57	10:58	10:59
Recorrido 7	59,6	64,7	63,4	75,2	75,7	76,7	72,8	74,1	68,3	81,5	82,6	77,2	84,5	77,8	78,2
Hora	11:15	11:16	11:17	11:18	11:19	11:20	11:21	11:22	11:23	11:24	11:25	11:26	11:27	11:28	11:29
Recorrido 8	61,7	63,2	61,7	74,5	77,8	76,7	75,4	77,3	65,9	82,5	82,7	85,6	82,7	76,5	77,7

Recorridos Bodega 4 día 1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recorrido 9	62,7	66,4	63,8	75,7	76,9	75,9	74,2	74,1	66,7	81,8	85,4	85,1	85,1	76,4	74,1
Hora	13:15	13:16	13:17	13:18	13:19	13:20	13:21	13:22	13:23	13:24	13:25	13:26	13:27	13:28	13:29
Recorrido 10	60,3	65,7	64,8	75,5	76,7	73,2	76,7	72,5	68,6	80,5	84,6	82,7	84,3	75,9	76,8
Hora	13:45	13:46	13:47	13:48	13:49	13:50	13:51	13:52	13:53	13:54	13:55	13:56	13:57	13:58	13:59
Recorrido 11	61,7	63,8	66,7	77,1	75,7	74,9	73,1	73,3	70,2	82,9	85,8	83,8	82,2	76,8	75,3
Hora	14:15	14:16	14:17	14:18	14:19	14:20	14:21	14:22	14:23	14:24	14:25	14:26	14:27	14:28	14:29
Recorrido 12	62,4	67,6	67,2	76,4	77,8	72,9	72,6	74,5	68,7	81,8	83,6	82,9	83,8	79,5	74,7
Hora	14:45	14:46	14:47	14:48	14:49	14:50	14:51	14:52	14:53	14:54	14:55	14:56	14:57	14:58	14:59
Recorrido 13	63,7	68,9	69,7	78,2	75,7	73,2	71,8	74,3	70,5	82,2	84,5	83,8	81,8	77,6	74,5
Hora	15:15	15:16	15:17	15:18	15:19	15:20	15:21	15:22	15:23	15:24	15:25	15:26	15:27	15:28	15:29
Recorrido 14	65,4	67,4	70,9	76,3	72,4	73,7	73,4	73,2	72,7	81,9	83,8	83,2	84,8	77,6	76,7
Hora	15:45	15:46	15:47	15:48	15:49	15:50	15:51	15:52	15:53	15:54	15:55	15:56	15:57	15:58	15:59
Recorrido 15	66,1	68,9	69,2	72,4	75,8	72,7	71,6	75,8	72,2	83,7	81,9	82,7	84,4	74,8	78,7
Hora	16:15	16:16	16:17	16:18	16:19	16:20	16:21	16:22	16:23	16:24	16:25	16:26	16:27	16:28	16:29
Recorrido 16	64,8	67,6	72,5	73,8	74,2	71,9	73,5	77,8	74,2	82,3	81,5	81,7	82,1	76,4	77,2
Hora	16:45	16:46	16:47	16:48	16:49	16:50	16:51	16:52	16:53	16:54	16:55	16:56	16:57	16:58	16:59

Recorridos bodega 2 dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 1	64,2	62,7	60,4	60,3	63,8	64,7	62,8	64,6	60,4	63,1	63,5	66,5	69,5	67,8	64,3
Hora	8:00:00	8:00:50	8:01:40	8:02:30	8:03:20	8:04:10	8:05:00	8:05:50	8:06:40	8:07:30	8:08:20	8:09:10	8:10:00	8:10:50	8:11:40
Recorrido 2	65,2	63,4	63,5	64,8	63,7	63,9	65,2	64,7	62,5	62,4	63,7	68,9	67,2	67,2	64,8
Hora	8:30:00	8:30:50	8:31:40	8:32:30	8:33:20	8:34:10	8:35:00	8:35:50	8:36:40	8:37:30	8:38:20	8:39:10	8:40:00	8:40:50	8:41:40
Recorrido 3	66,4	64,5	63,7	63,4	64,7	64,9	68,4	63,2	61,7	64,7	64,8	67,9	66,4	66,4	65,9
Hora	9:00:00	9:00:50	9:01:40	9:02:30	9:03:20	9:04:10	9:05:00	9:05:50	9:06:40	9:07:30	9:08:20	9:09:10	9:10:00	9:10:50	9:11:40
Recorrido 4	65,2	65,5	64,4	63,8	62,5	65,7	67,9	64,1	63,7	63,2	65,6	72,4	69,2	69,2	66,8
Hora	9:30:00	9:30:50	9:31:40	9:32:30	9:33:20	9:34:10	9:35:00	9:35:50	9:36:40	9:37:30	9:38:20	9:39:10	9:40:00	9:40:50	9:41:40
Recorrido 5	68,8	62,4	64,9	64,8	64,1	67,2	66,7	64,8	62,8	64,5	64,7	68,9	72,6	66,5	65,7
Hora	10:00:00	10:00:50	10:01:40	10:02:30	10:03:20	10:04:10	10:05:00	10:05:50	10:06:40	10:07:30	10:08:20	10:09:10	10:10:00	10:10:50	10:11:40
Recorrido 6	66,1	63,7	63,8	61,7	61,7	66,3	68,9	64,9	61,7	62,7	63,8	69,8	71,4	66,8	65,1
Hora	10:30:00	10:30:50	10:31:40	10:32:30	10:33:20	10:34:10	10:35:00	10:35:50	10:36:40	10:37:30	10:38:20	10:39:10	10:40:00	10:40:50	10:41:40
Recorrido 7	65,2	65,2	63,3	64,7	63,8	66,8	68,2	63,7	61,2	62,9	62,5	69,3	72,6	67,9	67,2
Hora	11:00:00	11:00:50	11:01:40	11:02:30	11:03:20	11:04:10	11:05:00	11:05:50	11:06:40	11:07:30	11:08:20	11:09:10	11:10:00	11:10:50	11:11:40
Recorrido 8	66,3	65,8	63,6	62,8	64,9	65,4	68,7	63,8	60,8	62,2	63,9	67,2	68,2	68,9	66,3
Hora	11:30:00	11:30:50	11:31:40	11:32:30	11:33:20	11:34:10	11:35:00	11:35:50	11:36:40	11:37:30	11:38:20	11:39:10	11:40:00	11:40:50	11:41:40

