



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y AMBIENTAL EN LOS  
PUESTOS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES TOURIS  
SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor**

Barrera Idrovo Daniel Israel

**Tutor**

Mgr. Lara Calle Andrés Rogelio

AMBATO– ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Barrera Idrovo Daniel Israel declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y AMBIENTAL EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES TOURIS SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 20 días del mes de febrero de 2025, firmo conforme:

Autor: Barrera Idrovo Daniel Israel.

Firma:

Número de Cédula: 1600831570

Dirección: Pastaza, Puyo, Puyo, Barrio las Palmas

Correo Electrónico: dbarrera6@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0979314835

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y AMBIENTAL EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES TOURIS SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA” presentado por, Barrera Idrovo Daniel Israel, para optar por el Título de Ingeniero industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 20 de febrero del 2025

.....

Mgtr. Lara Calle Andrés Rogelio

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 20 de febrero 2025

.....

Barrera Idrovo Daniel Israel

1600831570

## APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y AMBIENTAL EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES TOURIS SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 20 de febrero de 2025.

.....

Mgtr. Lorena Elizabeth Cáceres Miranda

.....

Mgtr. Jorge Luis Buele León

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida, por darme sabiduría y acompañarme en este camino.

A mi padre, por enseñarme el valor del trabajo, por ser un ejemplo de esfuerzo, dedicación y rectitud, mostrándome siempre el camino correcto.

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y su infinito sacrificio, porque con su esfuerzo y el de mi padre, han hecho posible que cumpla mis metas y sueños.

Y a mí persona, por no rendirme nunca, por seguir adelante a pesar de las dificultades y demostrarme que con perseverancia todo es posible.

Daniel Barrera.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme siempre, darme fortaleza en los momentos difíciles y ser mi luz en este camino.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y su esfuerzo incansable para que pueda cumplir mis metas y sueños.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, por brindarme la oportunidad de crecimiento, de cambio en mi vida y en mi forma de pensar a través del conocimiento.

A mis profesores, por compartir su sabiduría y enseñanzas, por su dedicación y por aportar valiosos conocimientos que me han ayudado a crecer tanto académica como personalmente.

A la Cooperativa de Transportes San Francisco Oriental, por darme la oportunidad de realizar mi tesis en un lugar que ha sido parte de mi vida desde mi infancia, permitiéndome aplicar mis conocimientos en un entorno que valoro y respeto profundamente.

Gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

Introducción .....	1
Problematización:.....	6
Análisis Crítico .....	6
Antecedentes: .....	8
Justificación: .....	10
Objetivo general:.....	11
Objetivos Específicos:.....	11

### CAPÍTULO II

#### METODOLOGÍA

Área de Estudio .....	12
Enfoque .....	13
Justificación de la Metodología.....	13
Tipos de Investigación .....	13
Diseño del Trabajo .....	15
Operacionalización de las Variables .....	15
Procedimiento para Obtención y Análisis de Datos.....	19
Procedimientos y Protocolos de uso de Métodos de Evaluación. ....	20
Técnicas para recolección de Nivel Auditivo. ....	20

Técnica para recolección de contaminación del aire.....	23
Técnica para recolección de Audiometría (Nivel de percepción acústica) .....	27
Descripción de los tipos de pérdida auditiva:.....	28
Selección del estadístico de comparación de variables.....	29
Población y muestra .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Resultados de la investigación. ....	33
Aplicación de Matriz GTC 45 de identificación de Riesgos.....	33
Resultados de la medición de la variable independiente 1, Ruido Ocupacional.....	39
Resultados de la medición de la variable independiente 2, Calidad del aire.....	42
Resultados de la medición de la variable dependiente 1, Trastorno auditivo.....	44
Resultados de la medición de la variable dependiente 2, Problemas respiratorios. ....	44

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Interpretación de resultados: .....	53
Contraste con otras investigaciones: .....	61
Verificación de la hipótesis:.....	62
Componente Ambiental: .....	66

### **CAPÍTULO V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones .....	62
Recomendaciones.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Área de estudio.....	12
Tabla 2- Operacionalización de la variable independiente 1.....	15
Tabla 3- Operacionalización de la variable independiente 2.....	16
Tabla 4- Operacionalización de la variable dependiente trastorno auditivo. ....	17
Tabla 5- Operacionalización de la variable dependiente afecciones respiratorias. ....	18
Tabla 6 - Actividades para recolectar información .....	19
Tabla 7 - Selección de la estrategia de medición .....	20
Tabla 8. Número mínimo de mediciones por jornada (UNE-EN 689).....	25
Tabla 9. Selección de estadísticos. ....	31
Tabla 10. Nivel de Deficiencia. ....	34
Tabla 11. Nivel de exposición. ....	35
Tabla 12. Nivel de probabilidad. ....	36
Tabla 13. Nivel de consecuencias.....	37
Tabla 14. Nivel de Riesgo .....	38
Tabla 15. Resumen de matriz GTC 45.. ....	39
Tabla 16. Datos de medición del ruido laboral.....	41
Tabla 17. Resultados de audiometría.....	43
Tabla 18. Resultados de la encuesta de problemas respiratorios.....	44
Tabla 19. Prueba de Normalidad de datos. ....	63
Tabla 20. Relación entre la contaminación de aire y problema respiratorio. ....	64
Tabla 21. Relación entre variables. ....	64
Tabla 22. Correlación de niveles de ruido con problemas de audición. ....	65

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Resultado de pregunta 1 problemas respiratorios. ....	45
<b>Gráfico 2.</b> Resultado de pregunta 2 problemas respiratorios. ....	46
<b>Gráfico 3.</b> Resultado de pregunta 3 problemas respiratorios. ....	46
<b>Gráfico 4.</b> Resultado de pregunta 4 problemas respiratorios. ....	47
<b>Gráfico 5.</b> Resultado de pregunta 5 problemas respiratorios. ....	48
<b>Gráfico 6.</b> Resultado de pregunta 6 problemas respiratorios. ....	48
<b>Gráfico 7.</b> Resultado de pregunta 7 problemas respiratorios. ....	49
<b>Gráfico 8.</b> Resultado de pregunta 8 problemas respiratorios. ....	50
<b>Gráfico 9.</b> Resultado de pregunta 9 problemas respiratorios. ....	50
<b>Gráfico 10.</b> Resultado de pregunta 10 problemas respiratorios. ....	51
<b>Gráfico 11.</b> Resultado de LCpeakPICO .....	53
<b>Gráfico 12.</b> Resultado de LASmax.....	54
<b>Gráfico 13.</b> Resultado de LaeqEquivalente .....	55
<b>Gráfico 14.</b> Resultado de LASavgPROMEDIO.....	56
<b>Gráfico 15.</b> Resultado de Contaminación de aire.....	57
<b>Gráfico 16.</b> Resultado de problemas de audición.....	59
<b>Gráfico 17.</b> Resultado de problemas respiratorios. ....	60

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Árbol de Problemas.....	6
Imagen 2. Portable air quality monitor.....	26

# **UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y AMBIENTAL EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES TOURIS SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA

**AUTOR:** Barrera Idrovo Daniel Israel

**TUTOR :** Mgtr. Lara Calle Andrés Lara.

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

En entornos industriales, la exposición al ruido y a la contaminación del aire representa un riesgo significativo para la salud de los trabajadores, pudiendo contribuir al desarrollo de hipoacusia y enfermedades respiratorias. Para evaluar esta relación, el estudio llevó a cabo mediciones de sonido con un sonómetro y análisis de calidad del aire mediante un dispositivo de medición directa. Además, se aplicó una encuesta para evaluar la salud respiratoria de los trabajadores y evaluaciones audiometrías para determinar el estado de hipoacusia en los trabajadores. El estudio se realizó conforme a la normativa del decreto ejecutivo 255 de Ecuador, notas técnicas de prevención (NTP 243) y la guía técnica colombiana 45, asegurando el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad e higiene laboral. La identificación y clasificación de riesgos se realizó utilizando la matriz GTC 45, permitiendo priorizar los peligros asociados al ruido y la contaminación del aire en el ambiente de trabajo. Para el análisis estadístico, se aplicaron pruebas de normalidad, determinándose que los datos no seguían una distribución paramétrica. Por ello, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para evaluar la asociación entre las variables calidad del aire y problemas respiratorios como también el ruido con problemas de hipoacusia. Los resultados indicaron relaciones muy débiles entre el nivel de sonido laboral y la hipoacusia  $-0,148$ , así como entre la calidad del aire y las enfermedades respiratorias  $0,221$ . La significancia Bilateral indicó que las relaciones no son estadísticamente significativas, lo que sugiere que otros factores, como el tiempo de exposición, el uso de equipos de protección personal y las condiciones individuales de los trabajadores, podrían estar influyendo en la aparición de estas afecciones. Sin embargo, el estudio permitió determinar riesgos presentes en este puesto de trabajo y se recomienda gestionarlos con políticas de prevención de seguridad e higiene.

**DESCRIPTORES:** Aire, enfermedades, hipoacusia, riesgos y Spearman

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**Industrial Engineering**

**AUTHOR:** BARRERA IDROVO DANIEL ISRAEL

**TUTOR:** PHD. LARA CALLE ANDRES ROGELIO

**ABSTRACT**

**RESEARCH OF HEARING AND ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE  
WORKPLACES AT THE TOURIS SAN FRANCISCO ORIENTAL PASTAZA  
TRANSPORT CREDIT UNION**

In industrial environments, exposure to noise and air pollution poses a significant risk to workers' health, potentially contributing to hearing loss (hyperacusis) and respiratory diseases. It was assessed through sound measurements with a sound level meter and air quality analysis using a direct measurement device. Additionally, a survey was applied to evaluate workers' respiratory health, and audiometric assessments were carried out to determine the presence of hearing loss. The research was conducted in accordance with the regulations of Ecuador's executive decree 255, technical notes on prevention (NTP 243), and Colombian Technical Guide 45, ensuring compliance with international occupational health and safety standards. Risk identification and classification were carried out using the GTC 45 matrix, making it possible to prioritize the hazards associated with noise and air pollution in the work environment. The statistical analysis was carried out using normality tests, and it was determined that the data did not follow a parametric distribution. Therefore, Spearman's correlation coefficient was used to evaluate the association between air quality, respiratory problems, and noise and hearing loss problems. The results indicated weak correlations between occupational noise levels and hearing loss (-0.148) and between air quality and respiratory diseases (0.221). Bilateral significance testing showed that these relationships were not significant, suggesting that other factors—such as exposure time, use of personal protective equipment, and individual worker conditions—may influence the onset of these conditions.

**KEYWORDS:** Air, diseases, hearing loss, risks, Spearman correlation



However, the research identified risks present in this workplace, and it is recommended health and safety prevention policies to manage them.

**KEYWORDS:**

Air, diseases, hearing loss, risks, Spearman correlation



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **Introducción**

Durante años las empresas buscan mejorar la seguridad de sus trabajadores y evitar riesgos hacia el medioambiente, debido a contaminantes ambientales que se usan en los distintos procesos que tiene la empresa, todo esto genera inconvenientes en el Ambiente Laboral de las empresas y uno de esos son los residuos químicos que se generan de las sustancias químicas y se han vuelto una parte dañina en las personas que laboran y usan a diario los químicos (Kim, 2024), sin importar que sean inofensivo o tóxicos, composición química, partículas que sueltan al ambiente y sin importar el tiempo en que se esté expuesto , ya que desde el inicio de un proceso ya se usan químicos, en muchos de los lugares no se usan las protecciones necesarias y no necesariamente porque la empresa no los provea sino que es cuestión del personal que muchas veces piensa que no tendrán problemas a futuro.(Felipe Granada-Aguirre et al. no date)

La contaminación del aire tiene gran relevancia en la preocupación del ser humano, muchos países estan desarrollando acciones para reducir la contaminación puesto que está afectando al sistema respiratorio y en la actualidad mucho más puesto que el COVID ha dejado secuelas en las personas que contrajeron la enfermedad, los contaminantes atmosféricos, además, son capaces de alterar de manera importante la respuesta del sistema inmunológico. Son varios los estudios epidemiológicos que han

mostrado una asociación entre el incremento de los contaminantes y las admisiones hospitalarias que tienen como diagnóstico infecciones respiratorias bacterianas y virales (Ortinez et al., 2022.), en México se encontró un incremento significativo de 3.5% en la tasa de mortalidad por Covid-19 por incremento de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ . La asociación con  $\text{PM}_{2.5}$  fue no significativa, con un incremento de 1.8% por cada  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Áa et al., 2021), Además, el ruido se considera un componente habitual de la vida cotidiana, ya que está presente constantemente y afecta a todas las personas. Sin embargo, el hecho de haberse acostumbrado a él no elimina el riesgo que representa para la calidad de vida (Edgardo Pérez-Carpio, 2021).

La mayoría de las personas son conscientes de que la contaminación del aire exterior puede afectar su salud, pero la contaminación del aire interior también puede tener efectos significativos y perjudiciales. Estudios de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos sobre la exposición humana a contaminantes del aire indican que los niveles de contaminantes en interiores pueden ser de dos a cinco veces (y, en ocasiones, más de 100 veces) superiores a los niveles exteriores. Estos elevados niveles de contaminantes en espacios cerrados son especialmente preocupantes, dado que la mayoría de las personas pasa alrededor del 90 por ciento de su tiempo en interiores. Para los fines de esta guía, se define el manejo de la calidad del aire en espacios cerrados (Warthon Ascarza, 2023).

En China, aunque las emisiones de contaminantes atmosféricos se han reducido considerablemente en los últimos años, la ocurrencia de eventos de contaminación por  $\text{PM}_{2.5}$  continúa siendo un desafío ambiental significativo en Pekín, con el transporte regional como factor clave de influencia. No obstante, ha sido complicado identificar las características del transporte regional y los principales contribuyentes a estos eventos de contaminación en años recientes. En este estudio, se cuantificó la contribución relativa del transporte regional (61,3%) en los eventos de contaminación por  $\text{PM}_{2.5}$  (Yin et al., 2025).

Los efectos en la salud causados por la exposición al ruido y las consecuencias que esto implica están claramente expuestos en la misma ubicación que todas las empresas deben conocer. Es fundamental que estas entidades mantengan un control físico, ya que muchos trabajadores actualmente están sobreexposados. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha decretado que los límites permisibles de exposición al ruido en jornadas continuas son de 85 dB, según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2013). (Chimborazo & Lara-Calle, 2020)

Uno de los grandes desafíos de nuestra era es la contaminación del aire, no solo por su influencia en el cambio climático, sino también por sus efectos en la salud pública e individual, incrementando la morbilidad y la mortalidad. Existen numerosos contaminantes que contribuyen significativamente a las enfermedades humanas. Entre ellos, las partículas en suspensión (PM), de tamaño muy pequeño, penetran en el sistema respiratorio al ser inhaladas, provocando enfermedades respiratorias y cardiovasculares, disfunciones del sistema nervioso reproductivo y central, e incluso cáncer. Aunque el ozono en la estratosfera actúa como un escudo protector contra la radiación ultravioleta, en altas concentraciones a nivel del suelo es perjudicial para el sistema respiratorio y cardiovascular (Eljarrat et al., 2020).

Asimismo, el óxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, los compuestos orgánicos volátiles (COV), las dioxinas y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son considerados contaminantes atmosféricos dañinos para los seres humanos. El monóxido de carbono puede causar intoxicación directa cuando se inhala en concentraciones elevadas. Además, los metales pesados como el plomo, una vez absorbidos por el cuerpo, pueden generar envenenamiento agudo o intoxicación crónica, según el nivel de exposición. Las enfermedades asociadas a estos contaminantes incluyen principalmente problemas respiratorios como la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), asma, bronquiolitis, además de cáncer de pulmón, eventos cardiovasculares, disfunciones del sistema nervioso central y enfermedades cutáneas (Manisalidis et al., 2020).

En el Perú, la contaminación acústica del tráfico vehicular es una creciente preocupación urbana por su impacto en la calidad de vida. La exposición constante a altos niveles de ruido afecta el bienestar físico y emocional, causando trastornos del sueño, estrés, problemas cardiovasculares y dificultades de concentración. Para analizar esta problemática en Juliaca y Puno, se realizó un estudio descriptivo y correlacional, midiendo los niveles de ruido y la percepción de los habitantes. Se recopilaron datos mediante registros de ruido ambiental y cuestionarios en diez puntos estratégicos con alto tráfico, reflejando las condiciones acústicas más extremas. (Gonzales Sucasaire, 2023).

Las actividades cotidianas llevan a las personas a pasar más del 80% de su tiempo en espacios interiores, como oficinas, escuelas, hospitales, guarderías, centros comerciales y viviendas. Por lo tanto, la calidad del aire en estos lugares puede influir en la salud de quienes los habitan. Según la OMS, la contaminación del aire interior es responsable de aproximadamente 2 millones de muertes anuales en el mundo, y ha sido clasificada como el décimo factor de riesgo prevenible más importante para la salud pública (Morales & Camargo, 2016).

