UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO (PM_{10} Y $PM_{2.5}$) GENERADO EN DOS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO DEL DISTRITO MANANTAY

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

ALONDRA PÉREZ OBLITAS

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 178 /2023-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:00 del día viernes 25 de agosto del 2023, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del jurado evaluador en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvieron designados con MEMO MULT. 069-2023-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera	Presidente
Dr. Gabriel Mercado Jauregui	Miembro
M. Sc. Julián Robert Pérez Vigilio	Miembro

Se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis denominada: **"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM10 y PM2.5) generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay"**, presentado por la bachillera **PÉREZ OBLITAS, ALONDRA**, asesorada por el Ing. M. Sc. Tedy Tuesta Torrejón.

Finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**.

Siendo las 12:43 horas del mismo día, se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros del jurado en señal de conformidad.

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera
Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jauregui
Miembro

M. Sc. Julián Robert Pérez Vigilio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su **APROBACIÓN** ante el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali integrada por los siguientes docentes:

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera
Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jauregui
Miembro

M. Sc. Julián Robert Pérez Vigilio
Miembro

Ing. M. Sc. Tedy Tuesta Torrejón
Asesor

Bach. Alondra Pérez Oblitas
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0486-2023**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO (PM10 Y PM2.5) GENERADO EN DOS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO DEL DISTRITO DE MANANTAY**"

Autor(es)	:	**PÉREZ OBLITAS, ALONDRA**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**Ing. M.Sc. TUESTA TORREJÓN, TEDY**

Presenta un **porcentaje de similitud de 6%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 08/08/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Alondra Pérez Oblitas

Autor de la tesis titulada: Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM 10 y PM 2.5) generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay.

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Ing. M. SC. Tedy Tuesta Torrejón

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 12/09/2023

Email: alondra05_02@hotmail.com Firma: 

Teléfono: 961647931 DNI: 61487834

DEDICATORIA

A Yoanne.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitir hacer posible culminar esta investigación.

A mis padres Segundo y Lili, por su motivación y apoyo incondicional.

A mi asesor, el Ing. M. Sc. Tedy Tuesta Torrejón, por su tiempo, paciencia y aportes fundamentales en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Al Ing. Pedro Campos, Ing. Gabriel Mercado e Ing. Julián Pérez; por la calidad de respuestas ante las inquietudes y la predisposición inigualable.

A quienes contribuyeron para la ejecución del proyecto, sin su ayuda y tiempo no hubiera sido posible lograrlo.

Finalmente, a la gerente de la empresa "Vásquez SAC" Maritza Vásquez y al gerente de la empresa "Maderera Marañón SRL" Carlos Henderson y al Jefe de Planta Joao Henderson quienes abrieron las puertas de sus organizaciones para poder ejecutar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE DE CONTENIDO viii

ÍNDICE DE TABLAS xi

ÍNDICE DE FIGURAS xii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

INTRODUCCIÓN 16xvi

CAPÍTULO I 17

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....……...17

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 19

1.2.1. Problema general 19

1.2.2. Problemas específicos 19

1.3. OBJETIVOS 19

1.3.1. Objetivo general 19

1.3.2. Objetivos específicos 20

CAPÍTULO II 21

MARCO TEÓRICO 21

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 21

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA 26

2.3. BASE LEGAL 30

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 32

CAPÍTULO III 35

METODOLOGÍA 35

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 35

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 36

3.3. VARIABLES 38

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 38

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 39

3.6. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 40

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS 42

CAPÍTULO IV 43

RESULTADOS 43

DISCUSIÓN 77

CAPÍTULO V 83

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 83

5.1. CONCLUSIONES 83

5.2. RECOMENDACIONES 84

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 85

ANEXOS 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de material particulado (PM_{10}) en el distrito Manantay. 25

Tabla 2. Estándares de Calidad Ambiental para material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y monóxido de carbono (CO). 31

Tabla 3. Aserraderos monitoreados. 37

Tabla 4. Interpretación del Coeficiente "r" de Pearson 41

Tabla 5. Valores de la concentración de monóxido de carbono en las dos empresas de aserrío 45

Tabla 6. Análisis de varianza del monóxido de carbono 48

Tabla 7. Valores de la concentración de PM_{10} en las dos empresas de aserrío 50

Tabla 8. Análisis de varianza del PM_{10} 53

Tabla 9. Valores de la concentración de $PM_{2.5}$ en las dos empresas de aserrío 55

Tabla 10. Análisis de varianza del $PM_{2.5}$ 58

Tabla 11. Porcentaje de percepción de los trabajadores de los aserraderos sobre la emisión de contaminantes 60

Tabla 12. Concentración promedio de los contaminantes en el aserradero Vásquez SAC . 65

Tabla 13. Concentración promedio de los contaminantes en el aserradero Maderera Marañón SRL 65