Recorridos bodega 2 dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 9	67,9	65,4	63,9	63,9	63,7	66,7	67,6	66,9	62,7	62,8	64,8	68,9	69,7	68,7	63,7
Hora	13:00:00	13:00:50	13:01:40	13:02:30	13:03:20	13:04:10	13:05:00	13:05:50	13:06:40	13:07:30	13:08:20	13:09:10	13:10:00	13:10:50	13:11:40
Recorrido 10	66,8	67,7	64,2	65,7	63,2	65,5	67,2	65,4	62,9	61,7	64,1	69,8	68,6	66,8	65,7
Hora	13:30:00	13:30:50	13:31:40	13:32:30	13:33:20	13:34:10	13:35:00	13:35:50	13:36:40	13:37:30	13:38:20	13:39:10	13:40:00	13:40:50	13:41:40
Recorrido 11	66,7	67,4	60,2	63,2	65,6	65,3	68,9	67,8	63,7	63,5	62,8	72,7	69,4	65,6	65,2
Hora	14:00:00	14:00:50	14:01:40	14:02:30	14:03:20	14:04:10	14:05:00	14:05:50	14:06:40	14:07:30	14:08:20	14:09:10	14:10:00	14:10:50	14:11:40
Recorrido 12	68,9	69,2	61,5	63,7	62,5	65,4	70,4	68,5	62,7	62,9	63,7	71,4	70,8	64,8	67,2
Hora	14:30:00	14:30:50	14:31:40	14:32:30	14:33:20	14:34:10	14:35:00	14:35:50	14:36:40	14:37:30	14:38:20	14:39:10	14:40:00	14:40:50	14:41:40
Recorrido 13	67,1	68,6	62,7	62,5	65,8	66,3	69,8	68,4	65,4	62,7	64,2	70,1	72,4	66,8	65,8
Hora	15:00:00	15:00:50	15:01:40	15:02:30	15:03:20	15:04:10	15:05:00	15:05:50	15:06:40	15:07:30	15:08:20	15:09:10	15:10:00	15:10:50	15:11:40
Recorrido 14	65,5	65,2	63,7	63,5	66,9	67,8	68,5	68,9	65,7	64,5	64,1	68,2	70,6	65,2	64,7
Hora	15:30:00	15:30:50	15:31:40	15:32:30	15:33:20	15:34:10	15:35:00	15:35:50	15:36:40	15:37:30	15:38:20	15:39:10	15:40:00	15:40:50	15:41:40
Recorrido 15	67,2	67,8	63,8	65,8	64,5	65,1	68,1	67,2	63,4	63,9	65,2	70,5	68,2	64,1	63,8
Hora	16:00:00	16:00:50	16:01:40	16:02:30	16:03:20	16:04:10	16:05:00	16:05:50	16:06:40	16:07:30	16:08:20	16:09:10	16:10:00	16:10:50	16:11:40
Recorrido 16	68,6	67,3	62,8	63,1	64,8	66,7	69,7	66,9	62,1	62,4	65,7	70,6	70,1	65,5	65,4
Hora	16:30:00	16:30:50	16:31:40	16:32:30	16:33:20	16:34:10	16:35:00	16:35:50	16:36:40	16:37:30	16:38:20	16:39:10	16:40:00	16:40:50	16:41:40