Las enfermedades respiratorias de origen laboral están en aumento debido a la exposición a contaminantes como polvos, humos, gases y vapores generados en procesos industriales. Actividades como molienda, perforación, fricción y martilleo liberan partículas que afectan la salud de los trabajadores. En Ecuador, afecciones como la EPOC y el asma impactan significativamente la calidad de vida de los adultos mayores, aumentando su riesgo de complicaciones y discapacidades. Diversos factores, como el tabaquismo, la contaminación ambiental, la exposición a sustancias químicas y el envejecimiento del sistema respiratorio, contribuyen al desarrollo de estas enfermedades crónicas (Ortiz & Sevichay, 2023).

En Ecuador, industrias como la petrolera, minera, agrícola y manufacturera contribuyen significativamente a la contaminación del aire. La quema de combustibles

fósiles en la industria y el transporte aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que la minería libera metales pesados y la agricultura emite amoníaco y COVs. A nivel global, los países industrializados imponen regulaciones más estrictas, aunque las empresas siguen impactando la calidad del aire. En Europa, los principales contaminantes incluyen dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas en suspensión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) (Moreira-Romero, 2018).

En el año 2000, se estableció en Machala un departamento llamado CEMA con el objetivo de abordar los problemas de contaminación que afectan a sus habitantes. Sin embargo, a pesar de la existencia de este organismo, no se han implementado medidas efectivas para regular y controlar las fuentes de emisión de contaminantes en el aire, siendo el patio automotriz una de las principales fuentes de contaminación. Como resultado, se ha concluido que los problemas de salud más comunes entre los ciudadanos de Machala podrían incluir afecciones respiratorias y cardiovasculares. Además, se destacó que los altos niveles de contaminantes en el aire representan un factor de riesgo para desarrollar o agravar enfermedades como el cáncer de pulmón, conjuntivitis, asma y enfermedades cardiovasculares (Ordóñez & Bolívar, 2021).

La Cooperativa de transportes Touris San Francisco Oriental es una empresa que presta servicios de transporte terrestre en la sierra y amazonia del Ecuador, el estudio desea identificar los niveles de contaminación del aire en ambiente cerrado como también los niveles de exposición sonora en los puestos de trabajo de una muestra representativas de trabajadores y buscar si estas variables se asocian a alguna patología de los choferes que prestan su servicio para la empresa en la ciudad de Macas.

El presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo central cuantificar la calidad del aire en los puestos de trabajo de conducción como también los niveles de exposición a la contaminación sonora y las posibles relaciones existentes a la salud respiratoria y auditiva de los trabajadores.

Problematización:

A continuación, en la Imagen 1, se presenta el árbol de problema de estudio propuesto.

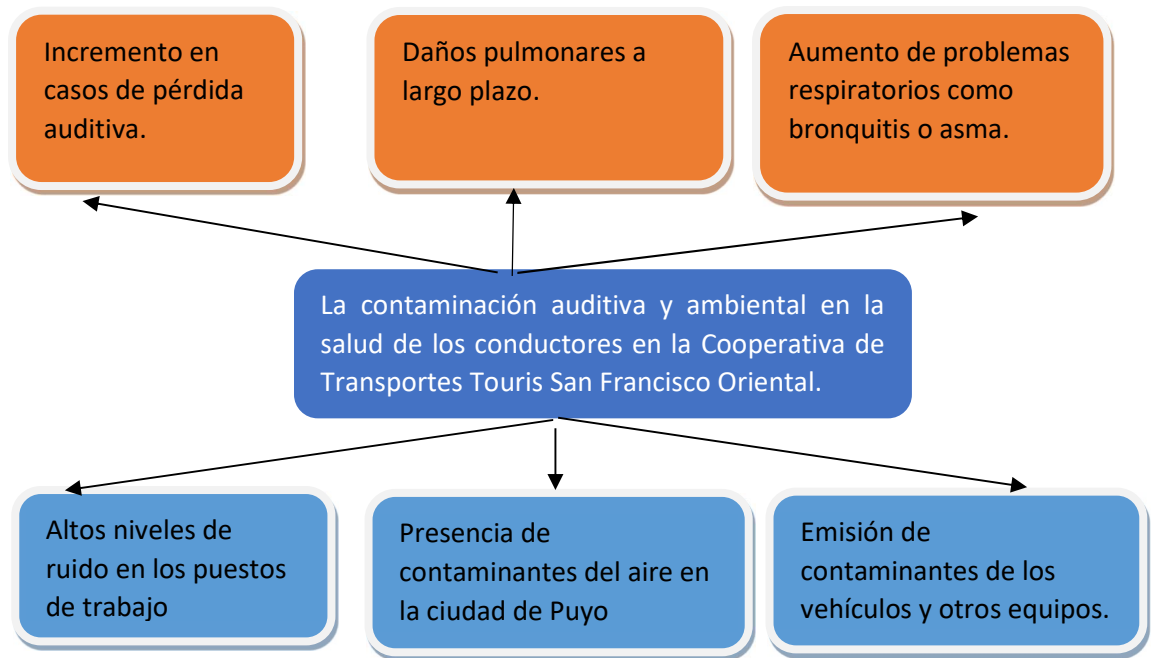


Imagen 1. Árbol de Problemas

Elaborado por: Barrera, Daniel (2024)

### **Análisis Crítico**

Los altos niveles de ruido en los lugares de trabajo han causado un aumento en los casos de pérdida auditiva entre los trabajadores, afectando su bienestar y calidad de vida. Desde la Ingeniería Industrial, es fundamental implementar medidas que protejan su salud auditiva, lo que implica identificar y controlar las fuentes de ruido, crear espacios de trabajo más seguros y garantizar que los empleados cuenten con protección auditiva adecuada. Al enfocarnos en la prevención, no solo estamos cuidando la salud y el bienestar de las personas, sino que también estamos creando un entorno laboral más productivo y reduciendo los costos relacionados con enfermedades profesionales.

La presencia de contaminantes en el aire de la ciudad de Macas podría estar causando daños pulmonares a largo plazo entre sus habitantes, y una de las poblaciones más afectadas podría ser la de los conductores profesionales. Los choferes, que pasan largas horas expuestos a la contaminación vehicular en cabinas poco ventiladas, se encuentran en un riesgo elevado. La inhalación constante de gases tóxicos, como el monóxido de carbono y las partículas finas provenientes de los escapes de otros vehículos, junto con el polvo y otros contaminantes, podría contribuir al desarrollo de afecciones respiratorias crónicas.

La exposición diaria y prolongada a estos contaminantes no solo podría afectar la salud pulmonar de estos trabajadores, aumentando el riesgo de enfermedades como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el asma, sino que también podría impactar su bienestar general, provocando fatiga, dolores de cabeza y otras molestias que disminuyen su calidad de vida. A largo plazo, estos efectos podrían derivar en una disminución de la capacidad laboral y un aumento en los costos de salud, subrayando la importancia de implementar medidas preventivas para proteger a este grupo vulnerable de trabajadores.

La emisión de contaminantes provenientes de vehículos y otros equipos en la ciudad de Macas está generando una serie de efectos adversos en la salud respiratoria de sus habitantes. Las emisiones de gases tóxicos, como el monóxido de carbono, y las partículas finas liberadas por los escapes de vehículos, junto con los contaminantes de equipos industriales, pueden irritar las vías respiratorias y contribuir al desarrollo de enfermedades como bronquitis y asma. Este efecto se ve agravado en personas que están expuestas de manera prolongada, como los choferes, quienes pasan largas horas en ambientes cargados de estos contaminantes. La exposición continua a estas sustancias puede desencadenar inflamación crónica de las vías respiratorias, deteriorar la función pulmonar y agravar los síntomas de asma. A medida que la calidad del aire se deteriora, el riesgo de desarrollar estas afecciones respiratorias aumenta, afectando negativamente la calidad de vida y la salud general de la población. La situación

subraya la necesidad urgente de implementar medidas para reducir las emisiones contaminantes y proteger la salud respiratoria de los ciudadanos.

**Antecedentes:**

En el trabajo de fin de carrera: Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana de conductores, Basantes en el 2023 tuvo como objeto evaluar las emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana en conductores profesionales, se realizaron mediciones de la concentración de gases emitidos por los vehículos livianos a gasolina del parque vehicular de la Escuela de Conducción del Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo. En condiciones estáticas, los niveles de monóxido de carbono y de hidrocarburos están dentro de los límites establecidos por la norma nacional NTE INEN 2204:2017. Sin embargo, durante las pruebas dinámicas, estos gases se encuentran en promedio en el rango superior permitido por dicha norma. (Basantes Vaca, 2023)

En la investigación realizada por (Torres Ordoñez et al., 2021), titulada “Contaminación del aire y su influencia en la incidencia de enfermedades respiratorias en Santa Elena Ecuador 2020”, En la comuna de Ayangue, Ecuador, donde los comedores mantienen la tradición de cocinar con leña para atraer a los turistas, se encontró una correlación positiva moderada entre el valor promedio de CO y varias variables. La correlación con las horas diarias de trabajo fue de  $r = 0,674$ , con el uso de leña o carbón en la cocina fue de  $r = 0,537$  (88%), y con la presencia de síntomas físicos como dolor de cabeza ( $r = 0,616$ ) y náuseas ( $r = 0,524$ ). Estas alteraciones fisiológicas se manifiestan durante o inmediatamente después de la jornada laboral, según el 88% de los individuos que experimentan síntomas.

En el estudio: Afecciones respiratorias y contaminación ambiental en Riobamba, Ecuador, los autores tienen como propósito establecer la relación entre la contaminación ambiental y las enfermedades respiratorias, se determinó que las

mujeres representaron el 60,91% del total, distribuidas entre el grupo A (58,18%) y el grupo B (63,64%). Los hombres constituyeron el 32,73% y el 36,36% en los mismos grupos, respectivamente, sin mostrar una asociación significativa con los grupos de estudio ( $\chi^2=0,03$ ;  $p=0,95$ ). Se incluyeron solo 10 niños y adolescentes, lo que equivale al 4,55% del total de 220 personas. No se encontró una relación significativa entre el sexo y las afecciones respiratorias. Las mujeres afectadas por problemas respiratorios representaron el 55,22%, mientras que los hombres fueron el 48,68% ( $\chi^2=0,83$ ;  $p=0,36$ ). El grupo A mostró un 68,18% de casos de afecciones respiratorias, en comparación con el 40% en el grupo B. Se identificó una asociación significativa entre las afecciones respiratorias y tanto los grupos de residencia como el tiempo de exposición. En conclusión, se halló una relación entre la contaminación vehicular y el riesgo de desarrollar afecciones respiratorias. (Montero et al., 2020).

En la investigación de fin de carrera: “Estudio del nivel de ruido y su incidencia en la aparición del trastorno auditivo (hipoacusia) en los trabajadores de la banda municipal de Gad Ambato”, realizada en la Universidad tecnológica Indiamérica, se estudió el nivel de ruido y su incidencia en la aparición del trastorno auditivo (hipoacusia) en los trabajadores de la banda municipal del GAD Ambato. En el estudio sobre el ruido laboral, las tres evaluaciones revelaron que el ruido es continuo. El análisis de la incertidumbre de los datos mostró que el plan de medición fue adecuado, con un valor de 1.7. El nivel máximo de ruido ambiental registrado fue de 85,34 dB(A), ligeramente superior al límite permisible de 85 dB establecido por la Norma Ecuatoriana Decreto 2393 "Ruido Ocupacional". Las evaluaciones psicossensométricas identificaron a 20 trabajadores con trastornos auditivos (hipoacusia). La correlación de Pearson aplicada a los datos obtenidos mostró un coeficiente de 0,97, confirmando que el ruido tiene un impacto significativo en la aparición de trastornos auditivos (Lozada, 2019).

### **Justificación:**

Los trabajadores expuestos a altos niveles de contaminación del aire y del sonido pueden experimentar problemas de salud como enfermedades respiratorias, pérdida auditiva y estrés. Un estudio de este tipo es de gran **importancia** ya que ayuda a identificar riesgos y a implementar medidas para proteger la salud de los empleados.

El presente estudio genera un **impacto** positivo ya que implica un análisis detallado de los niveles actuales de contaminación del aire y del sonido en los puestos de trabajo de los conductores de buses de la empresa, abarcando la medición de emisiones de los vehículos, el nivel de ruido y la identificación de posibles fuentes de contaminación. A partir de esta evaluación, se procede a la identificación de riesgos, donde se detectan y evalúan las fuentes de contaminación más significativas.

Identificar problemas antes de que se conviertan en graves es de mucha **utilidad** puesto que puede reducir costos asociados con tratamientos médicos, reparación de daños y pérdidas de productividad por ausencia del trabajador al tener alguna afección respiratoria o auditiva, así como evitar gastos relacionados con infracciones regulatorias.

Los trabajadores se **benefician** al determinar la existencia de exposición a contaminantes, lo que permitirá tomar acciones futuras que permitan disminuir el riesgo de enfermedades respiratorias, auditivas y estrés. Un entorno de trabajo más saludable puede mejorar su bienestar general y calidad de vida. La empresa se beneficia al evitar costos asociados con la atención médica y las ausencias por enfermedad.

El estudio es **factible** puesto que el investigador es socio de la empresa donde se desarrollará el estudio, se tiene el apoyo y colaboración de todos los trabajadores del volante y genera mucho interés entre ellos para conocer a que riesgos están expuestos en el contexto de contaminación.

**Objetivo general:**

Estudiar de contaminación auditiva y ambiental en los puestos de trabajo de la cooperativa de transportes Touris San Francisco Oriental.

**Objetivos Específicos:**

- ✓ Identificar los puestos de trabajo de estudio en la empresa mediante observación directa y entrevistas en la empresa Touris San Francisco Oriental.
- ✓ Determinar los riesgos existentes en los puestos de trabajo de la empresa mediante la matriz GTC45.
- ✓ Evaluar la contaminación auditiva y del aire en ambiente cerrado de los puestos de trabajo mediante equipos de medición directa.
- ✓ Determinar mediante evaluaciones audiométricas problemas de audición y mediante lista de verificación de salud del sistema respiratorio con el apoyo de un médico ocupacional.
- ✓ Relacionar estadísticamente las variables de contaminación con daños auditivos y problemas respiratorios.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### Área de Estudio

En la tabla 1 descrita a continuación se detallan los lineamientos para la realización del presente estudio.

**Tabla 1- Área de estudio**

<b>Área de estudio</b>	<b>Delimitación del objeto de estudio</b>
<b>Dominio:</b>	Tecnología y Sociedad.
<b>Línea de investigación:</b>	Medio ambiente y Gestión de Riesgos.
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial.
<b>Área:</b>	Ruido Laboral y Contaminación.
<b>Aspecto:</b>	Seguridad y salud laboral,
<b>Objeto de estudio:</b>	Contaminación auditiva y ambiental en los puestos de trabajo
<b>Periodo de análisis:</b>	octubre 2024 – febrero 2025

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

## **Enfoque**

El enfoque de esta investigación combina métodos cualitativos y cuantitativos. Es cuantitativo porque incluye la medición del ruido armónico utilizando un dosímetro, un instrumento de medición higiénica industrial que proporciona datos numéricos sobre la intensidad del ruido laboral. Además, se evaluará la contaminación en los puestos de trabajo y se cuantificarán los problemas auditivos mediante el análisis de niveles de percepción auditiva en distintas frecuencias, con el objetivo de determinar el grado de afectación auditiva en los trabajadores.

También se evaluará la salud respiratoria mediante una lista de chequeo médico estandarizada. Por otro lado, el enfoque cualitativo se refleja en las evaluaciones auditivas, que proporcionan información sobre el estado de la salud acústica de los empleados, permitiendo un análisis más integral de sus condiciones laborales.

## **Justificación de la Metodología**

### **Tipos de Investigación**

El proyecto técnico se fundamenta en una investigación aplicada, llevada a cabo mediante un estudio de campo diseñado específicamente para recolectar información directamente desde el entorno en el que los trabajadores de la empresa realizan sus actividades diarias. Este enfoque permitió la medición directa de los niveles de ruido a los que están expuestos los empleados, además de llevar a cabo una evaluación detallada de los posibles daños auditivos a través de la aplicación de pruebas psicosenométricas aéreas, lo que facilitó una evaluación más precisa del impacto en la salud auditiva de los trabajadores.

La investigación tiene un enfoque descriptivo, ya que se centra en identificar y analizar las condiciones laborales actuales en las que los trabajadores desarrollan sus

actividades cotidianas. Además, se enfoca en evaluar la intensidad del ruido presente en el entorno de trabajo, la calidad del aire en dichos espacios y las posibles repercusiones en la salud de los empleados, buscando comprender la magnitud de estos factores y cómo pueden afectar el bienestar físico y emocional de los trabajadores en su jornada diaria.

Además, esta investigación se clasifica como bibliográfica y documental, ya que incluye la consulta de diversas fuentes como libros, artículos de revistas científicas, documentos indexados, trabajos de investigación previos y publicaciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, entre otras. Estas fuentes proporcionan el marco teórico y contextual necesario, respaldando el estudio con información confiable y relevante que fundamenta las conclusiones alcanzadas

Finalmente, la investigación adopta un enfoque correlacional, ya que busca analizar la relación entre dos variables independientes: el nivel acústico y el nivel de contaminación, y sus efectos sobre las variables dependientes, que en este caso son la sordera y los problemas respiratorios. A través de un análisis estadístico detallado, se compararán estos factores para determinar si existe alguna correlación entre los niveles de exposición a ruido y contaminación en el ambiente laboral, y la aparición de afecciones auditivas y respiratorias en los trabajadores.