Recorridos bodega 2 día 2	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Recorrido 1	64,2	64,5	67,5	69,2	68,9	63,2	63,8	64,8	64,1	72,4	75,2	75,9	74,6	77,6	75,2	84,6	85,9
Hora	8:12:30	8:13:20	8:14:10	8:15:00	8:15:50	8:16:40	8:17:30	8:18:20	8:19:10	8:20:00	8:20:50	8:21:40	8:22:30	8:23:20	8:24:10	8:25:00	8:25:50
Recorrido 2	63,1	65,7	69,4	69,2	65,2	63,8	62,2	65,7	68,9	73,5	74,5	74,6	75,2	78,6	75,4	83,4	85,6
Hora	8:42:30	8:43:20	8:44:10	8:45:00	8:45:50	8:46:40	8:47:30	8:48:20	8:49:10	8:50:00	8:50:50	8:51:40	8:52:30	8:53:20	8:54:10	8:55:00	8:55:50
Recorrido 3	63,2	66,8	68,2	70,2	66,7	64,8	62,7	65,2	68,9	70,6	73,8	74,6	74,8	80,4	74,2	84,7	84,9
Hora	9:12:30	9:13:20	9:14:10	9:15:00	9:15:50	9:16:40	9:17:30	9:18:20	9:19:10	9:20:00	9:20:50	9:21:40	9:22:30	9:23:20	9:24:10	9:25:00	9:25:50
Recorrido 4	63,7	65,2	69,4	71,4	65,7	63,5	64,9	66,8	68,5	71,8	72,9	76,3	76,9	83,4	76,9	84,8	85,1
Hora	9:42:30	9:43:20	9:44:10	9:45:00	9:45:50	9:46:40	9:47:30	9:48:20	9:49:10	9:50:00	9:50:50	9:51:40	9:52:30	9:53:20	9:54:10	9:55:00	9:55:50
Recorrido 5	63,5	65,7	70,2	69,8	67,1	63,1	65,8	64,9	71,5	72,4	74,9	77,9	77,2	82,6	75,8	86,8	85,3
Hora	10:12:30	10:13:20	10:14:10	10:15:00	10:15:50	10:16:40	10:17:30	10:18:20	10:19:10	10:20:00	10:20:50	10:21:40	10:22:30	10:23:20	10:24:10	10:25:00	10:25:50
Recorrido 6	64,8	66,2	71,5	68,9	67,2	64,2	62,6	65,7	70,1	75,8	73,6	77,2	78,9	80,2	76,2	87,6	86,4
Hora	10:42:30	10:43:20	10:44:10	10:45:00	10:45:50	10:46:40	10:47:30	10:48:20	10:49:10	10:50:00	10:50:50	10:51:40	10:52:30	10:53:20	10:54:10	10:55:00	10:55:50
Recorrido 7	66,1	64,2	72,6	70,6	66,3	64,8	61,6	65,1	70,6	73,4	74,1	79,3	79,4	80,6	78,4	87,9	87,9
Hora	11:12:30	11:13:20	11:14:10	11:15:00	11:15:50	11:16:40	11:17:30	11:18:20	11:19:10	11:20:00	11:20:50	11:21:40	11:22:30	11:23:20	11:24:10	11:25:00	11:25:50
Recorrido 8	65,9	64,8	71,8	71,6	65,8	64,9	61,7	66,2	70,3	72,6	75,8	78,5	77,6	79,4	78,2	86,7	86,7
Hora	11:42:30	11:43:20	11:44:10	11:45:00	11:45:50	11:46:40	11:47:30	11:48:20	11:49:10	11:50:00	11:50:50	11:51:40	11:52:30	11:53:20	11:54:10	11:55:00	11:55:50

Recorridos bodega 2 día 2	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Recorrido 9	64,8	65,2	70,6	70,8	66,2	63,2	62,9	64,2	70,6	73,8	75,4	76,2	78,2	81,6	78,6	87,6	85,3
Hora	13:12:30	13:13:20	13:14:10	13:15:00	13:15:50	13:16:40	13:17:30	13:18:20	13:19:10	13:20:00	13:20:50	13:21:40	13:22:30	13:23:20	13:24:10	13:25:00	13:25:50
Recorrido 10	64,3	64,1	69,2	71,6	65,3	63,8	62,1	65,8	71,8	74,6	75,6	79,2	79,3	81,6	79,3	84,9	83,4
Hora	13:42:30	13:43:20	13:44:10	13:45:00	13:45:50	13:46:40	13:47:30	13:48:20	13:49:10	13:50:00	13:50:50	13:51:40	13:52:30	13:53:20	13:54:10	13:55:00	13:55:50
Recorrido 11	64,9	66,8	68,6	70,6	67,8	65,4	62,7	64,9	68,6	75,6	74,9	79,5	80,6	81,2	81,7	86,4	83,2
Hora	14:12:30	14:13:20	14:14:10	14:15:00	14:15:50	14:16:40	14:17:30	14:18:20	14:19:10	14:20:00	14:20:50	14:21:40	14:22:30	14:23:20	14:24:10	14:25:00	14:25:50
Recorrido 12	65,2	65,9	72,4	68,9	65,4	64,8	63,7	65,8	71,9	73,9	78,5	78,2	81,7	79,7	81,8	88,9	85,8
Hora	14:42:30	14:43:20	14:44:10	14:45:00	14:45:50	14:46:40	14:47:30	14:48:20	14:49:10	14:50:00	14:50:50	14:51:40	14:52:30	14:53:20	14:54:10	14:55:00	14:55:50
Recorrido 13	63,4	66,2	69,6	69,7	66,8	63,6	62,4	64,3	69,3	73,6	77,6	78,9	71,6	79,2	80,3	87,4	86,2
Hora	15:12:30	15:13:20	15:14:10	15:15:00	15:15:50	15:16:40	15:17:30	15:18:20	15:19:10	15:20:00	15:20:50	15:21:40	15:22:30	15:23:20	15:24:10	15:25:00	15:25:50
Recorrido 14	64,2	65,3	71,2	70,6	65,1	68,9	64,5	63,2	70,8	72,6	77,2	75,6	79,3	81,3	81,6	86,1	85,3
Hora	15:42:30	15:43:20	15:44:10	15:45:00	15:45:50	15:46:40	15:47:30	15:48:20	15:49:10	15:50:00	15:50:50	15:51:40	15:52:30	15:53:20	15:54:10	15:55:00	15:55:50
Recorrido 15	64,6	65,7	70,8	72,5	66,3	66,7	63,1	63,7	72,6	73,9	78,3	77,2	82,4	81,7	81,4	88,6	84,6
Hora	16:12:30	16:13:20	16:14:10	16:15:00	16:15:50	16:16:40	16:17:30	16:18:20	16:19:10	16:20:00	16:20:50	16:21:40	16:22:30	16:23:20	16:24:10	16:25:00	16:25:50
Recorrido 16	65,7	66,8	68,9	71,3	66,9	65,4	63,9	64,2	73,6	72,5	78,6	80,4	79,6	81,9	81,9	87,6	85,2
Hora	16:42:30	16:43:20	16:44:10	16:45:00	16:45:50	16:46:40	16:47:30	16:48:20	16:49:10	16:50:00	16:50:50	16:51:40	16:52:30	16:53:20	16:54:10	16:55:00	16:55:50

Recorridos bodega 4 día 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 1	54	52	46,8	47,5	59,7	63,1	62,7	55,5	50,2	55,8	61,2	66,7	67,2	59,2	51,2
Hora	08:00	08:01	08:02	08:03	08:04	08:05	08:06	08:07	08:08	08:09	08:10	08:11	08:12	08:13	08:14
Recorrido 2	56,2	55,7	47,9	49,20	55,7	65,2	64,2	53,7	51,2	54,7	62,8	64,8	68,2	56,7	50,7
Hora	08:30	08:31	08:32	08:33	08:34	08:35	08:36	08:37	08:38	08:39	08:40	08:41	08:42	08:43	08:44
Recorrido 3	53,7	55	49,9	51,7	59,6	67,9	65,8	59,8	48,2	57,4	63,8	65,8	66,9	59,2	53,7
Hora	09:00	09:01	09:02	09:03	09:04	09:05	09:06	09:07	09:08	09:09	09:10	09:11	09:12	09:13	09:14
Recorrido 4	57,5	55,6	53,2	52,7	56,7	66,7	67,8	60,1	52,7	53,4	55,7	62,8	64,7	61,9	60,3
Hora	09:30	09:31	09:32	09:33	09:34	09:35	09:36	09:37	09:38	09:39	09:40	09:41	09:42	09:43	09:44
Recorrido 5	56,3	54,7	55,8	56,8	57,8	62,9	68,7	63,2	57,8	59,3	65,4	63,8	65,7	60,1	59,7
Hora	10:00	10:01	10:02	10:03	10:04	10:05	10:06	10:07	10:08	10:09	10:10	10:11	10:12	10:13	10:14
Recorrido 6	58,9	55,4	53,2	52,7	55,9	61,2	69,9	62,8	59,7	57,1	67,4	64,4	62,7	61,8	62,7
Hora	10:30	10:31	10:32	10:33	10:34	10:35	10:36	10:37	10:38	10:39	10:40	10:41	10:42	10:43	10:44
Recorrido 7	58,6	53,9	55,4	56,8	56,9	64,8	67,1	60,7	60,3	60,7	63,4	68,9	65,8	62,3	61,7
Hora	11:00	11:01	11:02	11:03	11:04	11:05	11:06	11:07	11:08	11:09	11:10	11:11	11:12	11:13	11:14
Recorrido 8	60,7	57,5	54,2	55,6	58,7	67,9	71,4	65,2	62,3	58,1	64,2	67,8	66,9	61,7	62,7
Hora	11:30	11:31	11:32	11:33	11:34	11:35	11:36	11:37	11:38	11:39	11:40	11:41	11:42	11:43	11:44

Recorridos bodega 4 día 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recorrido 9	59,7	57,2	53,7	53,8	61,2	66,7	72,7	68,1	61,7	61,2	63,8	70,8	64,1	63,7	64,9
Hora	13:00	13:01	13:02	13:03	13:04	13:05	13:06	13:07	13:08	13:09	13:10	13:11	13:12	13:13	13:14
Recorrido 10	57,2	56,5	52,8	53,8	62,7	65,8	74,5	66,7	63,7	57,2	64,7	75,6	65,8	63,7	61,7
Hora	13:30	13:31	13:32	13:33	13:34	13:35	13:36	13:37	13:38	13:39	13:40	13:41	13:42	13:43	13:44
Recorrido 11	58,9	57,2	56,9	52,7	63,8	66,2	72,8	65,3	65,1	59,2	62,5	74,2	66,8	64,4	62,2
Hora	14:00	14:01	14:02	14:03	14:04	14:05	14:06	14:07	14:08	14:09	14:10	14:11	14:12	14:13	14:14
Recorrido 12	61,2	59,8	54,3	55,7	62,5	69,4	73,4	64,2	64,2	60,2	66,8	75,4	70,5	67,5	66,2
Hora	14:30	14:31	14:32	14:33	14:34	14:35	14:36	14:37	14:38	14:39	14:40	14:41	14:42	14:43	14:44
Recorrido 13	62,4	57,6	55,2	53,8	66,4	70,5	72,5	66,7	65,8	58,4	62,7	73,1	73,4	66,8	64,8
Hora	15:00	15:01	15:02	15:03	15:04	15:05	15:06	15:07	15:08	15:09	15:10	15:11	15:12	15:13	15:14
Recorrido 14	60,7	59,4	57,6	52,7	68,7	73,4	76,8	69,7	61,5	61,3	65,7	74,3	72,8	67,5	66,2
Hora	15:30	15:31	15:32	15:33	15:34	15:35	15:36	15:37	15:38	15:39	15:40	15:41	15:42	15:43	15:44
Recorrido 15	61,9	60,7	60,7	55,7	65,7	75,9	74,1	72,4	60,7	62,7	68,9	76,8	73,9	69,5	64,2
Hora	16:00	16:01	16:02	16:03	16:04	16:05	16:06	16:07	16:08	16:09	16:10	16:11	16:12	16:13	16:14
Recorrido 16	60,3	59,2	58,7	56,2	68,2	74,2	77,8	70,8	62,3	61,7	70,3	75,9	71,7	68,9	62,5
Hora	16:30	16:31	16:32	16:33	16:34	16:35	16:36	16:37	16:38	16:39	16:40	16:41	16:42	16:43	16:44