## Diseño del Trabajo

### Operacionalización de las Variables

Se realiza la operacionalización de la variable independiente y dependiente. Se muestran a continuación en la Tabla 2, 3, 4 y 5.

#### Variable independiente: Ruido Laboral

*Tabla 2- Operacionalización de la variable independiente 1*

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes del Investigador	Técnicas	Instrumento
El ruido ocupacional es uno de los riesgos laborales más frecuentes a nivel mundial. La pérdida auditiva es una de las discapacidades sensoriales más comunes, originada por la exposición a niveles elevados de ruido (Moreira Mayorga & Alfonso Morejón, 2022)	Nivel de ruido Laboral	Número de decibeles y frecuencia	¿El nivel de ruido afecta la salud del trabajador?	Medición de Ruido Laboral	Dosímetro de ruido. Umbral en 85 dB
	Exposición al ruido en la jornada laboral	Tiempo de exposición al ruido laboral	¿El tiempo de exposición al ruido afectan a la salud del trabajador?	Entrevista.	Documento con cuestionario. Anexo 1.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Tabla 3- Operacionalización de la variable independiente 2**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes del Investigador	Técnicas	Instrumento
Calidad del aire:  Grado en el que el medio aéreo se encuentra libre de sustancias contaminantes. Estas sustancias proceden de emisiones de origen natural o antropogénico, que por sí solas o como resultado de reacciones fisicoquímicas inciden en la salud. (OMS, 2024)	Nivel de contaminación de CO2.  Nivel de contaminación de Formaldehído HCHO  Nivel de Contaminación de Elementos orgánicos volátiles. TVOC  Nivel de contaminación por material particulado.	Partes por millón ppm.  mg/m <sup>3</sup>  mg/m <sup>3</sup>  PM 2.5 y PM 10 ug/m <sup>3</sup>	¿El nivel de contaminación afecta la salud del trabajador?          ¿El tiempo de exposición a la contaminación del aire afectan a la salud del trabajador?	Medición directa de contaminación          Entrevista	Portable air Quality Monitor          Documento con cuestionario.  Anexo 1.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Variable dependiente 1:**

**Tabla 4- Operacionalización de la variable dependiente trastorno auditivo.**

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Interrogantes del Investigador</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento</b>
Se denomina hipoacusia o sordera al defecto funcional que ocurre cuando un sujeto pierde capacidad auditiva.  (Collazo, 2012)	Capacidad auditiva.	Trastorno auditivo (Hipoacusia)	¿El trabajador tiene afectación en la salud auditiva?	Evaluación audiométrica.	Audiómetro de umbrales auditivos. Ficha de resultados Página 41.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Variable dependiente 2:**

**Tabla 5- Operacionalización de la variable dependiente afecciones respiratorias.**

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Interrogantes del Investigador</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento</b>
Las afecciones respiratorias son alteraciones que impactan el sistema respiratorio, comprendiendo desde la nariz hasta los pulmones.  (Hernández, 2009)	Afección respiratoria.	Porcentaje de afecciones respiratorias	Existen afecciones respiratorias en los trabajadores en la empresa.	Encuesta:	Cuestionario de síntomas respiratorios ATS - DLD 78. UNE-EN 689 (2019)  (Pag 43)

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

## Procedimiento para Obtención y Análisis de Datos

Para recolectar la información de las variables de estudio, se da a conocer en la Tabla 6, en la cual se establece las técnicas, herramientas y métodos a utilizar.

**Tabla 6 - Actividades para recolectar información**

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos propuestos en el estudio de variables investigativas.
2. ¿De qué personas u objetos?	De la población de estudio personas que laboran como choferes de la cooperativa de buses San Francisco.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Ruido Laboral. Trastorno auditivo (Hipoacusia). Contaminación del aire en el puesto de trabajo Afecciones respiratorias
4. ¿Quién, quienes?	Investigador Daniel Barrera
5. ¿Cuándo?	Diciembre 2024
6. ¿Dónde?	Puestos de trabajo de la cooperativa de transporte.
7. ¿Cuántas veces?	Según la metodología utilizada de medición.
8. ¿Qué técnicas de recolección?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medición de Ruido Laboral.</li><li>• Entrevista.</li><li>• Evaluación audiométrica.</li><li>• Medición directa de contaminación del aire.</li><li>• Encuesta de afección respiratoria.</li><li>• Correlación de variables de estudio.</li></ul>
9. ¿Con qué equipos, técnicas y herramientas?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medición del Ruido, dosímetro de ruido. Umbral en 85 dB</li><li>• Entrevista.</li><li>• Documento con cuestionario de entrevista.</li><li>• Audiómetro de umbrales auditivos para fonos puros.</li><li>• Instrumento de medición Blatn.</li><li>• Ficha de evaluación audiométrica.</li><li>• Estadístico de relación de variables.</li></ul>
10. ¿En qué situación?	Condiciones normales de trabajo.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

## Procedimientos y Protocolos de uso de Métodos de Evaluación.

### Técnicas para recolección de Nivel Auditivo.

La exposición real al ruido se mide aplicando el método propuesto por (Cortés, 2013) en su obra Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial donde incluye las etapas que se muestran continuación:

Etapa 1: Análisis de las Condiciones de Trabajo. Un exhaustivo análisis de las condiciones de trabajo ha de proporcionar la información necesaria relacionada con el puesto de trabajo para poder seleccionar adecuadamente la estrategia de medición para ello se realiza una entrevista a los trabajadores la misma que permitirá obtener la información de las condiciones de trabajo.

Etapa 2: Selección de la estrategia de medición. En la evaluación de la exposición al ruido deben tenerse en cuenta todos los eventos significativos, por lo que es fundamental seleccionar correctamente la estrategia de medición, en la Tabla 7 se presenta como determinar la estrategia de medición.

**Tabla 7 - Selección de la estrategia de medición**

Selección de la estrategia de medición				
Características del puesto de trabajo		Características del puesto de trabajo		
Tipo de puesto	Tipo o pauta de trabajo	Basada en la tarea	Basada en muestreos durante el trabajo (función)	Basada en la jornada completa
FIJO	Tarea simple o una única operación	RECOMENDADA	-	-
FIJO	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
MÓVIL	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
MÓVIL	Trabajo definido con muchas tareas o un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
MÓVIL	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
FIJO O MÓVIL	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
FIJO O MÓVIL	Sin tareas asignadas, a demanda	-	RECOMENDADA	APLICABLE

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Fuente:** (Cortés, 2013)

Etapa 3: Plan de Mediciones, el plan de mediciones es distinto en función de la estrategia de medición seleccionada y, por consiguiente, también los instrumentos necesarios, las horas de dedicación del técnico de prevención para elaborar las mediciones o las indicaciones a los trabajadores para que no interfieran en el resultado de las mediciones, entre otros.

### **Medición basada en el muestreo durante el trabajo.**

En el transcurso de las tareas identificadas en el análisis de las condiciones de trabajo se practican mediciones aleatorias de la exposición al ruido, habitualmente mediante un dosímetro personal.

Etapa 4: Tratamiento de la Incertidumbre en las Mediciones.

El resultado de la medición de cualquier magnitud física, como es el ruido, debe ir acompañado de una indicación de la calidad de dicho resultado y para ello se utiliza el Cálculo de incertidumbre, de manera que quienes manejen ese dato puedan evaluar la idoneidad de este (El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2006)

Antes de comenzar a efectuar las mediciones de ruido, es conveniente plantearse una serie de cuestiones recomendadas por INSHT El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- ¿Con qué instrumentos llevarlas a cabo (calibrador acústico, sonómetro integrador-promediado y/o dosímetro personal)?
- ¿Están operativos los instrumentos (calibración in situ, verificación de este, batería suficiente, etc.)?
- ¿Ha sido informado el empresario de la fecha de la medición (la empresa debe informar a los delegados de prevención del día en que se efectuarán las mediciones por si desean estar presentes)?
- ¿Qué estrategia de medición es la más apropiada para obtener unos niveles de exposición representativos de la exposición real de los trabajadores?

- ¿Cuáles son las condiciones de trabajo (presencia de ototóxicos, variabilidad en los niveles de exposición en función de la materia prima usada, activación periódica de señales acústicas, horario de trabajo, pausas) ?

¿Cuáles son los grupos homogéneos de exposición?

¿Qué medidas preventivas ya han sido implementadas (máquinas con cerramientos integrales, rotación de tareas, uso de protección auditiva, etc.)?

#### Etapa 5: Comparación de los Resultados Obtenidos con los Valores de Referencia

El analista ha de llevar a cabo la evaluación basándose en la medición de los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores, excepto si el técnico competente considera que es posible llegar a una conclusión sin necesidad de medir, como puede ocurrir en la evaluación de puestos de trabajo en locales comerciales, oficinas, almacenes, etc. (Cortés, 2013)

Se medirá el nivel del ruido, el nivel de frecuencias y el tiempo de exposición al cual el trabajador se encuentra expuesto en la jornada laboral en condiciones normales de trabajo, dichas mediciones serán tomadas en las jornadas en las que realizan las actividades los choferes por el lapso de 3 días laborables utilizando un dosímetro SONUS 2 con un umbral de 85 dB.

Para cuantificar la pérdida auditiva de los trabajadores se realizan evaluaciones audiométricas aéreas utilizando el método Bracketing descritos en el punto 6.2.3 de la Norma Acústica, Métodos de ensayo audiométricos. Parte 1: Audiometría de tonos puros por conducción aérea y por conducción ósea. (ISO 8253-1:2010)

Umbral de audición aéreas: El objetivo de esta prueba es determinar el nivel umbral auditivo del trabajador o trabajadora por conducción aérea. Para la búsqueda de los umbrales de audición aéreas se debe considerar que:

- Antes de comenzar la prueba de umbrales de audición aéreas se debe informar al sujeto sobre el examen y entregar las siguientes instrucciones:

- Responder cuando el sonido es escuchado. La respuesta se puede generar; por ejemplo, levantando un dedo, una mano o presionando un botón.

- El paciente debe indicar el momento que no se escuche el sonido. Puede generar descendiendo la mano, el dedo o dejando de presionar el botón.
- Debe responder tan pronto como sea posible.
- Indicar que los sonidos pueden ser muy débiles.
- Mostrar la secuencia de los sonidos y cual oído será examinado primero.
- Indicar que la prueba puede ser interrumpida por el mismo sujeto, en caso de que algún evento perturbe su atención.
- Se debe utilizar un formato de gráfico estandarizado de ASHA (Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición), simbología y gráfica en audiometría ocupacional
- Frecuencias a evaluar 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hercios (esta última es opcional según normativa OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos), pero se recomienda ampliamente realizarla)
- En el eje horizontal se visualizan las frecuencias y el eje vertical las intensidades.

### **Técnica para recolección de contaminación del aire.**

El proceso de evaluación de la exposición por inhalación generalmente inicia con la recopilación de datos clave que permitan establecer las condiciones bajo las cuales se llevará a cabo la medición de la concentración ambiental y su posterior análisis. Estos datos son comparados con los Valores Límite Ambientales (VLA), definidos tanto para exposiciones diarias (VLA-ED) como para periodos cortos (VLA-EC). Esta comparación resulta fundamental para determinar el nivel de exposición y orientar decisiones relacionadas con medidas preventivas (Herramientas Prevención Riesgos Laborales - INSST, 2020.)

Es importante reconocer que la concentración de agentes químicos en el aire tiende a variar con el tiempo, lo que puede dificultar la obtención de conclusiones definitivas sobre la necesidad de intervención. Por ejemplo, garantizar que una exposición cumple con un VLA-ED implica que la concentración promedio durante una jornada laboral de

8 horas sea consistentemente inferior al valor límite establecido, algo que puede no ser evidente a partir de datos obtenidos en un periodo limitado.

Las conclusiones de este análisis suelen clasificarse en tres categorías principales:

1. **Exposición aceptable**, cuando la probabilidad de que se supere el valor límite es baja.
2. **Exposición inaceptable**, ya sea porque los valores medidos exceden el límite establecido o porque la exposición registrada es lo suficientemente alta como para superar el límite en momentos no medidos.
3. **Exposición indeterminada**, cuando los resultados no permiten afirmar con certeza que la exposición sea segura ni que exceda los valores límite, dejando abierta la posibilidad de que las condiciones futuras puedan superar los límites establecidos.

Para evaluar la presencia de agentes contaminantes, se empleará el método de lectura directa. Este enfoque ofrece ventajas significativas frente a sistemas tradicionales que separan las etapas de toma de muestra y análisis. Entre sus beneficios destacan la capacidad de obtener resultados instantáneos y observar variaciones a lo largo del tiempo, además de su rapidez, menor costo y facilidad de uso.

Sin embargo, la implementación de este tipo de métodos requiere considerar ciertos aspectos clave:

Es esencial conocer las condiciones del ambiente donde se realizará el estudio para asegurar que los datos sean representativos.

Deben respetarse las especificaciones técnicas del instrumento y seguirse las instrucciones del fabricante para un uso adecuado.

El equipo debe ser sometido a un mantenimiento regular y mantenerse limpio para garantizar mediciones precisas.

Es fundamental realizar calibraciones periódicas utilizando mezclas de composición conocida. En caso de recurrir a un servicio externo para la calibración, este debe estar acreditado y emitir un certificado que respalde la calidad del proceso.

El número mínimo de mediciones a realizar depende del tipo de evaluación, y se recomienda seguir las directrices establecidas en la norma UNE-EN 689, que proporciona criterios para determinar la cantidad adecuada de mediciones según el contexto, como se presenta en la tabla 8 Hurtado-Mazeyra et al., (2023)

Este enfoque permite obtener resultados confiables y representa una herramienta efectiva para el control y monitoreo de contaminantes químicos en el entorno laboral.

Tabla 8. Número mínimo de mediciones por jornada (UNE-EN 689)

Tiempo de duración de la muestra	Ejemplos de tipo de medición	Nº de muestras necesario para abarcar el 25% de la exposición (supuestas 8 horas)	Nº mínimo de muestras recomendado por UNE-EN 689
10 segundos	Equipos de lectura directa. Medición puntual.	720	30
1 minuto	Tubos detectores de corta duración (tubos colorimétricos).	120	20
5 minutos	Tubos detectores de corta duración.	24	12
15 minutos	Tubos adsorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadotes, etc.	8	4
30 minutos	Tubos adsorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadotes, etc.	4	3
1 hora	Filtros para muestreo de aerosoles.	2	2
2 horas	Filtros para muestreo de aerosoles.	1	1

Fuente: Hurtado-Mazeyra et al., (2023)

### **Equipo de lectura directa:**

Se utiliza como metodología de medición de contaminantes la lectura directa que se caracterizan por llevar a cabo la recogida de muestras y la evaluación de la concentración de manera simultánea. Por lo tanto, se ejecutan de manera veloz y proporcionan

resultados instantáneos, lo que posibilita la obtención de información precisa y puntual a un costo razonable. Esta categoría de técnicas comprende los tubos colorimétricos y los dispositivos de medición específicos. Para cuantificar los contaminantes se utiliza el dispositivo Portable air quality monitor.



Imagen 2. Portable air quality monitor.

Fuente: <https://blatn.com/>

El monitor de calidad del aire de la serie BR-Smart es fabricado por BLATN Ciencia y Tecnología (Beijing) Co LTD. Es un verdadero instrumento de monitoreo de la calidad del aire en el tiempo utilizado para detectar el aire calidad del ambiente interior.

El monitor de la serie Smart utiliza un sensor de alta precisión y traduce la concentración de contaminantes en el aire directamente en datos intuitivos para proporcionar la información de la supervisión de la calidad del aire y la favorable atención para la salud (Lara Calle, 2024).

El modelo utilizado para cuantificar la calidad del aire en interiores o lugares cerrados es BR-Smart para cuantificar los valores de:

- PM 2,5
- PM 10
- Número de partículas
- CO2
- Formaldehído
- TVOC

Para determinar las afecciones respiratorias se utiliza como referencia el cuestionario de Síntomas Respiratorios ATS-DLD 78 fue desarrollado por la American Thoracic Society (ATS) para evaluar síntomas respiratorios y factores asociados con enfermedades pulmonares. Su propósito principal es recopilar información sobre síntomas, antecedentes médicos, hábitos relacionados con la exposición a agentes nocivos (como el tabaquismo) y el impacto en la salud respiratoria. Es ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos y clínicos. Se realizan diez preguntas las cuales permitirán obtener los datos necesarios que cuantifican la presencia de problemas respiratorios (Cajo et al., 2024).

Los participantes a esta investigación son 30 choferes de la empresa San Francisco quienes desarrollan sus actividades laborales en las cabinas de los buses interprovinciales y cantonales de la ciudad del Puyo y Macas. Todos los trabajadores están dentro de los criterios del estudio ya que se desea identificar los contaminantes en el ambiente a los que están expuestos y si estos han generado problemas respiratorios y pérdidas auditivas.

El cuestionario elaborado se aplica mediante entrevistas personales con la ayuda de un médico general y se registra en un formulario digital para facilidad del manejo de datos. Se incluye una serie de preguntas estructuradas que evalúan síntomas como tos, disnea (dificultad para respirar), esputo, silbidos, y antecedentes de infecciones respiratorias.