Recorridos bodega 4 día 2	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recorrido 1	56,2	62,8	66,8	74,8	77,2	72,4	74,5	70,2	72,6	81,8	84,4	83,4	82,1	81,2	72,8
Hora	08:15	08:16	08:17	08:18	08:19	08:20	08:21	08:22	08:23	08:24	08:25	08:26	08:27	08:28	08:29
Recorrido 2	58,2	64,7	65,2	75,3	75,4	71,9	76,2	73,4	74,6	82,5	82,2	84,9	84,3	83,7	73,8
Hora	08:45	08:46	08:47	08:48	08:49	08:50	08:51	08:52	08:53	08:54	08:55	08:56	08:57	08:58	08:59
Recorrido 3	56,7	65,4	68,4	76,5	73,2	73,7	72,5	70,1	71	82,2	85,7	83,9	83,8	82,6	76,1
Hora	09:15	09:16	09:17	09:18	09:19	09:20	09:21	09:22	09:23	09:24	09:25	09:26	09:27	09:28	09:29
Recorrido 4	51	62,8	66,3	74,8	74,8	75,5	71,2	72,7	72,7	83,5	82,9	83,4	82,7	81,9	76,2
Hora	09:45	09:46	09:47	09:48	09:49	09:50	09:51	09:52	09:53	09:54	09:55	09:56	09:57	09:58	09:59
Recorrido 5	55,7	61,3	64,1	73,8	76,7	74,3	72,7	71,7	68,7	84,3	81,9	84,8	82,2	81,2	77,7
Hora	10:15	10:16	10:17	10:18	10:19	10:20	10:21	10:22	10:23	10:24	10:25	10:26	10:27	10:28	10:29
Recorrido 6	59,7	63,6	65,7	75,1	75,9	75,3	74,6	73,4	67,2	83,4	82,4	84,9	81,4	81,9	75,7
Hora	10:45	10:46	10:47	10:48	10:49	10:50	10:51	10:52	10:53	10:54	10:55	10:56	10:57	10:58	10:59
Recorrido 7	60,8	64,7	66,8	76,7	73,2	74,1	75,7	76,9	66,2	80,2	83,8	85,2	82,4	80,2	79,8
Hora	11:15	11:16	11:17	11:18	11:19	11:20	11:21	11:22	11:23	11:24	11:25	11:26	11:27	11:28	11:29
Recorrido 8	60,2	64,4	65,2	75,7	74,8	72,2	73,4	76,1	63,9	81,7	85,2	83,2	85,3	82,2	78,7
Hora	11:45	11:46	11:47	11:48	11:49	11:50	11:51	11:52	11:53	11:54	11:55	11:56	11:57	11:58	11:59

Recorridos bodega 4 día 2	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recorrido 9	61,2	65,7	67,8	76,2	73,5	72,4	72,6	77,8	67,9	81,4	85,9	83,4	85,5	80,2	76,2
Hora	13:15	13:16	13:17	13:18	13:19	13:20	13:21	13:22	13:23	13:24	13:25	13:26	13:27	13:28	13:29
Recorrido 10	62,7	62,8	66,7	73,3	75,4	68,8	73,4	75,1	69,1	83,7	83,3	84,4	83,8	83,6	74,5
Hora	13:45	13:46	13:47	13:48	13:49	13:50	13:51	13:52	13:53	13:54	13:55	13:56	13:57	13:58	13:59
Recorrido 11	60,6	61,1	68,9	75,5	76,8	70,3	72,7	73,7	68,4	81,6	84,9	82,6	82,8	82,8	73,3
Hora	14:15	14:16	14:17	14:18	14:19	14:20	14:21	14:22	14:23	14:24	14:25	14:26	14:27	14:28	14:29
Recorrido 12	61,4	65,5	65,4	76,8	76,7	71,5	70,4	72,5	70,1	81,8	82,1	85,4	83,5	80,2	73,8
Hora	14:45	14:46	14:47	14:48	14:49	14:50	14:51	14:52	14:53	14:54	14:55	14:56	14:57	14:58	14:59
Recorrido 13	61,1	63,2	66,2	76,7	75,2	72,6	72,5	75,4	71,5	83,4	82,5	84,9	84,9	82,9	72,4
Hora	15:15	15:16	15:17	15:18	15:19	15:20	15:21	15:22	15:23	15:24	15:25	15:26	15:27	15:28	15:29
Recorrido 14	64,2	66,4	68,2	75,4	73,9	70,2	75,5	74,6	70,6	82,9	84,5	85,5	83,5	84,5	73,4
Hora	15:45	15:46	15:47	15:48	15:49	15:50	15:51	15:52	15:53	15:54	15:55	15:56	15:57	15:58	15:59
Recorrido 15	60,1	65,7	67,7	73,2	74,1	73,5	76,4	76,6	71,2	83,8	83,5	83,9	82,2	82,4	76,8
Hora	16:15	16:16	16:17	16:18	16:19	16:20	16:21	16:22	16:23	16:24	16:25	16:26	16:27	16:28	16:29
Recorrido 16	64,2	66,8	70,9	71,6	72,3	76,7	74,8	74,3	68,8	84,4	84,5	81,6	81,8	85,4	75,2
Hora	16:45	16:46	16:47	16:48	16:49	16:50	16:51	16:52	16:53	16:54	16:55	16:56	16:57	16:58	16:59

Apéndice 2. Entrevista estructurada al supervisor de bodega

Entrevista estructurada para el supervisor de bodega

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la entrevista: _____

Bodega(s) en estudio: _____

11. ¿Cuál es el día y hora de la semana en donde hay una mayor demanda para la carga y descarga de mercancías con montacargas?
12. ¿Cuántos turnos de trabajo hay?
13. ¿Cuál es la edad de los operarios de montacargas?
14. ¿Cuántos periodos de descanso hay y cuál es su duración?
15. ¿Cuál es el tipo de remuneración que tienen los trabajadores?
16. ¿Cuántas quejas por ruido se reportan por mes?
17. ¿Cuáles factores determinan el plan de trabajo de los operarios de montacargas?
18. ¿Cuáles son las tareas que se realizan en la bodega por parte de los operarios de montacargas y cuáles son sus tiempos de duración?
19. ¿Las tareas se realizan todos los días de la jornada semanal?
20. ¿Todos los operarios de montacargas realizan las mismas tareas?