El cuestionario hace referencia a síntomas como , síntomas respiratorios como frecuencia y duración de tos, flemas, sibilancias, falta de aire, etc. Exposición ocupacional a contacto con polvo, gases, humos o productos químicos, factores demográficos de Edad, género, ocupación, entre otros. Los datos recolectados son analizados para determinar la presencia de los síntomas mediante estadística descriptiva que se presenta en el apartado de resultados y se desea conocer si se relaciona relación con posibles factores de riesgo, como exposición al aire contaminado.

### **Técnica para recolección de Audiometría (Nivel de percepción acústica)**

La audiometría es un examen que evalúa la capacidad de escuchar sonidos, es decir, la función auditiva. Se realice para determinar si la audición es normal o si hay algún grado de pérdida auditiva (Pino, 2024).

Durante la audiometría, se transmiten tonos puros a diferentes frecuencias y volúmenes en cada oído, y se pide al paciente que le indique cuándo los escucha.

El procedimiento comúnmente se realiza con un equipo llamado **audiómetro** que emite sonidos a distintas intensidades y frecuencias (como tonos puros), y el paciente debe indicar cuándo los escucha. Los resultados permiten clasificar la pérdida auditiva (si la hay) en diferentes tipos y niveles de gravedad, como leve, moderada o severa.

### **Descripción de los tipos de pérdida auditiva:**

Hipoacusia es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. Se ha graduado el nivel de pérdida auditiva con base al promedio de respuestas en decibelios los límites se toman de Hincapié Rubio & Agudelo Quintero, 2021:

- <25 dB Audición normal.
- 26-40 dB Hipoacusia leve.
- 41-55 dB Hipoacusia moderada.
- 56-70 dB Hipoacusia moderada a severa.
- 71-90 dB Hipoacusia severa.
- >90 dB Hipoacusia profunda

En una audiometría, medir los decibelios permite detectar cuán fuerte necesita ser un sonido para que la persona pueda oírlo. Si los resultados de la prueba muestran que la persona necesita que los sonidos se amplifiquen mucho (es decir, si tiene umbrales por encima de 25 dB), podría haber algún grado de pérdida auditiva.

La audiometría tonal es una prueba auditiva que mide la capacidad de una persona para escuchar sonidos puros de diferentes frecuencias e intensidades.

Durante una audiometría, se evalúa cómo una persona puede oír tonos a diferentes frecuencias. Las frecuencias que generalmente se prueban en un audiograma son las siguientes tomadas de :

- **Bajas frecuencias (250 Hz, 500 Hz):** Estas son las frecuencias más graves. Los sonidos de esta frecuencia son más fáciles de escuchar para la mayoría de las personas. Ejemplos incluyen sonidos como el retumbar de un bajo o el ruido de una conversación lejana.
- **Frecuencias medias (1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz):** Son las más cercanas a los sonidos de la voz humana, por lo que la capacidad de oírlas es fundamental para entender el habla en una conversación normal.
- **Altas frecuencias (4000 Hz, 5000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz):** Estas frecuencias están asociadas a los sonidos más agudos. Los tonos agudos son importantes para detectar ciertos sonidos del entorno, como el timbre de un teléfono o el canto de los pájaros. También son más susceptibles de ser afectados por la exposición al ruido excesivo (por ejemplo, en ambientes de trabajo ruidosos o por el uso prolongado de auriculares a alto volumen).

#### **Ejemplos comunes de frecuencias en audiometría:**

- **250 Hz:** Frecuencia baja, como el sonido de un tambor.
- **500 Hz:** Frecuencia baja-media, que puede ser similar al sonido de un reloj de pared.
- **1000 Hz:** Frecuencia media, que se asemeja a sonidos comunes como una campanilla.
- **2000 Hz:** Frecuencia alta-media, similar a un tono de teléfono antiguo.
- **4000 Hz:** Frecuencia alta, que puede ser similar a un timbre de teléfono o un pitido agudo.
- **8000 Hz:** Frecuencia muy alta, como el sonido de un silbido o un pito.

La empresa ha permitido obtener los resultados de audiometría de una muestra de los choferes de los buses que pertenecen a la cooperativa San Francisco.

#### **Selección del estadístico de comparación de variables.**

Para la selección del estadístico se establece un proceso técnico para la selección del método estadístico adecuado para analizar la relación entre las variables:

**Primero:**

### **Definición de las Variables**

**Medición de contaminación sonora:** Variable cuantitativa continua (decibeles, dB).

**Contaminación del aire:** Variable cuantitativa continua (PM 2,5, PM 10, CO2, Formaldehído y TVOC).

**Encuesta de salud respiratoria:** Variable ordinal o categórica (niveles de afectación: leve, moderado, severo).

**Umbral de percepción auditivo:** Variable cuantitativa continua (frecuencia mínima perceptible en Hz).

### **Características de las Variables**

Escala de medición:

**Cuantitativas continuas:** Contaminación sonora, contaminación del aire, umbral auditivo.

**Categóricas ordinales:** Encuesta de salud respiratoria.

### **Distribución de las variables:**

Evaluar normalidad mediante pruebas estadísticas (Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov) y gráficos (histogramas, Q-Q plots).

**Linealidad:**

Analizar si las relaciones entre las variables cuantitativas muestran un comportamiento lineal mediante gráficos de dispersión.

**Selección del Método Estadístico:**

Para la selección del estadístico se considera la siguiente tabla 9.

**Tabla 9. Selección de estadísticos.**

<b>Criterio</b>	<b>Condición</b>	<b>Método Estadístico Recomendado</b>
Relación entre dos variables cuantitativas normales y lineales	Datos con distribución normal	Coefficiente de correlación de Pearson
Relación entre dos variables cuantitativas no normales o no lineales	Datos no distribuidos normalmente o con relaciones no lineales	Coefficiente de correlación de Spearman
Relación entre una variable categórica ordinal y una cuantitativa	Niveles de salud respiratoria y contaminación sonora o aire	Correlación de Spearman o Análisis de varianza (ANOVA)
Relación entre múltiples variables cuantitativas	Contaminación sonora, aire, umbral auditivo	Regresión múltiple
Reducción de dimensionalidad en múltiples variables correlacionadas	Datos complejos con variables interrelacionadas	Análisis de Componentes Principales (PCA)
Relación entre variables categóricas ordinales	Encuesta de salud respiratoria (categórica ordinal)	Chi-cuadrado de independencia
Relación de causa-efecto entre variables	Determinar si la contaminación afecta el umbral auditivo	Modelos de regresión lineal o logístico

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Fuente:** (Flores-Ruiz et al., 2017)

**Validación del Método Seleccionado**

Realizar pruebas piloto con los datos para validar la adecuación del método estadístico.

Comprobar supuestos estadísticos (normalidad y homocedasticidad)

Ajustar el método si los supuestos no se cumplen (transformaciones de datos o cambio a métodos no paramétricos).

### **Justificación del Método Seleccionado**

Documentar las razones por las cuales el método estadístico seleccionado es el más adecuado para el análisis.

Presentar los resultados con sus respectivos intervalos de confianza y niveles de significancia (p-value).

### **Población y muestra**

Está claro que la población objeto de estudio en una investigación, es el conjunto total de elementos de interés y la muestra un subconjunto de la población. Para la investigación se consideran los trabajadores de la Cooperativa de Transportes San Francisco 80 trabajadores quienes serán la población, de los cuales se dividirán en puestos de trabajo para el estudio. De los cuales solo 30 choferes profesionales han aceptado participar en la investigación, estos se convertirán en la muestra para el estudio.

Cuando una población es pequeña y accesible en su totalidad, no es necesario seleccionar una muestra para realizar un estudio o investigación (Robles, 2019).

### **Hipótesis 1:**

El Nivel del Ruido tiene relación en la aparición del trastorno auditivo (Hipoacusia) en los trabajadores de Cooperativa de Transportes Touris San Francisco Oriental Pastaza,

### **Hipótesis 2:**

La calidad del aire en el puesto de trabajo tiene relación en la aparición de afecciones respiratorias en los trabajadores de la Cooperativa de Transportes Touris San Francisco Oriental Pastaza.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Resultados de la investigación.**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este estudio técnico, primero con la identificación de riesgos lo cual confirma el problema existente en la empresa y posterior los datos obtenidos de las mediciones de las variables de estudio.

#### **Aplicación de Matriz GTC 45 de identificación de Riesgos.**

La Guía Técnica Colombiana GTC 45 es un enfoque metodológico creado para identificar peligros y evaluar riesgos relacionados con la seguridad y salud en el ámbito laboral. Su primera versión, lanzada en 1997, tenía como objetivo principal servir de herramienta para diagnosticar las condiciones laborales, ofreciendo una visión integral de los factores de riesgo. A medida que la legislación ha avanzado, la GTC 45 ha evolucionado mediante diversas actualizaciones, transformándose en un método más detallado y exhaustivo para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos .

El 20 de junio de 2012, el Consejo Directivo del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) aprobó la segunda actualización de la Guía Técnica Colombiana GTC 45, enfocada en la identificación de peligros y la evaluación de riesgos en seguridad y salud ocupacional, incorporando además la definición del nivel de deficiencia. Esta guía establece lineamientos para la evaluación de riesgos, especificando

un conjunto de variables que deben calcularse para cada tarea identificada durante el análisis de peligros (GUÍA TÉCNICA GTC COLOMBIANA 45 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, 2012.)

La GTC 45 incorpora los principios de varias normas internacionales como:

- NTC-OHSAS 18001
- BS 8800 (British Standard)
- La NTP 330, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en España (INSHT)

En su versión de 2012, la GTC 45 define el nivel de deficiencia (ND) como la magnitud de la relación esperada entre los peligros identificados, su vínculo directo con posibles incidentes y la eficacia de las medidas preventivas implementadas en el entorno laboral.

**Tabla del nivel de deficiencia**

Se presenta a continuación la tabla 10 de determinación del nivel de deficiencia para la evaluación de riesgos sugerida por la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

**Tabla 10. Nivel de Deficiencia.**

NIVEL DE DEFICIENCIA	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se han identificado peligros que podrían generar incidentes de gran impacto o consecuencias significativas. Además, las medidas preventivas existentes son ineficaces o inexistentes, lo que aumenta la probabilidad de ocurrencia del riesgo.
Alto (A)	6	Se han identificado peligros con potencial de generar consecuencias significativas, o las medidas preventivas actuales son insuficientes, o ambas situaciones se presentan simultáneamente.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV)

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

Fuente: (Socorro-Santander, 2018)

**El Nivel de exposición.**

“Nivel de exposición (NE) es la situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral”

**Tabla del nivel de exposición**

Se presenta a continuación la tabla 11 de determinación del nivel de exposición para la evaluación de riesgos sugerida por la Guía Técnica Colombiana GTC 45 para la evaluación de riesgos.

**Tabla 11. Nivel de exposición.**

NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)		
Nivel de deficiencia	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición ocurre de manera continua o de forma reiterada durante largos periodos a lo largo de la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición ocurre en diversas ocasiones a lo largo de la jornada laboral, aunque por periodos breves.
Ocasional (EO)	2	Durante la jornada laboral, la situación de exposición ocurre de forma ocasional y se extiende por un breve periodo de tiempo.
Esporádica (EE)	1	La exposición se muestra de manera eventual.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

**Fuente:** (Calderón Grisales et al., 2022)

**Nivel de probabilidad.**

“Nivel de probabilidad (NP) es el producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición”

De la definición se puede interpretar que el nivel de probabilidad refleja la posibilidad de que se dé la materialización del riesgo, es decir, que tan posible sería que se diera la peor consecuencia identificada.

El cálculo de la variable se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$NP = ND \times NE \quad (\text{Ec.1})$$

Fuente: (Ochoa Aldana, 2022)

Donde,

NP: nivel de probabilidad

ND: nivel de deficiencia

NE: nivel de exposición

Se presenta a continuación la tabla 12 de interpretación del nivel de probabilidad de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 para la evaluación de riesgos.

**Tabla 12. Nivel de probabilidad.**

<b>SIGNIFICADO DE LOS NIVELES DE PROBABILIDAD</b>		
<b>Nivel de probabilidad</b>	<b>Valor de NP</b>	<b>Significado</b>
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	La situación se considera deficiente ante una exposición continua, y se vuelve muy deficiente cuando la exposición es frecuente. Por lo general, el riesgo se materializa de forma habitual."
Alto (A)	Entre 20 y 10	La situación se considera deficiente cuando existe una exposición, ya sea frecuente u ocasional; en cambio, se clasifica como muy deficiente si la exposición ocurre de manera ocasional o esporádica. Además, es posible que el riesgo se manifieste en varias ocasiones durante la carrera laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Se observa una situación deficiente cuando la exposición es esporádica; en cambio, cuando la exposición es continua o frecuente, la situación es susceptible de mejorarse. Además, es factible que en algún momento se produzca el daño.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Se observa una situación que podría mejorarse en casos de exposición ocasional o esporádica, mientras que para cualquier nivel de exposición se considera que no existen anomalías destacables. Aun así, aunque no es probable que se materialice el riesgo, su ocurrencia es concebible.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

### Nivel de consecuencias.

“Nivel de consecuencias (NC) es la medida de la severidad de las consecuencias”

### Tabla del nivel de consecuencias

Se presenta a continuación la tabla de determinación del nivel de consecuencias para la evaluación de riesgos sugerida por la Guía Técnica Colombiana GTC 45 para la evaluación de riesgos. Se presenta en la Tabla13.

**Tabla 13. Nivel de consecuencias.**

NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)		
Nivel de consecuencias	Valor de NC	Significado
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muertes(s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

La Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos de seguridad y salud en el trabajo GTC 45, en su versión 2012, define el nivel de riesgo como:

“Nivel de riesgo (NR) es la magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia”

### Significado del nivel de riesgo

Para calcular el nivel de riesgo se debe contar previamente con el nivel de probabilidad (NP) y el nivel de consecuencias (NC).

La fórmula que se debe aplicar es la siguiente:

$$NR = NC \times NP \quad (\text{Ec.2})$$

Fuente: (Ochoa Aldana, 2022)

Se presenta a continuación la tabla 14 del significado del nivel de riesgo definida en la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

**Tabla 14. Nivel de Riesgo**

<b>NIVEL DE RIESGO (NR)</b>		
<b>Nivel de riesgo y de intervención</b>	<b>Valor de NR</b>	<b>Significado</b>
I	4000 – 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Se recomienda conservar las medidas de control vigentes, aunque es oportuno evaluar alternativas o implementar mejoras, y realizar revisiones periódicas para confirmar que el nivel de riesgo continúa siendo aceptable.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

En la tabla 15 siguiente se presenta el resumen de la matriz GTC 45 para el puesto de trabajo de la cooperativa San Francisco.

Tabla 15. Resumen de matriz GTC 45.

ACTIVIDADES	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACION DEL RIESGO								VALORACION DEL RIESGO
	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE EFICIENCIA (ND)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND X NE)	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIAS (NC)	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	
Limpieza	Exposición a material particulado.	QUÍMICO	Enfermedades respiratorias	4	2	8	Medio	60	480	II	No Aceptable	
Revisión técnica vehicular	Accidentes por fallas técnicas.	FÍSICO	Accidente de tránsito	6	3	18	Alto	60	1080	I	No Aceptable	
Resepción de pasajeros.	Exposición a virus y bacterias.	BIOLÓGICO	Enfermedades infectocontagiosas	3	2	6	Medio	60	360	II	No Aceptable	
Traslado de pasajeros	Exposición de ondas de sonido.	FÍSICO	Enfermedades auditivas	5	3	15	Alto	60	900	I	No Aceptable	
Traslado de pasajeros	Exposición a contaminación del aire.	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	4	3	12	Alto	60	720	I	No Aceptable	

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

La matriz GTC 45 ha reflejado la presencia del riesgo Químico, Biológico y Físico, de tal manera que la investigación se proyecta de forma adecuada para conocer el comportamiento de estos tipos de riesgos.

### Resultados de la medición de la variable independiente 1, Ruido Ocupacional

Como método para la obtención de datos se considera:

#### Condiciones de Trabajo.

Los choferes de las unidades de la empresa San Francisco laboran 6 horas al día y están expuestos a temperaturas altas, ondas sonoras, contaminación de aire y posturas inadecuadas.

**Tipo de puesto:** Fijo (chofer de bus, jornada de 6 horas diarias)

**Naturaleza del trabajo:** Tarea compleja con múltiples operaciones (conducción, interacción con pasajeros y tráfico)

**Método de evaluación:** Medición de niveles sonoros basada en la tarea (recomendada) y muestreo durante la jornada laboral

**Aplicabilidad:** Evaluación del impacto del ruido en la salud ocupacional

### **Medición basada en el muestreo durante el trabajo.**

Durante la ejecución de las tareas identificadas en el análisis de condiciones laborales, se realizan mediciones aleatorias de la exposición al ruido mediante un sonómetro.

Luego de realizar las mediciones del ruido se ha entregado los informes por puesto de trabajo donde se han realizado 3 mediciones por puesto de trabajo en el desarrollo de sus actividades normales como fue la selección de medición. Los datos presentados son los valores promedios de los datos obtenidos, de los cuales se ha tomado como valores el LCpeak PICO, LASmax, LASavg PROMEDIO y Laeq Equivalente.

LCpeak (PICO):

Es el nivel de presión sonora instantáneo más alto registrado durante un periodo de medición. El prefijo C hace referencia a la ponderación frecuencial tipo C, que tiene una respuesta más plana (menos atenuación de bajas y altas frecuencias). El término "Peak" indica que se registra el valor máximo en milisegundos.

LASmax (Máximo):

Es el nivel máximo registrado durante el periodo de medición, considerando una ponderación A y una ponderación temporal Slow (lenta, con un tiempo de integración de 1 segundo). El prefijo A corresponde a la ponderación frecuencial que imita la sensibilidad del oído humano, atenuando las bajas y altas frecuencias.

LASavg (Promedio):

Es el promedio aritmético del nivel de presión sonora durante el periodo de medición, utilizando ponderación A y ponderación temporal Slow.

Se refiere al promedio simple de los valores registrados, sin un cálculo de ponderación energética.

L<sub>Aeq</sub> (Nivel Equivalente):

Es el nivel de presión sonora continuo equivalente que representaría la misma energía sonora que la medida variable durante un periodo determinado.

Utiliza la ponderación A, siendo una medida energética que refleja la exposición promedio al sonido. Es el indicador más común en estudios de exposición al ruido.

En la tabla 16 se presentan los datos promedios obtenidos en las mediciones de la exposición del ruido laboral en decibeles y el tiempo de exposición en horas obtenido en la entrevista.

+++

Tabla 16. Datos de medición del ruido laboral.

BUS	LCpeak PICO	LASmax	LASavg PROMEDIO	L <sub>Aeq</sub> Equivalente	tiempo de exposicionv horas
1	116,7	95,9	80,7	81,5	6
2	108,1	89,1	73,6	76,6	6
3	112,3	81,3	53,2	69,3	6
4	116,7	95,9	80,7	81,5	6
5	117,3	89,8	73,2	75,6	6
6	113,9	86	78	79,2	6
7	113,6	90	80,9	81,1	6
8	111,4	89,9	80,8	81,6	6
9	116,5	86,6	73,9	78,2	6
10	113,5	90	81,2	82	6
11	110,9	86,5	79,9	80,6	6
12	126,4	94,6	79	80,2	6
13	119,2	93,5	77,9	79,9	6
14	111,1	97,3	79,7	80,7	6
15	110,9	91	76	78,8	6
16	114,8	86,2	76,5	79,4	6
17	109,6	85,4	76,7	79,3	6
18	121,5	89	82,4	82,7	6
19	112,6	88,2	80,3	81	6
20	113,7	89,9	76,4	78,5	6
21	11,8	92,8	81,1	81,6	6
22	112	89,1	80,2	81,3	6
23	117	89,8	76,1	79,2	6
24	117,8	92,7	83,2	83,5	6
25	116,7	96,7	81,6	82,1	6
26	113	92,8	80,6	81,1	6
27	112,5	88,8	81,9	82,2	6
28	112,3	84,1	71	77,5	6
29	111,7	84,4	74,5	78,9	6
30	111,4	87,1	75,5	79	6

Elaborado por: Barrera, Daniel (2024)

## Resultados de la medición de la variable independiente 2, Calidad del aire.

Se obtienen los siguientes resultados de la medición directa de la calidad del aire, determinando que el mayor contaminante en los buses de la cooperativa San Francisco es la presencia de CO<sub>2</sub> Dióxido de carbono, cabe indicar que el medidor de la contaminación del aire generó una alarma de nivel de contaminación alta en diferentes puntos de la trayectoria de desplazamiento de la ruta identificando que los focos de contaminación son los semáforos y cuando existen embotellamientos vehiculares. En la tabla 17 se presentan los datos obtenidos.

Tabla 17. Resultados de medición de la calidad del aire.

	PM1 mg/m <sup>3</sup>	PM2 mg/m <sup>3</sup>	PM10 mg/m <sup>3</sup>	CO2 ppm	HCHO mg/m <sup>3</sup>	TVOC mg/m <sup>3</sup>
1	31	47,00	75,00	460,00	0,00	0,01
2	15	27,00	51,00	472,00	0,00	0,08
3	27	34,00	50,00	451,00	0,00	0,03
4	27	40,00	76,00	516,00	0,00	0,02
5	23	35,00	67,00	567,00	0,00	0,00
6	14	24,00	35,00	483,00	0,00	0,00
7	6	10,00	17,00	420,00	0,01	0,02
8	7	7,00	16,00	439,00	0,01	0,01
9	9	14,00	21,00	434,00	0,01	0,01
10	12	17,00	25,00	407,00	0,00	0,02
11	19	24,00	36,00	1151,00	0,01	0,19
12	16	22,00	33,00	1050,00	0,01	0,21
13	16	22,00	31,00	970,00	0,01	0,18
14	30	39,00	67,00	805,00	0,01	0,18
15	21	29,00	40,00	893,00	0,01	0,22
16	19	24,00	35,00	1296,00	0,01	0,28
17	17	22,00	33,00	1278,00	0,01	0,30
18	17	22,00	33,00	1148,00	0,01	0,30
19	20	22,00	35,00	1330,00	0,01	0,32
20	24	32,00	50,00	1212,00	0,00	0,34
21	3	5,00	8,00	1208,00	0,01	0,00
22	1	2,00	2,00	1128,00	0,01	0,01
23	3	4,00	4,00	1023,00	0,01	0,03
24	8	11,00	17,00	637,00	0,00	0,01
25	5	9,00	9,00	459,00	0,00	0,01
26	5	9,00	9,00	631,00	0,01	0,03
27	10	16,00	22,00	575,00	0,01	0,03
28	6	9,00	11,00	781,00	0,02	0,06
29	3	7,00	8,00	721,00	0,02	0,09
30	5	8,00	9,00	958,00	0,03	0,10

Elaborado por: Barrera, Daniel (2025)

Resultados de la medición de la variable dependiente 1, Trastorno auditivo (Hipoacusia)

Los resultados permiten clasificar la pérdida auditiva (si la hay) en diferentes tipos y niveles de gravedad, como leve, moderada o severa. En la tabla 18 siguiente se presentan los resultados de la evaluación audiometría desarrollada a 30 trabajadores de la cooperativa san Francisco.

**Tabla 18. Resultados de audiometría.**

Edad	Tipo de Pérdida Auditiva	Frecuencia (Hz)	Intensidad (dB)	Resultado	Descripción
30	Normal	250 Hz	20 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
27	Normal	500 Hz	15 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
49	Normal	1000 Hz	10 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
31	Leve	4000 Hz	25 dB	Leve	Pérdida leve en frecuencias altas
58	Moderada	1000 Hz	40 dB	Moderada	Pérdida auditiva moderada
62	Severa	500 Hz	70 dB	Severa	Pérdida auditiva severa
24	Normal	250 Hz	20 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
48	Moderada	3000 Hz	50 dB	Moderada	Pérdida auditiva moderada
25	Normal	3000 Hz	15 dB	Normal	Escucha normal
38	Leve	4000 Hz	35 dB	Leve	Pérdida leve en frecuencias altas
23	Normal	3000 Hz	18 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
25	Normal	4000 Hz	16 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
29	Normal	6000 Hz	17 dB	Normal	Escucha dentro de los límites normales
31	Normal	1000 Hz	20 dB	Normal	Escucha normal
59	Moderada	2000 Hz	45 dB	Moderada	Pérdida auditiva moderada
31	Normal	250 Hz	18 dB	Normal	Escucha normal
35	Normal	4000 Hz	10 dB	Normal	Escucha normal
33	Leve	250 Hz	30 dB	Leve	Pérdida leve
72	Severa	1000 Hz	65 dB	Severa	Pérdida auditiva severa
33	Normal	500 Hz	15 dB	Normal	Escucha normal

34	Normal	2000 Hz	10 dB	Normal	Escucha normal
38	Leve	5000 Hz	30 dB	Leve	Pérdida leve
59	Moderada	8000 Hz	50 dB	Moderada	Pérdida auditiva moderada
29	Normal	1000 Hz	10 dB	Normal	Escucha normal
45	Leve	3000 Hz	25 dB	Leve	Pérdida leve
31	Normal	250 Hz	10 dB	Normal	Escucha normal
29	Normal	3000 Hz	18 dB	Normal	Escucha normal
26	Normal	4000 Hz	16 dB	Normal	Escucha normal
58	Moderada	8000 Hz	50 dB	Moderada	Pérdida auditiva moderada
40	Leve	5000 Hz	30 dB	Leve	Pérdida leve

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

### **Resultados de la medición de la variable dependiente 2, Problemas respiratorios.**

Para cuantificar el problema respiratorio en los trabajadores de la cooperativa San Francisco se desarrolló el cuestionario de salud respiratorio, este fue aplicado por el investigador con el apoyo de la doctora ocupacional, se generaron 10 preguntas de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados. En la tabla 19 se presentan los resultados de la encuesta.

**Tabla 19. Resultados de la encuesta de problemas respiratorios.**

	PREGUNTAS	SI	NO	INSEGUROS
1	¿Tose más de 4 veces en el día, por 4 o más días a la semana ?	10	17	3
2	¿ Si tiene tos y expectoración permanente , ha tenido episodios en los cuales le hayan aumentado en los últimos tres meses?	13	15	2
3	¿ Si tiene tos y expectoración permanente , ha tenido episodios en los cuales le hay	6	22	2
4	¿Ha tenido alguna vez sibilancias (silbido, chillido, hervidera) en el pecho en los últimos 6 meses?	14	15	1
5	¿Se ahoga (se asfixia o le falta aire) con actividad física, caminando, rápido en lo plano o subiéndolo una cuesta suave?	17	12	1
6	¿En los últimos tres años ha tenido gripas (catarro, resfriado, constipación) que se le bajen al pecho que lo hayan incapacitado o que lo hayan obligado a guardar cama?	17	11	2
7	¿Tuvo alguna de estas enfermedades confirmadas por un doctor?	9	0	21
8	partículas de polvo?	21	8	1
9	¿Ha tenido usted alguno de los siguientes síntomas en las últimas cuatro semanas?	21	0	9
10	varios días consecutivos?	24	0	6

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2024)

Pregunta 1:

¿ Tose más de 4 veces en el día, por 4 o más días a la semana ?



**Gráfico 1.** Resultado de pregunta 1 problemas respiratorios.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

Más de la mitad de los encuestados (57%) no presentan tos frecuente, lo que indica que la mayoría no tiene síntomas que podrían sugerir problemas respiratorios persistentes. Sin embargo, un 33% sí experimenta tos frecuente, lo que podría ser un indicio de una condición subyacente como alergias, infecciones respiratorias o enfermedades pulmonares crónicas. El 10% de los encuestados no está seguro, lo que podría reflejar falta de atención a sus síntomas o variabilidad en su frecuencia de tos.

Pregunta 2:

¿ Si tiene tos y expectoración permanente , ha tenido episodios en los cuales le hayan aumentado en los últimos tres meses?



**Gráfico 2.** Resultado de pregunta 2 problemas respiratorios.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

De que casi la mitad (43%) de los encuestados haya reportado un aumento en la tos y expectoración podría indicar la presencia de factores ambientales o problemas de salud que agravan sus síntomas, como infecciones respiratorias, contaminación del aire o enfermedades pulmonares crónicas. Por otro lado, el 50% que respondió "No" sugiere que su condición ha permanecido estable o no ha empeorado. El 7% de inseguros podría deberse a una falta de monitoreo de sus síntomas o a variaciones leves que no perciben con claridad.

Pregunta 3:

¿ Tiene tos y expectoración permanente o ha tenido episodios en los cuales le hayan aumentado en los últimos tres meses?



**Gráfico 3.** Resultado de pregunta 3 problemas respiratorios.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

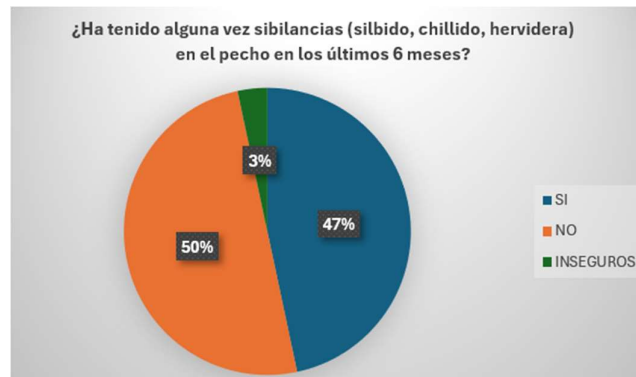
**Interpretación:**

La gran mayoría de los encuestados (73%) reporta que su condición no ha empeorado en los últimos tres meses, lo que sugiere estabilidad en sus síntomas respiratorios. Sin embargo, un 20% indica que sí ha tenido episodios de aumento en la tos y expectoración, lo que podría estar relacionado con factores como infecciones, cambios ambientales o enfermedades respiratorias crónicas. El 7% de los encuestados no está seguro, lo que

podría deberse a que no monitorean sus síntomas de manera frecuente o a que han experimentado variaciones leves que no pueden identificar con claridad.

Pregunta 4:

¿Ha tenido alguna vez sibilancias (silbido, chillido, hervidera) en el pecho en los últimos 6 meses?



**Gráfico 4.** Resultado de pregunta 4 problemas respiratorios.

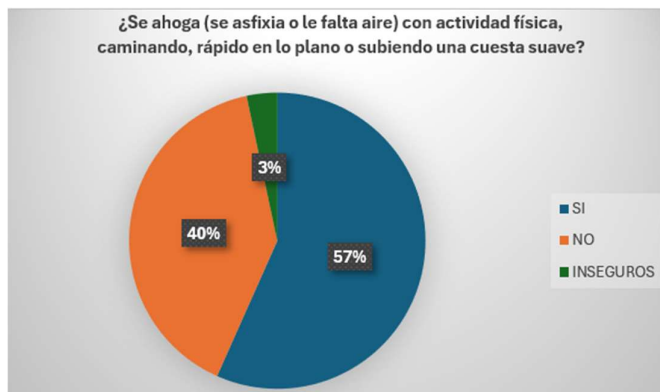
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

La mitad de los encuestados (50%) no presentan alguna sibilancia en el pecho los últimos 6 meses, lo que indica que la mayoría no tiene síntomas que podrían sugerir problemas respiratorios persistentes. Sin embargo, un 47% sí experimentan estos síntomas, lo que podría ser un indicio de una condición subyacente como alergias, infecciones respiratorias o enfermedades pulmonares. El 3% de los encuestados no está seguro, lo que podría reflejar falta de atención a sus síntomas.

Pregunta 5:

¿Se asfixia o le falta aire con la actividad física, caminando, rápido en lo plano o subiendo una cuesta suave?



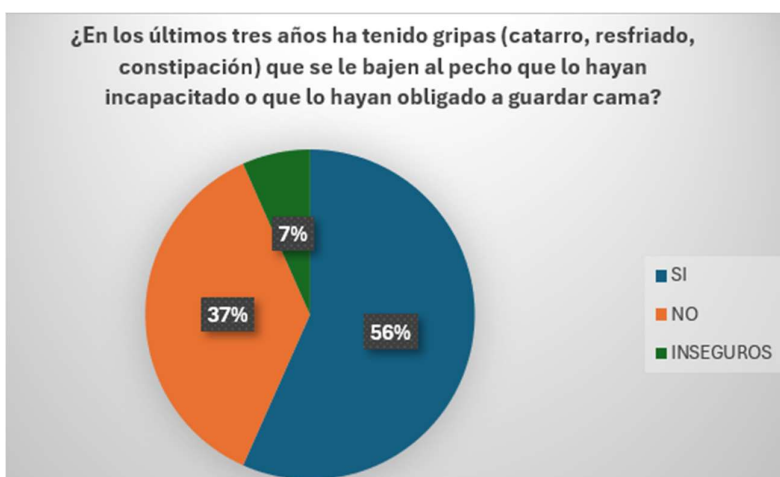
**Gráfico 5.** Resultado de pregunta 5 problemas respiratorios.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

La mayoría de las personas encuestadas (57%) reportan experimentar ahogo, asfixia o falta de aire al realizar actividad física moderada, como caminar rápido en terreno plano o subir una cuesta suave. Un porcentaje significativo (40%) no experimenta estos síntomas. Un pequeño porcentaje (3%) se muestra inseguro sobre si experimenta o no estos síntomas. El alto porcentaje de personas que experimentan ahogo durante la actividad física moderada podría indicar una preocupación por la salud respiratoria o cardiovascular de la población encuestada.

**Pregunta 6:**

¿En los últimos tres años ha tenido gripas (catarro, resfriado, constipación) que se le bajen al pecho que lo hayan incapacitado o que lo hayan obligado a guardar cama?