Apéndice 3. Entrevista estructurada al supervisor de mantenimiento

Entrevista estructurada para el personal de mantenimiento

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la entrevista: _____

Bodega(s) en estudio: _____

1. ¿Cuáles son las características estructurales de la rampa niveladora?
2. ¿Cuáles es la frecuencia de mantenimiento de la rampa niveladora?
3. ¿Cuál es la antigüedad de la rampa niveladora?
4. ¿Cuál es la frecuencia de mantenimiento del montacargas?
5. ¿Cuál es la antigüedad de los montacargas?
6. ¿Cuáles son las características acústicas del montacargas?
7. ¿Materiales estructurales del almacén (piso, paredes y techo)?

Apéndice 4. Entrevista estructurada al médico de empresa

Entrevista estructurada para el medico de empresa

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la entrevista: _____

1. ¿Cuál es la frecuencia por consultas causadas por molestias auditivas de la población operaria de montacargas?
2. ¿Cada cuánto se realizan audiometrías al personal de la dirección en almacenes?
3. ¿La sala donde se realizan las audiometrías cuenta con todas las características acústicas para poder realizar la evaluación?
4. ¿Cuáles son los mecanismos de promoción de la salud auditiva empleados actualmente?
5. ¿Se realiza una evaluación auditiva preempleo para este tipo de colaboradores para tener un control de la salud auditiva de los trabajadores y conocer su estado inicial?

Apéndice 5. Percepción del riesgo por la exposición a ruido

1. ¿En qué medida conoce el riesgo asociado a la exposición ocupacional a ruido (en qué medida conoce cuáles son los daños que puede causarle, las posibilidades que tiene de experimentar estos daños, etc.)? Siendo 1 el nivel de conocimiento más bajo y 7 el más alto.
2. ¿En qué medida considera que los responsables de la prevención en su empresa conocen el riesgo asociado a la exposición ocupacional a ruido? Siendo 1 el nivel de conocimiento más bajo y 7 el más alto.
3. ¿En qué grado le teme al daño que se puede derivar de la exposición ocupacional a ruido? Siendo 1 el grado más bajo y 7 el más alto.
4. La posibilidad de que usted personalmente experimente un daño (pequeño o grande, inmediatamente o más adelante) como consecuencia de la exposición ocupacional a ruido es: (siendo 1 la posibilidad más baja y 7 la más alta)
5. En caso de producirse una situación de riesgo, la gravedad del daño que le puede causar la exposición ocupacional a ruido es: Siendo 1 la gravedad más baja y 7 la más alta.
6. ¿En qué grado puede evitar que la exposición ocupacional a ruido desencadene una situación de riesgo? Siendo 1 el grado más bajo y 7 el más alto.
7. En caso de producirse una situación de riesgo, ¿en qué medida puede intervenir para controlar (evitar o reducir) el daño que puede causarle la exposición ocupacional a ruido? Siendo 1 la posibilidad de control más baja y 7 la más alta.
8. ¿En qué grado la exposición ocupacional a ruido puede dañar a un gran número de personas de una sola vez? Siendo 1 el grado más bajo y 7 el más alto.
9. En caso de exposición, ¿cuándo se experimentan las consecuencias más nocivas de esta fuente de riesgo? Siendo 1 lo más al corto plazo y 7 lo más al largo plazo.
10. ¿Cómo valora el riesgo de accidente o de enfermedad muy grave asociado a la exposición ocupacional a ruido? 0 representa riesgo muy bajo o nulo y 100 riesgo muy alto o extremo.
11. ¿Le molesta el ruido al realizar sus tareas?

12. ¿El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)?

13. ¿El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)?

14. ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo?

15. ¿Cuánto tiempo, a lo largo de la jornada laboral, considera que el ruido es más molesto?

Apéndice 6. Bitácora de muestreo exposición ocupacional por audiodosimetrías

Evaluación % Dosis del área de almacenes			Evaluación % Dosis del área de almacenes		
Bitácora de muestreo			Bitácora de muestreo		
Fecha: 15/03/2021			Fecha: 16/03/2021		
Hora de inicio: 7:00 am			Hora de inicio: 7:00 am		
Hora de finalización: 4:30 pm			Hora de finalización: 4:30 pm		
Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medición (horas)	Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medición (horas)
A	101,97	8,5	A	109,45	8,5
B	204,95	8,5	B	193,18	8,5
C	186,43	8,5	C	137,54	8,5
D	143,94	8,5	D	109,81	8,5
Evaluación % Dosis del área de almacenes			Evaluación % Dosis del área de almacenes		
Bitácora de muestreo			Bitácora de muestreo		
Fecha: 17/03/2021			Fecha: 18/03/2021		
Hora de inicio: 7:00 am			Hora de inicio: 7:00 am		
Hora de finalización: 4:30 pm			Hora de finalización: 4:30 pm		
Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medición (horas)	Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medición (horas)
E	94,16	8,5	E	88,79	8,5
F	115,39	8,5	F	102,47	8,5
G	102,81	8,5	G	109,58	8,5
H	86,41	8,5	H	79,47	8,5