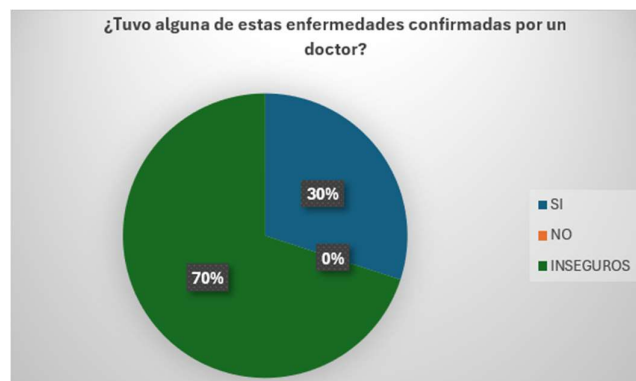
**Gráfico 6.** Resultado de pregunta 6 problemas respiratorios.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

### Interpretación:

La mayoría de las personas encuestadas (56%) reportan haber experimentado gripes que se complicaron y afectaron el pecho, llevándolos a la incapacidad o a guardar cama en los últimos tres años. Un 37% de los encuestados no ha tenido gripes con estas complicaciones. Un 7% de los encuestados se muestra inseguro sobre si han experimentado estos síntomas. El alto porcentaje de personas que han tenido gripes complicadas sugiere una posible vulnerabilidad en la salud respiratoria de la población encuestada.

Pregunta 7:

¿Tuvo alguna de estas enfermedades confirmadas por un doctor?



**Gráfico 7.** Resultado de pregunta 7 problemas respiratorios.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

### Interpretación:

La gran mayoría de los encuestados (70%) reportan no haber tenido ninguna de las enfermedades mencionadas confirmadas por un médico. Un 30% de los encuestados sí ha tenido alguna de estas enfermedades confirmadas por un doctor. No hay personas que se muestren inseguras sobre si han tenido o no un diagnóstico médico. El alto porcentaje de personas sin diagnóstico médico podría indicar un posible subdiagnóstico de las enfermedades en cuestión. Esto podría deberse a diversas razones, como la falta de acceso a la atención médica, la falta de conciencia sobre los síntomas.

Pregunta 8:

¿Alguna vez ha trabajado por un año o más en sitios en los que había muchas partículas de polvo?



**Gráfico 8.** Resultado de pregunta 8 problemas respiratorios.

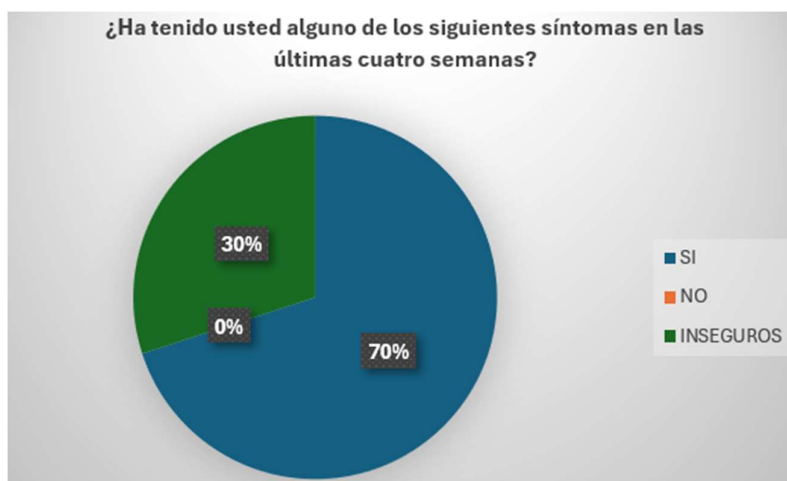
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

La gran mayoría de los encuestados (70%) reportan haber trabajado durante un año o más en lugares con alta concentración de partículas de polvo. Un 27% de los encuestados no ha tenido esta experiencia laboral. Solo un 3% de los encuestados se muestra inseguro sobre si ha estado expuesto o no. El alto porcentaje de personas expuestas al polvo en el trabajo sugiere un riesgo laboral significativo para la salud respiratoria de la población encuestada. La exposición prolongada al polvo puede causar diversas enfermedades respiratorias, como la silicosis, el asma ocupacional y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Pregunta 9:

¿Ha tenido usted alguno de los siguientes síntomas en las últimas cuatro semanas?



**Gráfico 9.** Resultado de pregunta 9 problemas respiratorios.

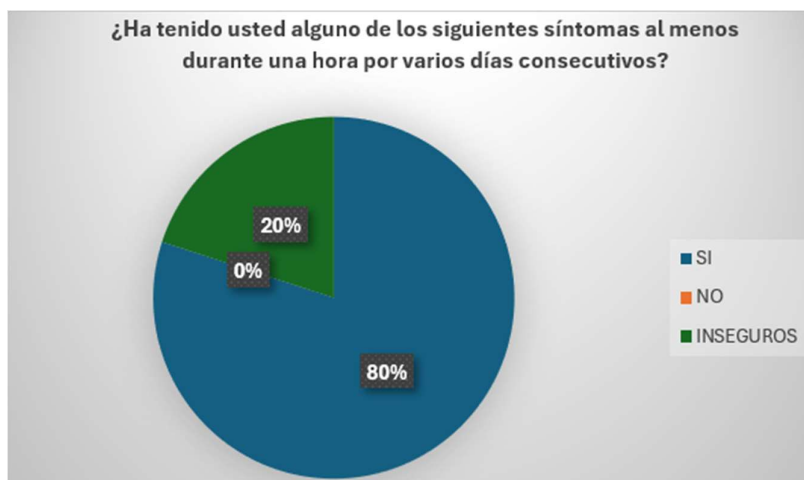
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

La mayoría de los encuestados (70%) reportan no haber experimentado ninguno de los síntomas mencionados en las últimas cuatro semanas. Un 30% de los encuestados sí ha experimentado alguno de los síntomas en este período. No hay personas que se muestren inseguras sobre si han tenido o no síntomas recientes. El alto porcentaje de personas sin síntomas recientes podría indicar una buena salud general en la población encuestada.

Pregunta 10:

¿Ha tenido alguno de los siguientes síntomas al menos durante una hora por varios días consecutivos?



**Gráfico 10.** Resultado de pregunta 10 problemas respiratorios.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Interpretación:**

La gran mayoría de los encuestados (80%) reportan haber experimentado alguno de los síntomas mencionados durante al menos una hora por varios días consecutivos. Esto sugiere que los síntomas son persistentes y no episodios aislados. Un 20% de los encuestados no ha experimentado estos síntomas persistentes. No hay personas que se muestren inseguras sobre si han tenido o no síntomas persistentes. El alto porcentaje de

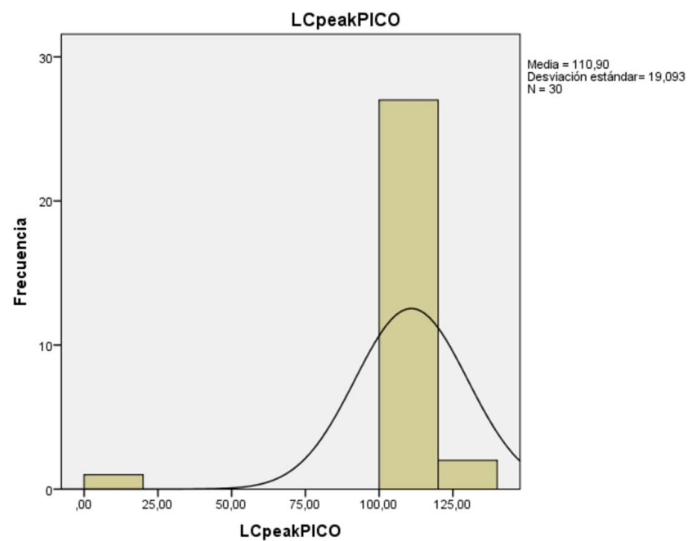
personas con síntomas persistentes sugiere la posibilidad de un problema de salud subyacente que requiere atención médica.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Interpretación de resultados:

Para la medición de ruido laboral se obtienen las gráficas siguientes de la 11 a la 15:



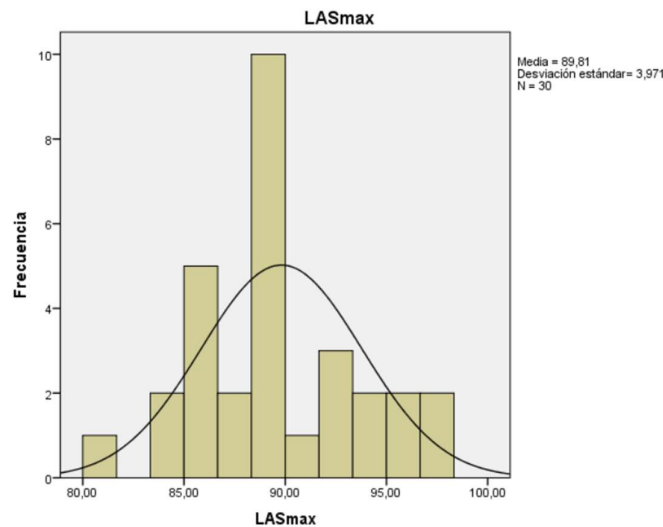
**Gráfico 11.** Resultado de LCpeakPICO  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

#### Datos:

- **Media:** 110.00
- **Desviación estándar:** 19.093
- **N:** 30 (tamaño de la muestra)

### Interpretación:

- **Distribución:** El histograma muestra la distribución de los datos de la variable LCpeakPICO. Se observa que la mayoría de los datos se concentran en el rango de 100.00 a 125.00, con una frecuencia muy alta. Esto sugiere que la variable LCpeakPICO tiende a tener valores altos.
- **Asimetría:** La distribución parece estar ligeramente sesgada hacia la izquierda, ya que hay algunos valores atípicos en el rango de 0.00 a 25.00.
- **Media y desviación estándar:** La media de 110.00 indica el valor promedio de la variable. La desviación estándar de 19.093 indica la dispersión de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar relativamente alta sugiere que los datos están algo dispersos.
- **Tamaño de la muestra:** El tamaño de la muestra de 30 es relativamente pequeño, lo que puede afectar la precisión de las conclusiones.
- La variable LCpeakPICO tiende a tener valores altos, con la mayoría de los datos concentrados en el rango de 100.00 a 125.00.
- La distribución está ligeramente sesgada hacia la izquierda, lo que sugiere la presencia de algunos valores atípicos bajos.
- La desviación estándar indica que los datos están algo dispersos alrededor de la media.
- El tamaño de la muestra es relativamente pequeño, lo que puede afectar la precisión de las conclusiones.



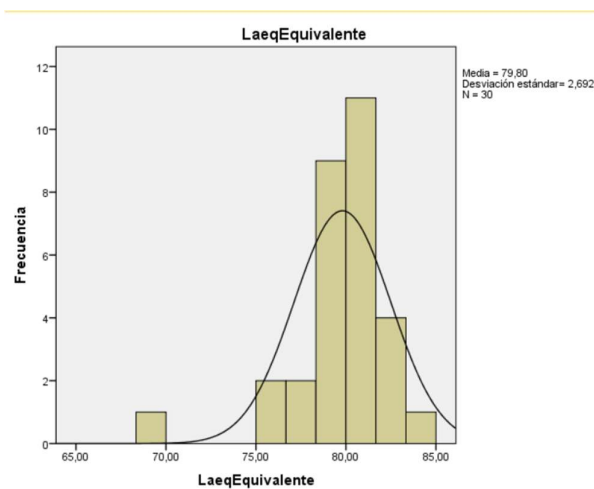
**Gráfico 12.** Resultado de LASmax  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Datos:**

- **Media:** 89.81
- **Desviación estándar:** 3.971
- **N:** 30 (tamaño de la muestra)

**Interpretación:**

- **Distribución:** El histograma muestra la distribución de los datos de la variable LASmax. Se observa que la mayoría de los datos se concentran en el rango de 85.00 a 95.00, con un pico en el rango de 90.00. Esto sugiere que la variable LASmax tiende a tener valores cercanos a 90.00.
- **Simetría:** La distribución parece ser relativamente simétrica, con una forma de campana que se aproxima a una distribución normal.
- **Media y desviación estándar:** La media de 89.81 indica el valor promedio de la variable. La desviación estándar de 3.971 indica la dispersión de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar baja indica que los valores del conjunto de datos están concentrados cerca de la media.
- **Tamaño de la muestra:** El tamaño de la muestra de 30 es relativamente pequeño, lo que puede afectar la precisión de las conclusiones.
- La variable LASmax tiende a tener valores cercanos a 90.00, con una distribución relativamente simétrica.
- La desviación estándar indica que los datos están agrupados alrededor de la media.



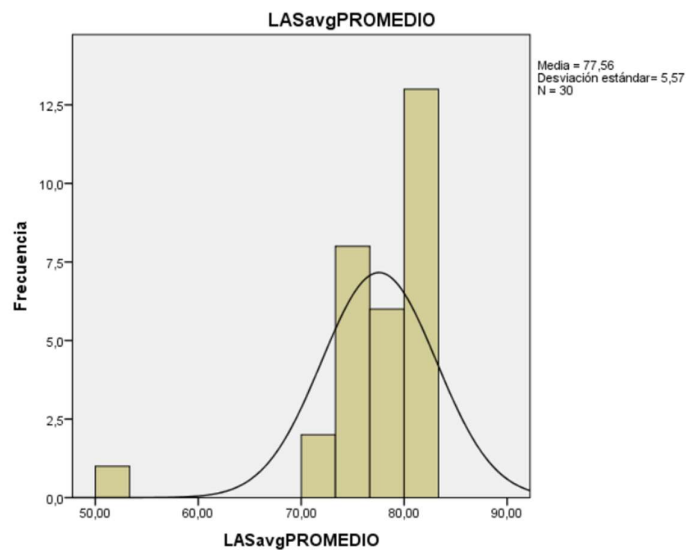
**Gráfico 13.** Resultado de LaeqEquivalente  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Datos:**

- **Media:** 79.80
- **Desviación estándar:** 2.692
- **N:** 30 (tamaño de la muestra)

**Interpretación:**

- **Distribución:** El histograma muestra la distribución de los datos de la variable LaeqEquivalente. Se observa que la mayoría de los datos se concentran en el rango de 75.00 a 85.00, con un pico en el rango de 80.00. Esto sugiere que la variable LaeqEquivalente tiende a tener valores cercanos a 80.00.
- **Simetría:** La distribución parece ser relativamente simétrica, con una forma de campana que se aproxima a una distribución normal.
- **Media y desviación estándar:** La media de 79.80 indica el valor promedio de la variable. La desviación estándar de 2.692 indica la dispersión de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar baja indica que los valores del conjunto de datos están concentrados cerca de la media.
- La variable LaeqEquivalente tiende a tener valores cercanos a 80.00, con una distribución relativamente simétrica.
- La desviación estándar indica que los datos están agrupados alrededor de la media.



**Gráfico 14.** Resultado de LASavgPROMEDIO  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

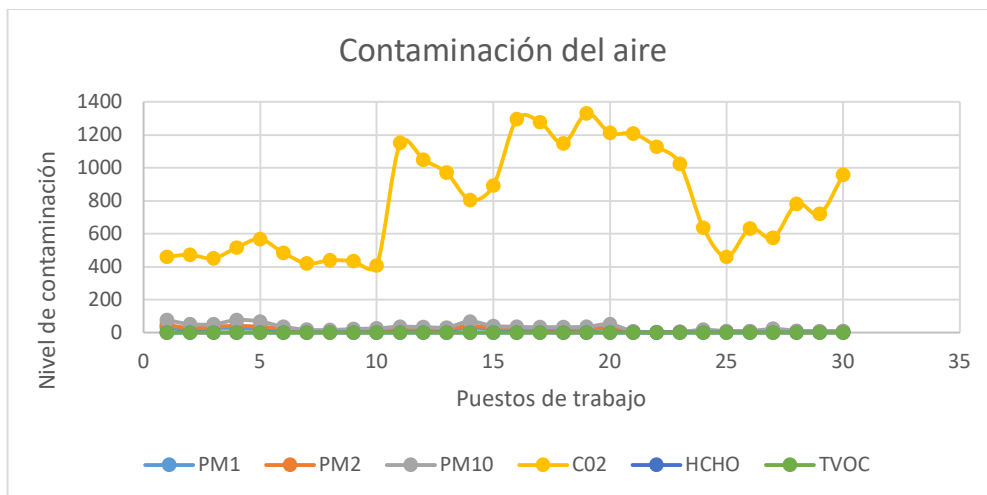
**Datos:**

- **Media:** 77.56
- **Desviación estándar:** 5.57
- **N:** 30 (tamaño de la muestra)

**Interpretación:**

- **Distribución:** El histograma muestra la distribución de los datos de la variable LASavgPROMEDIO. Se observa que la mayoría de los datos se concentran en el rango de 70.00 a 85.00, con un pico en el rango de 80.00. Esto sugiere que la variable LASavgPROMEDIO tiende a tener valores cercanos a 80.00.
- **Asimetría:** La distribución parece estar ligeramente sesgada hacia la izquierda, ya que hay algunos valores atípicos en el rango de 50.00 a 60.00.
- **Media y desviación estándar:** La media de 77.56 indica el valor promedio de la variable. La desviación estándar de 5.57 indica la dispersión de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar relativamente baja sugiere que los datos están agrupados alrededor de la media, aunque la ligera asimetría indica que no es una distribución perfectamente normal.
- La variable LASavgPROMEDIO tiende a tener valores cercanos a 80.00, con una distribución ligeramente sesgada hacia la izquierda.
- La desviación estándar indica que los datos están agrupados alrededor de la media, aunque la asimetría indica que no es una distribución perfectamente normal.

Para la medición de contaminación de aire se obtiene el siguiente resultado.