Bodega	Dia de medicion	Trabajador	% de dosis	Tiempo de la medicion	Leq: nivel sonoro continuo equivalente	10 ^{0.1} Lq	
2	Dia 1	A	101,97	9,5	84,340	271667248,8	
		B	204,95	9,5	87,363	544883003,8	
		C	186,43	9,5	86,953	495786314,8	
		D	143,94	9,5	85,833	383086842,9	
	Dia 3	A	109,45	9,5	84,647	291533456,1	
		B	193,18	9,5	87,107	513682248,4	
		C	137,54	9,5	85,636	366103613,5	
		D	109,81	9,5	84,661	292489478,7	
4	Dia 2	E	94,16	9,5	83,995	250919915,7	
		F	115,39	9,5	84,876	307306645,1	
		G	102,81	9,5	84,376	273898425,4	
		H	86,41	9,5	83,623	230326864,6	
	Dia 4	E	88,79	9,5	83,741	236651491,7	
		F	102,47	9,5	84,362	272995336,7	
		G	109,58	9,5	84,652	291878687,6	
		H	79,47	9,5	83,261	211881425,4	
					Bodega	Bodega 2	Bodega 4
					LP (dB A)	85,96	84,14
					Lexp8h (dB A)	86,71	84,89

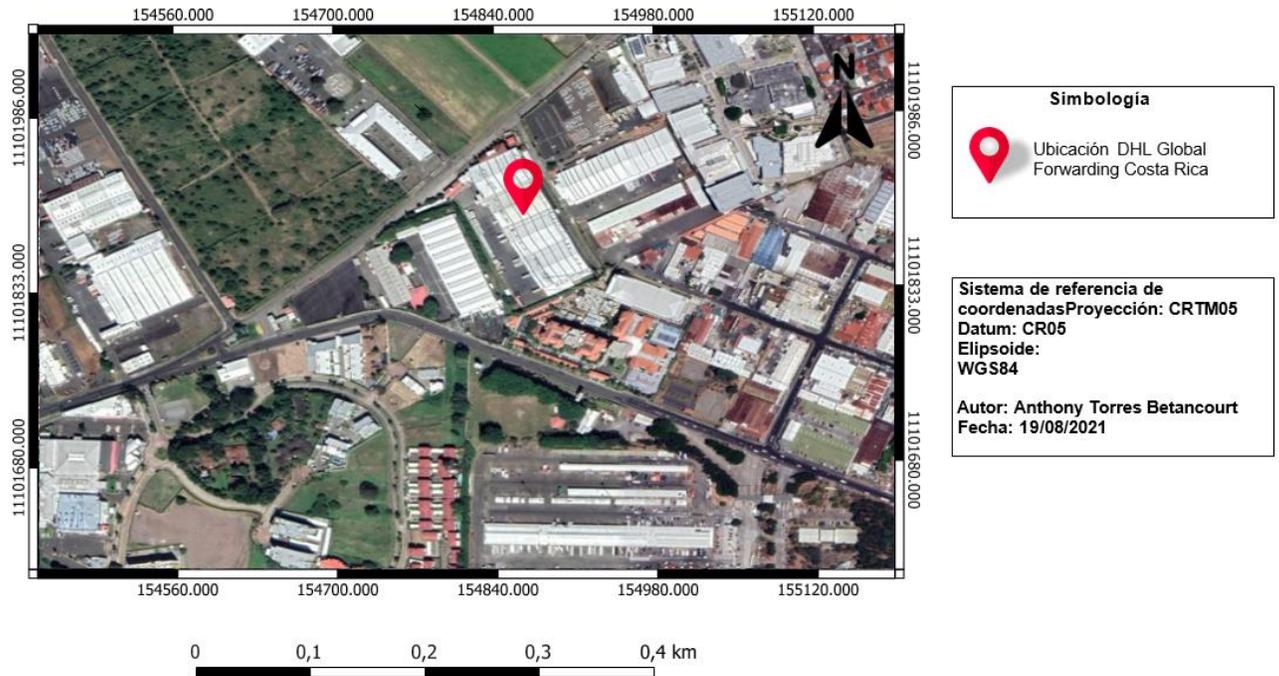
		Bodega 2	Bodega 4
tipica	ULAM	0,378354964	0,194699262
coeficiente de confiabilidad	Clam	1	1
Tipica combinada	U2lexh 8	3,393152479	3,287907803
IC expandida		3,039384415	2,991877169
coefi sensibilidad asoc a IC	CLB	0,456842105	0,456842105
	ULB	1	1
	clb *ulb	0,208704709	0,208704709
		3,601857188	3,496612512
	ulex8h	3,131462309	3,085373164

Apéndice 8. Medición ruido de impacto

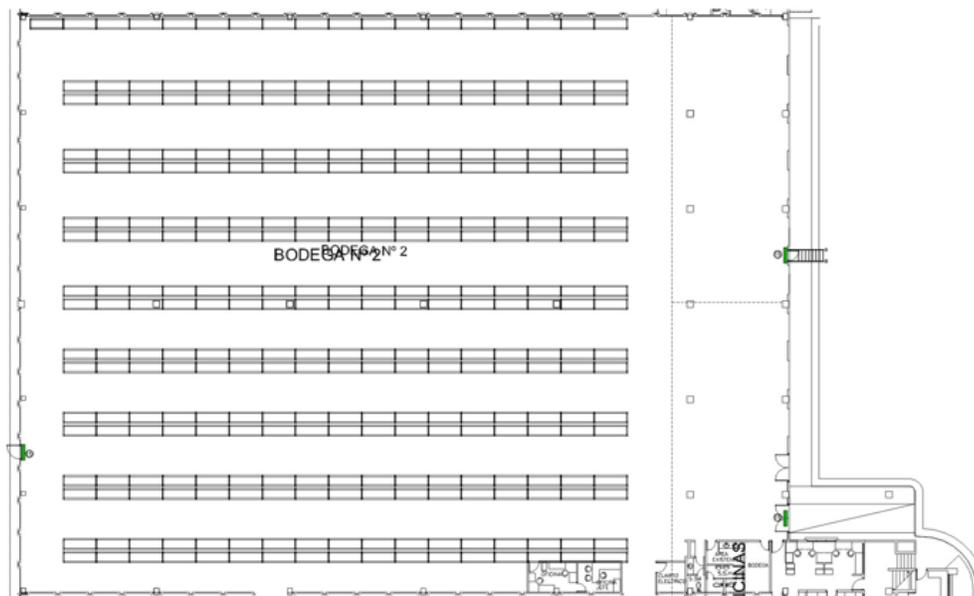
Medición ruido de impacto				
Bodega 2			Bodega4	
Medicion	Nivel de presion sonora (dB)	$10^{*Np/20}$	Nivel de presion sonora (dB)	$10^{*Np/20}$
1	87,6	23988,32919	86,9	22130,9471
2	85,4	18620,87137	84,2	16218,101
3	89,2	28840,31503	90,1	31988,9511
4	87,6	23988,32919	85,3	18407,72
5	93,6	47863,00923	91,7	38459,1782
6	92,7	43151,90768	87,8	24547,0892
7	89,5	29853,82619	88,6	26915,348
8	87,3	23173,9465	89,4	29512,0923
9	91,1	35892,19346	87,5	23713,7371
10	94,7	54325,03315	85,7	19275,2491
11	90,8	34673,68505	91,3	36728,23
12	88,6	26915,34804	92,8	43651,5832
13	91,9	39355,00755	87,9	24831,3311
14	92,8	43651,58322	86,1	20183,6636
15	89,3	29174,27014	84,6	16982,4365
Suma		503467,655	Suma	393545,658
Promedio (dB)		90,51760631	Promedio (dB)	88,37808

VIII. Anexos

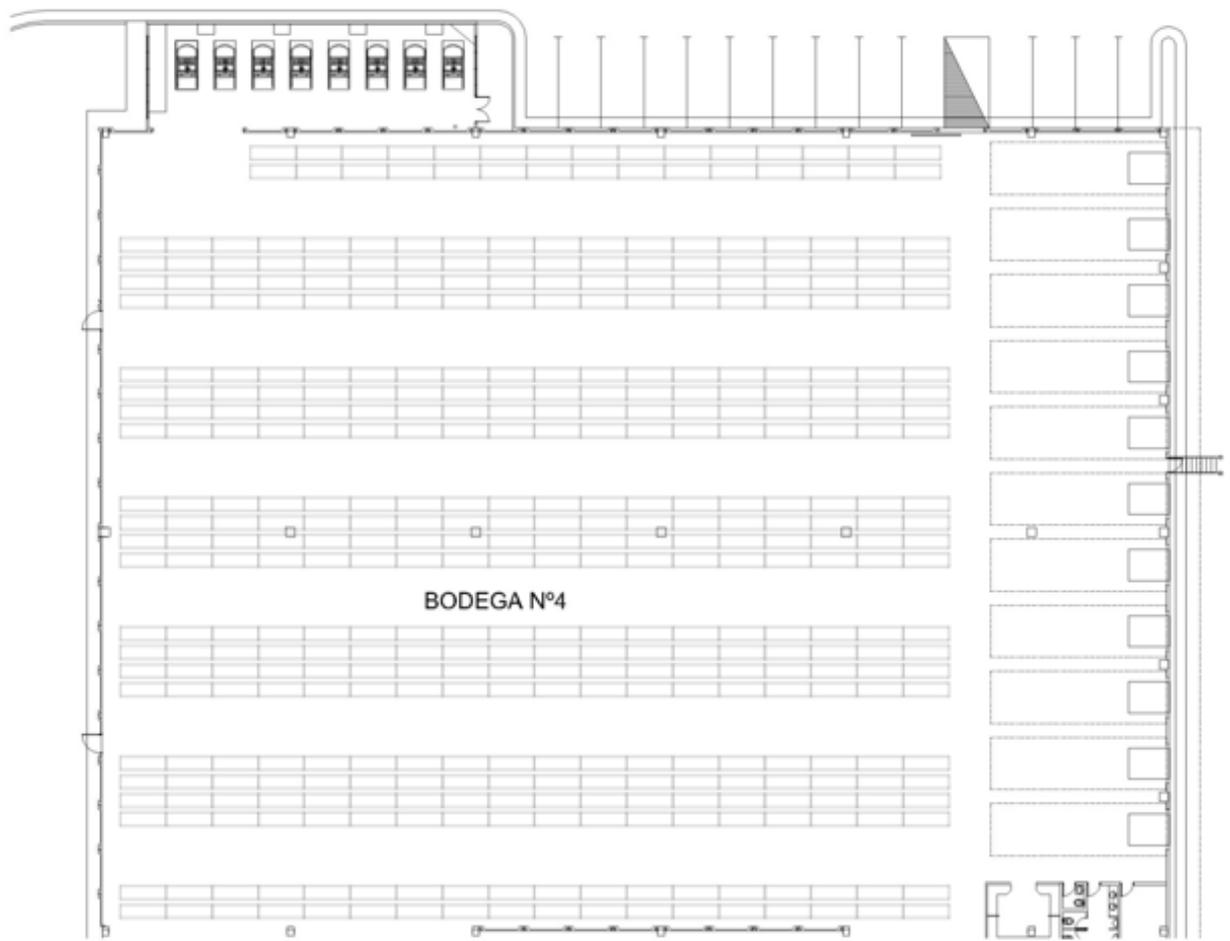
Anexo 1. Ubicación geográfica de DHL Global Forwarding Costa Rica



Anexo 2. Plano del local Bodega 2



Anexo 3. Plano del local Bodega 4





Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.