**Gráfico 15.** Resultado de Contaminación de aire.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

**Contaminantes Medidos:**

- PM1 (Partículas finas de 1 micrómetro de diámetro)
- PM2 (Partículas finas de 2.5 micrómetros de diámetro)
- PM10 (Partículas gruesas de 10 micrómetros de diámetro)
- CO2 (Dióxido de carbono)
- HCHO (Formaldehído)
- TVOC (Compuestos orgánicos volátiles totales)

**Interpretación:****CO2 (Dióxido de carbono):**

- Este contaminante muestra la mayor variación y concentración.
- Hay un aumento drástico alrededor del punto 10 en el eje X, seguido de fluctuaciones significativas.
- Esto sugiere una fuente de emisión de CO2 intermitente o variable.
- Las fluctuaciones drásticas ahora indican variaciones en la concentración de CO2 medidas en ppm.
- El pico que supera las 1200 ppm, nos indica que en esos momentos la concentración de dióxido de carbono es alta.

**PM1, PM2 y PM10 (Partículas):**

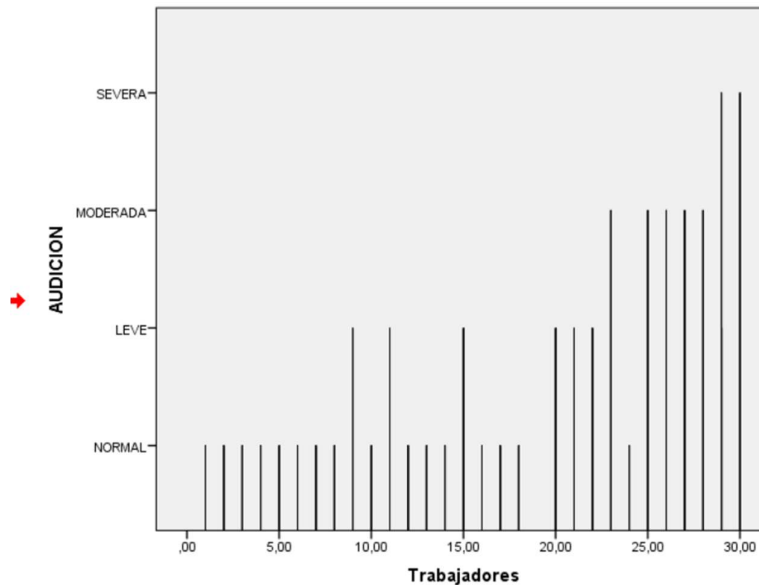
- Las concentraciones de estas partículas son relativamente bajas y estables a lo largo del período medido.
- Esto indica que la contaminación por partículas no es el problema principal en este lugar.

**HCHO (Formaldehído) y TVOC (Compuestos orgánicos volátiles totales):**

- Las concentraciones de estos contaminantes son muy bajas y casi constantes.
- Esto sugiere que no hay una fuente significativa de formaldehído o compuestos orgánicos volátiles en el área.

De los resultados de problemas auditivos (hipoacusia) se determina el siguiente resultado presentado en la gráfica 16.

### GGraph



**Gráfico 16.** Resultado de problemas de audición.  
**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

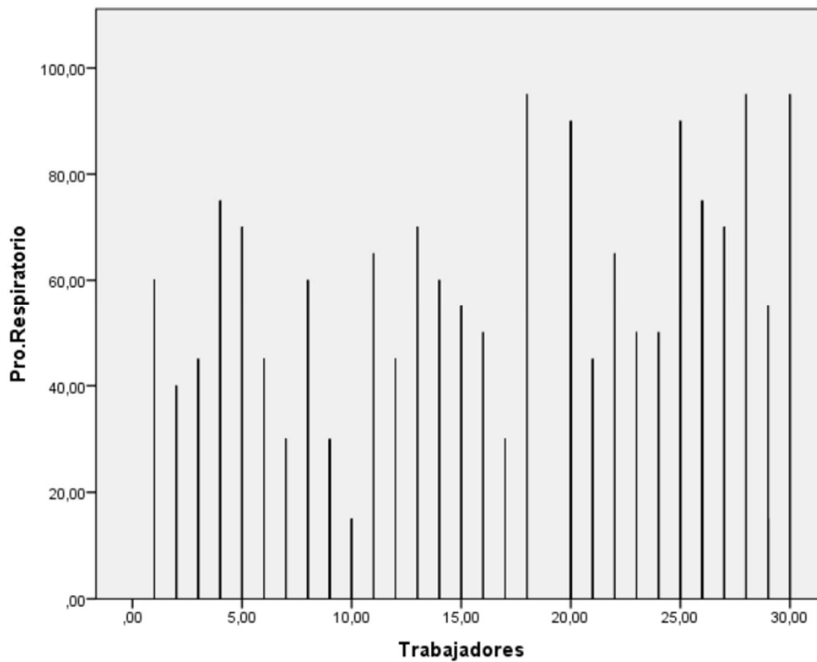
#### **Interpretación:**

El gráfico muestra la distribución de trabajadores según su nivel de audición, clasificada en cuatro categorías: **Normal, Leve, Moderada y Severa.**

- En el eje **X**, se representa la cantidad de trabajadores evaluados.
- En el eje **Y**, se muestra el nivel de audición de los trabajadores.
- Se observa que la mayoría de los trabajadores tienen una afectación auditiva leve a severa, con un incremento en los casos hacia los niveles más altos de pérdida auditiva.
- Parece haber una tendencia ascendente en la cantidad de trabajadores con afectación moderada y severa, lo que sugiere una posible exposición prolongada a ruido elevado en el entorno laboral.
- El gráfico sugiere la necesidad de medidas preventivas, como protección auditiva o reducción de la exposición al ruido, para evitar el deterioro auditivo de los trabajadores.

De los resultados obtenidos en la encuesta de afecciones respiratorias se presenta a continuación la gráfica 17 siguiente.

## GGraph



**Gráfico 17.** Resultado de problemas respiratorios.

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

### Interpretación:

- Eje X: Trabajadores (representa el número de trabajadores evaluados)
- Eje Y: Pro.Respiratorio (Porcentaje de Problema Pulmonar)
- Variabilidad en el Porcentaje de Problema Pulmonar:
  - El gráfico revela una notable dispersión en los porcentajes de problemas pulmonares entre los trabajadores.
  - Esto indica que algunos trabajadores presentan un alto grado de afectación pulmonar, mientras que otros muestran niveles bajos o nulos.
  - La distribución de los datos no sigue un patrón uniforme, lo que sugiere que los problemas pulmonares no están distribuidos de manera equitativa entre los trabajadores.
  - La alta variabilidad de los datos, nos indica que existen trabajadores con altos problemas pulmonares, y otros con muy pocos o nulos problemas.

- Los picos altos en el gráfico indican trabajadores con un porcentaje significativo de afectación pulmonar, lo que podría implicar condiciones de salud graves.
- Riesgo Ocupacional: La marcada variabilidad en los problemas pulmonares sugiere la presencia de factores de riesgo en el entorno laboral.
- Necesidad de Intervención: Es crucial investigar las causas subyacentes de estos problemas y tomar medidas preventivas y correctivas.
- Vigilancia de la Salud: Se requiere una vigilancia continua de la salud respiratoria de los trabajadores para detectar y abordar problemas pulmonares de manera oportuna.

### **Contraste con otras investigaciones:**

En la Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana de conductores, Basantes en el 2023, en condiciones estáticas, los niveles de monóxido de carbono y de hidrocarburos están dentro de los límites establecidos por la norma nacional NTE INEN 2204:2017. En la presente investigación se determina la presencia de material particulado, formaldehído HCHO, elementos orgánicos volátiles TVOC en bajas cantidades mientras que CO<sub>2</sub> existe de forma permanente en el ambiente laboral y aumenta cuando existen embotellamientos vehiculares y en esperas de semáforos llegando a sobrepasar los límites permisibles para interiores que es de **1000 a 2000 ppm**: Discomfort leve, sensación de aire viciado.

En la investigación de (Torres Ordoñez et al., 2021), titulada “Contaminación del aire y su influencia en la incidencia de enfermedades respiratorias en Santa Elena Ecuador 2020”, En la comuna de Ayangue, Ecuador, se encontró una correlación positiva moderada entre el valor promedio de CO y varias variables. La correlación con las horas diarias de trabajo fue de  $r = 0,674$ , con el uso de leña o carbón en la cocina fue de  $r = 0,537$  (88%), y con la presencia de síntomas físicos como dolor de cabeza ( $r = 0,616$ ) y náuseas ( $r = 0,524$ ), mientras que en la presente investigación se determinó que si existe una relación pero muy leve, esto verifica la presencia del problema de contaminación en el aire en la cabina del puesto de trabajo aunque es baja la relación, la exposición al riesgo al paso del tiempo podría incidir en la aparición de enfermedades respiratorias.

En el estudio: Afecciones respiratorias y contaminación ambiental en Riobamba, Ecuador, los autores tienen como propósito establecer la relación entre la contaminación ambiental y las enfermedades respiratorias, se determinó que las mujeres representaron el 60,91% del total, distribuidas entre el grupo A (58,18%) y el grupo B (63,64%). Los hombres constituyeron el 32,73% y el 36,36% en los mismos grupos. El grupo A mostró un 68,18% de casos de afecciones respiratorias, en comparación con el 40% en el grupo B. Se identificó una asociación significativa entre las afecciones respiratorias y tanto los grupos de residencia como el tiempo de exposición. En la presente investigación se determinaron relaciones leves entre los contaminantes ambientales y las afecciones respiratorias y de presencia de hipoacusia en los trabajadores. En las dos investigaciones se podría afirmar que la contaminación en el aire puede afectar la salud de los trabajadores.

En la investigación de fin de carrera: “Estudio del nivel de ruido y su incidencia en la aparición del trastorno auditivo (hipoacusia) en los trabajadores de la banda municipal de Gad Ambato”, realizada en la Universidad tecnológica Indiamérica, se estudió el nivel de ruido y su incidencia en la aparición del trastorno auditivo (hipoacusia) en los trabajadores de la banda municipal del GAD Ambato. El nivel máximo de ruido ambiental registrado fue de 85,34 dB(A), ligeramente superior al límite permisible de 85 dB establecido por la Norma Ecuatoriana. En la presente investigación se determinó una relación leve entre la presencia del ruido y la hipoacusia, las dos investigaciones verifican que la presencia del ruido o sonido a altos decibeles pueden afectar la salud auditiva de los trabajadores que se evidencia en trabajadores con más años de prevalencia en el puesto.

### **Verificación de la hipótesis:**

Para la verificación de la hipótesis se desarrolló de la siguiente manera como un proceso ordenado.

### **Identificación de Normalidad de las variables.**

Para comprobar la normalidad de los datos antes de aplicar pruebas estadísticas se utiliza el estadístico Shapiro Wilk que es para un número de datos menor a 50, Se usa antes de realizar pruebas paramétricas como la t de Student, ANOVA, o regresión lineal, que asumen normalidad en los datos.

Para muestras grandes (>50), se suelen usar pruebas como Kolmogorov-Smirnov o visualizar la normalidad con gráficos como histogramas o QQ-Plots.

En estudios donde la distribución normal es un requisito, se usa en áreas como control de calidad, bioestadística, economía y ciencias sociales cuando la normalidad es clave para los análisis.

**Interpretación del resultado de Normalidad.**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Los datos no siguen una distribución normal.

Si el valor  $p > 0.05$ , no hay evidencia suficiente para rechazar  $H_0 \rightarrow$  Los datos son normales.

Si el valor  $p \leq 0.05$ , se rechaza  $H_0 \rightarrow$  Los datos no siguen una distribución normal.

Cálculo de Normalidad mediante aplicación de software SPSS. Se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20. Prueba de Normalidad de datos.**

Variables de estudio	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
C02	0,887	30	0,004
Pro. Respiratorio	0,962	30	0,351
LASavgPROMEDIO	0,702	30	0
AUDICIÓN	0,765	30	0
*Esto es un límite inferior de la Significación verdadera.			

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

La significancia es el p valor para la toma de decisión de Normalidad.

Para el contaminante principal de aire CO2 el valor p es 0,004 este valor es menor a 0,05 entonces estos datos no cumplen con normalidad.

Para la variable problema respiratorio p es 0.351 y es mayor a 0,05 en consecuencia se tiene normalidad de datos.

En la medición promedio del sonido se obtiene un p igual a 0 por lo que no se consideran valores normales.

Los datos de problemas de audición no son normales puesto que su p es menor a 0,05.

Relación entre dos variables cuantitativas no normales o no lineales, donde los datos no distribuidos normalmente o con relaciones no lineales se determina como estadístico de relación al Coeficiente de correlación de Spearman de la tabla 21.

**Tabla 21. Relación entre la contaminación de aire y problema respiratorio.**

Rho de Spearman	Variables:		C02	Pro. Respiratorio
		C02	Coeficiente de correlación	1,000
Sig. (bilateral)				0,241
N			30	30
Pro. Respiratorio		Coeficiente de correlación	0,221	1,000
		Sig. (bilateral)	0,241	
		N	30	30

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

En la tabla 22, se muestra el coeficiente  $\rho$  (rho) varía entre **-1 y 1**, donde:

**Tabla 22. Relación entre variables.**

Valor de $\rho$	Interpretación
$\rho = 1$	Correlación positiva perfecta (aumenta una variable, aumenta la otra)
$\rho > 0$	Correlación positiva (relación directa, pero no perfecta)
$\rho = 0$	No hay correlación (las variables no tienen relación)
$\rho < 0$	Correlación negativa (aumenta una variable, disminuye la otra)
$\rho = -1$	Correlación negativa perfecta (relación inversa total)

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

### Coeficiente de Correlación ( $\rho$ o Rho de Spearman)

- La correlación entre **CO<sub>2</sub> y Problemas Respiratorios** es de **0.221**.
- Este valor indica una **correlación positiva débil** (porque está cerca de 0).
- No es una relación fuerte, lo que significa que los niveles de CO<sub>2</sub> y los problemas respiratorios **tienen una asociación leve, pero no significativa**.

### Significancia Bilateral (p-valor)

- El **valor p** es **0.241**, lo cual es **mayor a 0.05**.
- Esto indica que la relación observada **no es estadísticamente significativa**.
- En otras palabras, no hay suficiente evidencia para afirmar que existe una relación real entre CO<sub>2</sub> y problemas respiratorios en esta muestra.

En la Tabla 23 se presenta la correlación entre el ruido y los problemas de audición.

**Tabla 23. Correlación de niveles de ruido con problemas de audición.**

Variables:			AUDICIÓN	LASavgPROMEDIO
Rho de Spearman	AUDICIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	-0,148
		Sig. (bilateral)		0,434
		N	30	30
	LASavgPROMEDIO	Coefficiente de correlación		1,000
		Sig. (bilateral)	0,434	
		N	30	30

**Elaborado por:** Barrera, Daniel (2025).

Coefficiente de Correlación de Spearman ( $\rho$  o Rho)

La correlación entre Audición y LASavgPROMEDIO (nivel promedio de sonido) es de -0.148. Este valor indica una correlación negativa muy débil (cerca a 0).

Esto sugiere que un aumento en el nivel promedio de sonido podría estar ligeramente asociado con una disminución en la audición, pero la relación es mínima.

Significancia Bilateral (p-valor)

El valor p es 0.434, lo cual es mayor a 0.05.

Esto indica que la correlación observada no es estadísticamente significativa.

En otras palabras, no hay suficiente evidencia para afirmar que existe una relación real entre el nivel promedio de sonido y la audición.

### **Limitaciones.**

Cuando se trabaja con un conjunto de datos limitado, como en este caso con solo 30 observaciones, la posibilidad de obtener una relación fuerte entre dos variables mediante el coeficiente de correlación de Spearman se ve reducida debido a varias limitaciones estadísticas y metodológicas. La variabilidad muestral alta con un número pequeño de datos, lo que significa que los valores observados pueden no ser representativos de la población total. Esto puede hacer que la correlación medida fluctúe significativamente dependiendo de la muestra seleccionada.

La sensibilidad a datos atípicos en muestra pequeñas puede tener un impacto significativo en la correlación de Spearman. Unos pocos valores extremos pueden distorsionar la tendencia general, afectando la fuerza de la relación detectada. Un tamaño de muestra reducido disminuye la capacidad del análisis para detectar relaciones significativas, incluso si existe una relación en la población, con pocos datos puede no ser lo suficientemente evidente como para reflejarse en el coeficiente de correlación.

Con pocos datos, los errores de medición o variaciones no explicadas en los datos pueden tener un impacto proporcionalmente mayor, lo que diluye cualquier relación real existente entre los contaminantes del aire y las afecciones respiratorias y si los valores de las variables analizadas no abarcan un rango lo suficientemente amplio, la correlación puede verse artificialmente reducida. Es decir, si todos los valores están concentrados en un intervalo estrecho, la variabilidad necesaria para detectar una relación significativa puede no estar presente.

Aunque el coeficiente de Spearman es adecuado para relaciones monótonas (no necesariamente lineales), con pocas observaciones es difícil captar la verdadera naturaleza de la relación. Además, factores no considerados en el estudio pueden estar afectando ambas variables, lo que llevaría a una correlación baja o engañosa.

### **Componente Ambiental:**

La investigación contiene un componente ambiental puesto que realizar estos estudios de contaminación sonora y ambiental permiten evaluar cómo los niveles de ruido y otros contaminantes afectan el equilibrio ecológico y la calidad de vida de las personas. Este componente abarca aspectos físicos, biológicos y sociales, proporcionando un análisis integral de los impactos generados por fuentes de ruido, emisiones de gases y residuos en el entorno. Al incluirlo, se pueden identificar las áreas más afectadas y proponer estrategias efectivas de mitigación que contribuyan a la sostenibilidad del ambiente y al bienestar de la comunidad.

La contaminación sonora y atmosférica puede generar efectos adversos en la salud humana, como estrés, pérdida de audición, enfermedades respiratorias y cardiovasculares. A través de estudios que incorporan este componente, es posible establecer límites

permisibles de ruido y contaminantes, promoviendo políticas de control y prevención. Así, las industrias, los centros urbanos y otras fuentes de contaminación pueden adoptar medidas adecuadas para minimizar su impacto.

El componente ambiental en estos estudios fomenta una mayor conciencia y participación ciudadana en la protección del entorno. Al generar información detallada sobre la contaminación y sus efectos, se fortalece la educación ambiental y la toma de decisiones basadas en evidencia. Esto permite a las comunidades exigir mejores condiciones ambientales y a las autoridades implementar planes de acción efectivos. De esta manera, se logra un desarrollo sostenible que armoniza el crecimiento urbano e industrial con la conservación del medio ambiente y la salud pública.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### **Conclusiones:**

A partir del estudio realizado en la empresa Touris San Francisco Oriental, se logró identificar 80 buses de servicio de transporte y el puesto de trabajo mediante observación directa y entrevistas, permitiendo una caracterización detallada de las actividades y condiciones laborales. Para el estudio de las variables se contó con la ayuda de 30 unidades de transporte.

La aplicación de la matriz GTC45 permitió determinar los riesgos existentes en los puestos de trabajo, identificando los peligros más relevantes en cada área. Se evidenció la presencia de riesgos relacionados con contaminación auditiva y calidad del aire, los cuales pueden afectar la salud de los trabajadores a mediano y largo plazo.

Mediante el uso de equipos de medición directa, se evaluó la contaminación auditiva, obteniendo datos cuantificables sobre los niveles de ruido, algunos buses presentan niveles de Laeq Equivalente superiores a 80 dB(A), lo que puede representar un riesgo de pérdida auditiva en caso de exposición prolongada sin medidas de protección. Los niveles de pico superan en algunos casos los 120 dB(C), lo que puede generar molestias auditivas o incluso daños inmediatos en el oído interno.

En el estudio de la calidad del aire en los puestos de trabajo y la concentración de contaminantes. Se determinaron fluctuaciones significativas en los niveles de CO<sub>2</sub>, con

picos que superan las 1200 ppm. Esto significa que, en algunos momentos, los niveles de CO<sub>2</sub> superan los límites recomendados para la calidad del aire interior.

Además, con el apoyo de un médico ocupacional, se realizaron audiometrías y listas de verificación del sistema respiratorio, permitiendo detectar posibles afectaciones en la audición y problemas respiratorios en los trabajadores. Se determina la existencia de alta prevalencia de pérdida auditiva moderada y severa entre los trabajadores evaluados. La pérdida auditiva parece estar relacionada con la edad de los trabajadores y el tiempo de exposición al riesgo físico en el puesto de trabajo. La salud respiratoria de los trabajadores presenta una alta variabilidad. Existen diferencias significativas en la salud respiratoria entre los trabajadores.

Por medio de un análisis estadístico, se estableció la relación entre la contaminación ambiental y los problemas de salud detectados. La correlación entre Audición y el nivel promedio de sonido es de -0.148. Este valor indica una correlación negativa muy débil (cerca a 0). Esto sugiere que un aumento en el nivel promedio de sonido podría estar ligeramente asociado con una disminución en la audición, pero la relación es mínima y estadísticamente no significativa. La correlación entre CO<sub>2</sub> y Problemas Respiratorios es de 0.221. Este valor indica una correlación positiva débil (porque está cerca de 0). No es una relación fuerte, lo que significa que los niveles de CO<sub>2</sub> y los problemas respiratorios tienen una asociación leve, pero no significativa. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas para reducir el impacto de la contaminación en la salud ocupacional, aunque la relación encontrada en las variables de estudio sea leve la presencia del riesgo al paso del tiempo pueden ser causales de enfermedades respiratorias y de presencia de hipoacusia.

**Recomendaciones:**

Se recomienda la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) que incluya inspecciones periódicas, recolección de datos sobre las condiciones laborales y la actualización constante de los perfiles de riesgo de cada puesto. Además, el uso de herramientas como el diagrama de flujo de procesos facilitará la visualización de tareas y posibles mejoras en la ergonomía y seguridad laboral.

Para minimizar los riesgos identificados, se recomienda la aplicación de la jerarquía de controles, evaluar si ciertos procesos pueden realizarse con menor exposición a los riesgos.

Se recomienda el diseño e implementación de un plan de monitoreo ambiental continuo, incluyendo la instalación de sensores de calidad del aire y medidores de nivel de ruido en las áreas de mayor exposición. Asimismo, se debe considerar la optimización de la ventilación y aislamiento acústico mediante sistemas de climatización con filtrado de partículas y materiales absorbentes de sonido en zonas de alto ruido.

Se recomienda implementar un programa de vigilancia epidemiológica ocupacional, con revisiones médicas periódicas y seguimiento de los trabajadores expuestos a contaminación auditiva y del aire. Además, es fundamental proporcionar pausas activas en zonas de bajo ruido y aire limpio, y fomentar el uso de técnicas de respiración y cuidado auditivo dentro del plan de bienestar laboral.

Se recomienda desarrollar un modelo predictivo basado en datos históricos para anticipar el impacto de la contaminación en la salud de los trabajadores. Esto permitirá tomar decisiones basadas en datos y optimizar los procesos industriales para reducir la exposición. Adicionalmente, se sugiere realizar estudios periódicos para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y ajustar las estrategias según los resultados obtenidos.

## Bibliografía:

- Áa, C.-C., la Cruz, C. J., Arturo Cabrera-Cano, Á., en, M. C., César Cruz-de la Cruz, J., en, D. C., Berenice Gloria-Alvarado, A., Álamo-Hernández, U., en, M. S., & Riojas-Rodríguez, H. (2021). Asociación entre mortalidad por Covid-19 y contaminación atmosférica en ciudades mexicanas. *Salud Publica Mex*, 63, 470–477. <https://doi.org/10.21149/12355>
- Basantes Vaca, C. V. (2023). Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana de conductores. *Repositorio de La Universidad Estatal de Milagro*. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7016>
- Cajo, B. H., Cajó, I. H., Mayancela, W. N., & Cajó, D. H. (2024). Exposición a emisiones volcánicas y su influencia en el desarrollo de síntomas respiratorios. *Polo Del Conocimiento*, 9(2), 2283–2308.
- Calderón Grisales, N., Trujillo Flórez, L. M., & Parra Osorio, L. (2022). Accidentes de trabajo con culpa patronal en Colombia. Revisión Sistemática. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 11(2). <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.2.2021.7336>
- Chimborazo, A., & Lara-Calle, A. (2020). *Gestión preventiva del ruido para la mejora del ambiente laboral en el área de metal mecánica en la Empresa Ecuatran S.A. en la Ciudad de Ambato*. [Universidad Tecnológica Indoamérica]. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/2137>
- Edgardo Pérez-Carpio, J. I. (2021). (No Title). 6(5), 616–630. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2684>
- El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES. *Real Decreto 39/1997*.
- Eljarrat, E., Li, F., Jahangir Alam, M., Stavropoulou, E., Manisalidis, I., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health | Www.Frontiersin.Org*, 8, 14. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Felipe Granada-Aguirre, L. I., Pérez-Vergara, I. I., Valencia-Rodríguez, M. I., Rojas-Alvarado, R. I., & Herrera-Orozco III, I. (n.d.). ARTÍCULO ORIGINAL ERGONOMÍA, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL *Sistema para el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali-Colombia System for managing air quality in Cali-Colombia*.
- Flores-Ruiz, E., Miranda-Novales, M. G., Villasís-Keever, M. Á., Flores-Ruiz, E., Miranda-Novales, M. G., & Villasís-Keever, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial. *Revista Alergia México*, 64(3), 364–370. <https://doi.org/10.29262/RAM.V64I3.304>
- Gonzales Sucasaire, N. E. (2023). Data analysis of vehicular noise pollution and its perception in the cities of Juliaca and Puno, Puno region - 2021. *Data and Metadata*, 2, 44. <https://doi.org/10.56294/dm202344>

- GUÍA TÉCNICA GTC COLOMBIANA 45 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL. (n.d.).
- Hernández, J. C. C. (2009). Infección respiratoria aguda en relación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales. *Archivos de Medicina (Col)*, 9(1), 69–79.
- Herramientas Prevención Riesgos Laborales - INSST. (n.d.). Retrieved March 29, 2025, from <https://herramientasprl.insst.es/higiene>
- Hincapié Rubio, L. M., & Agudelo Quintero, L. A. (2021). *Pérdida auditiva provocada por ruido de origen ocupacional*.
- Hurtado-Mazeyra, A., Alejandro-Oviedo, O. M., Núñez-Pacheco, R., & Almenara, J. C. (2023). Digital Storytelling in the 2D modality and with augmented reality for the development of creativity in early childhood education. *Revista de Educación a Distancia*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/RED.536641>
- Insht. (n.d.). (*No Title*). <http://publicacionesoficiales.boe.es>
- Kim, S. Y. (2024). A study on distribution characteristics of volatile organic compounds in Paju industrial complex area, using proton transfer reaction-time of flight mass spectrometry. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 18(1). <https://doi.org/10.1007/s44273-023-00023-8>
- Lara Calle, A. R. (2024). *Desarrollo de un purificador de aire mediante carbón activado con sistema de medición IoT para ambientes laborales cerrados*. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/6774>
- Lozada, D. (2019). *ESTUDIO DEL NIVEL DE RUIDO Y SU INCIDENCIA EN LA APARICIÓN DEL TRASTORNO AUDITIVO (HIPOACUSIA) EN LOS TRABAJADORES DE LA BANDA MUNICIPAL DE GAD AMBATO*. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/1153>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2020.00014>
- Montero, L., Vinueza, M., & Castillo, G. (2020). Afecciones respiratorias y contaminación ambiental en Riobamba, Ecuador. *Correo Científico Médico (CCM) 2020; 24(1) Artículo Original*. <https://orcid.org/0000-0001-5353-1161>
- Morales, J. B. D., & Camargo, D. N. (2016). Revisión bibliográfica para determinar la relación entre la calidad del aire y el impacto sobre la salud ocupacional durante los años 2000-2015. *Salud Areandina*, 5(1).
- Moreira Mayorga, D. A., & Alfonso Morejón, E. A. (2022). Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (revisión de la literatura). *RECIMUNDO*, 6(3), 276–283. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(3\).junio.2022.276-283](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.276-283)
- Moreira-Romero, Á. F. (2018). Contaminación del aire en el medio ambiente por las emisiones de gases tóxicos de empresas industriales en Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 3(7), 299. <https://doi.org/10.23857/pc.v3i7.553>

- Ochoa Aldana, C. D. (2022). *Actualización de la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos de la empresa MORELIFE GROUP S.A.S por medio de la matriz GTC-45*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/9767>
- OMS, O. M. de la S. (2024, October 24). *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Ordóñez, T., & Bolivar, A. (2021). *Principales contaminantes del aire una revisión del impacto en la salud de la población de Machala*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17618>
- Ortiz, D., & Sevichay, N. (2023). *Factores de Riesgo que influyen en las enfermedades crónicas respiratorias en los adultos mayores: Una revisión sistemática*. [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/14515>
- Pino, R. T. (2024). *Audiometría: Procedimientos e interpretación*. Ediciones UC.
- Robles, B. F. (2019). *Población y muestra*. 30(1), 245–246. <https://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>
- Socorro-santander La Gtc, D. E., & Manuel Blanco Universidad Distrital Francisco Jose Caldas Facultad Ingenieria Especializacion Higiene Seguridad Y Salud En El Trabajo Bogotá Dc, A. DE. (2018). *Diseño de la Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación y Valoración de Riesgos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Socorro Santander en la gtc 45*. <http://hdl.handle.net/11349/13596>
- Torres Ordoñez, L. H., Arguello Pazmiño, A. M., Reyes Soriano, F. E., & Ortiz Novillo, C. R. (2021). Contaminación del aire y su influencia en la incidencia de enfermedades respiratorias en Santa Elena Ecuador 2020. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61(2), 328–336. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.612.023>
- Warthon Ascarza, J. L. (2023). *Obtención de un factor de ajuste de los estándares de calidad del aire para material particulado en función de la altitud*.
- Yin, D., Song, Q., Guo, Y., Jiang, Y., Dong, Z., Zhao, B., Wang, S., Gao, D., Chang, X., Zheng, H., Li, S., Li, Y., & Liu, B. (2025). Regional transport characteristics of PM2.5 pollution events in Beijing during 2018–2021. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 152, 503–515. <https://doi.org/10.1016/J.JES.2024.05.044>

## **ANEXO 1.**

### **Entrevista: Impacto del Tiempo de Exposición al Ruido y aire contaminado en la Salud del Trabajador**

**Objetivo:** Evaluar cómo la exposición prolongada al ruido en el entorno laboral afecta la salud de los trabajadores.

#### **Datos del Entrevistado:**

- Nombre:
- Edad:
- Puesto de trabajo:
- Años en la empresa:

#### **Cuestionario**

**1. ¿Considera que está expuesto a ruido intenso y contaminación del aire en su lugar de trabajo?**

- Sí
- No

**2. ¿Cuántas horas al día está expuesto al ruido y contaminación del aire en su jornada laboral?**

- Menos de 2 horas
- Entre 2 y 4 horas
- Entre 4 y 6 horas
- Más de 6 horas

**3. ¿Ha experimentado molestias auditivas o pulmonares (zumbidos, dolor de oído, pérdida temporal de audición, tos seca, resequedad en la garganta) después de su jornada laboral?**

- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Nunca

**4. ¿Sufre dolores de cabeza recurrentes después de la exposición prolongada al ruido en su trabajo?**


- Sí
- No

**5. ¿Ha notado cambios en su nivel de estrés o irritabilidad debido al ruido en el ambiente laboral?**

- Sí, con frecuencia
- Sí, pero en menor medida
- No

ANEXO 2.

Matriz GTC 45 del puesto de chofer de la Cooperativa San Francisco.

 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, SAN FRANCISCO																				CÓDIGO				
																				REV. 1				
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 23/11/2024				RESPONSABLE: DANIEL BARRERA					CENTRO DE TRABAJO					CONDICIÓN				PUESTO DE TRABAJO: MOTOGUARDIA						
ACTIVIDADES	TAREA	RUTINARIA O NO RUTINARIA	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO							NIVEL DE RIESGO	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN				
			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		Fuente	Medio	Receptor	NIVEL DE SEVERIDAD (IND. X FREQ.)	NIVEL DE POSIBILIDAD (IND.)	NIVEL DE PELIGRO (IND. X FREQ.)	INTERFERENCIA NIVEL DE POSIBILIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD (IND.)	NIVEL DE RIESGO (IND.)	NIVEL DE RIESGO (IND.)		NIVEL DE RIESGO (IND.)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº. EXPUESTOS	PEOR CONSECUENCIA	EXISTENCIA REQUISITO LEGAL ESPECÍFICO ASOCIADO (SI O NO)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería
Limpieza	Limpieza de salón y cabina de bus	RUTINARIA	Exposición a material particulado.	QUÍMICO	Enfermedades respiratorias	No existe	No existe	No existe	4	2	8	Medio	60	480	II	No Aceptable	2	EXPOSICIÓN A RIESGOS QUÍMICOS	NO	NO APLICA	Limpieza del medio	Implementación de un plan de gestión de químicos.	NO APLICA	NO
Revisión técnica vehicular	Presentación de condiciones técnicas del bus.	RUTINARIO	Accidentes por fallas técnicas.	FÍSICO	Accidente de tránsito	No existe	Control de verificación de estado del bus.	No existe	6	3	18	Alto	60	1080	I	No Aceptable	2	MUERTE	NO	NO APLICA	NO APLICA	Implementación de control de estado vehicular	NO APLICA	CINTURÓN DE SEGURIDAD
Recepción de pasajeros.	Revisión de pasajeros y verificación de boleto.	RUTINARIO	Exposición a virus y bacterias.	BIOLOGICO	Enfermedades infecciosas	No existe	No existe	No existe	3	2	6	Medio	60	300	II	No Aceptable	2	Una enfermedad viral o bacteriana.	NO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO
Traslado de pasajeros	Conducción	RUTINARIO	Exposición a ondas de sonido.	FÍSICO	Enfermedades auditivas	No existe	No existe	No existe	5	3	15	Alto	60	900	I	No Aceptable	2	PERDIDA AUDITIVA	NO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO
Traslado de pasajeros	Conducción	RUTINARIO	Exposición a contaminación del aire.	QUÍMICO	Enfermedades Respiratorias	No existe	No existe	No existe	4	3	12	Alto	60	720	I	No Aceptable	4	AFECCIÓN PULMONAR	NO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO

Elaborado por: Barrera, Daniel (2024)