Tabla 14. Objetivos estratégicos 69

Tabla 15. Actividades / Plazos para la ejecución del Plan 72

Tabla 16. Presupuesto 73

Tabla 17. Cronograma de actividades 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen Georreferenciada de los aserraderos monitoreados en el distrito de Manantay. Fuente: Google Maps, 2022..... 37

Figura 2. Comparación de CO entre las dos empresas de aserrío 43

Figura 3. Comparación de material particulado entre las dos empresas de aserrío……..44

Figura 4. Relación entre los días de monitoreo y Concentración de monóxido de carbono47

Figura 5. Relación entre los días de monitoreo y material particulado (PM10)……..52

Figura 6. Relación entre los días de monitoreo y material particulado ($PM_{2.5}$) 57

Figura 7. Instalación del módulo Qhawax en el aserradero Vásquez SAC ...…….92

Figura 8. Maquinaria y fuentes de emisión de contaminantes en el aserradero Vásquez SAC ……..……92

Figura 9. Recopilación de información en el aserradero Vásquez SAC (encuestas) …….93

Figura 10. Taller participativo en el aserradero Vásquez SAC ……..93

Figura 11. Instalación del módulo Qhawax en el aserradero Maderera Marañón SRL …..93

Figura 12. Maquinaria y fuentes de emisión de contaminantes en el aserradero Maderera Marañón SRL ……...94

Figura 13. Recopilación de información en el aserradero Maderera Marañón SRL (encuestas) ……94

Figura 14. Taller participativo en el aserradero Maderera Marañón SRL ……..94

Figura 15. Porcentaje de la percepción de los trabajadores frente a las afecciones respiratorias y del corazón 95

Figura 16. Porcentaje de síntomas que han presentado alguna vez los trabajadores 95

Figura 17. Porcentaje de percepción de los trabajadores sobre si los malestares que han padecido se deben a la emisión de CO y PM 96

Figura 18. Porcentaje de percepción que tienen los trabajadores sobre el riesgo de estar expuesto a los contaminantes 96

Figura 19. Porcentaje de apreciación de los trabajadores sobre en qué parte del día perciben mayor emisión de contaminantes 97

Figura 20. Porcentaje de medida que los trabajadores consideran que se debe tomar para reducir las emisiones de los contaminantes en estudio..... 97

Figura 21. Porcentaje de percepción de los trabajadores frente a las afecciones respiratorias y del corazón..... 98

Figura 22. Porcentaje de síntomas que han presentado alguna vez los trabajadores 98

Figura 23. Porcentaje de percepción de los trabajadores sobre si los malestares que han padecido se deben a la emisión de CO y PM 99

Figura 24. Percepción que tienen los trabajadores sobre el riesgo de estar expuesto a los contaminantes 99

Figura 25. Porcentaje de apreciación de los trabajadores sobre en qué parte del día perciben mayor emisión de contaminantes 100

Figura 26. Porcentaje de medidas que los trabajadores consideran que se debe tomar para reducir las emisiones de los contaminantes en estudio..... 100

RESUMEN

El presente proyecto denominado: “Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) generado por dos empresas de la industria del aserrío del distrito de Manantay” se desarrolló en el aserradero Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL del distrito Manantay a fines de enero de 2022. El objetivo fue cuantificar la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$). La investigación tuvo un diseño no experimental, ya que se recopiló información de campo de los procesos productivos, del personal de trabajo y de los parámetros estudiados (CO, PM_{10} y $PM_{2.5}$) sin hacer ninguna manipulación de las variables para obtener los resultados. Para las mediciones de los contaminantes se utilizó el módulo Qhawax, siguiendo el procedimiento establecido en el Protocolo Nacional de Calidad Ambiental de Aire según el Ministerio del Ambiente, (2019). Los resultados promedios obtenidos de los contaminantes emitidos por ambos aserraderos fueron los siguientes: CO (3 216,02 ug/m^3), PM_{10} (29,70 ug/m^3) y $PM_{2.5}$ (9,12 ug/m^3), correspondiente al aserradero Vásquez; y, correspondiente al aserradero Maderera Marañón fueron: CO (3 731,34 ug/m^3), PM_{10} (28,62 ug/m^3) y $PM_{2.5}$ (8,38 ug/m^3), los mismos que estuvieron por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA para aire) dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Palabras claves: Monóxido de carbono, material particulado, ECA para aire

ABSTRACT

This project called: "Quantification of the concentration of carbon monoxide (CO) and particulate matter (PM_{10} and $PM_{2.5}$) generated by two companies in the sawmill industry of the district of Manantay" was developed at the Vásquez SAC sawmill and Maderera Marañón SRL of the Manantay district at the end of January 2022. The objective was to quantify the concentration of carbon monoxide (CO) and particulate matter (PM_{10} and $PM_{2.5}$). The research had a non-experimental design, since field information was collected on the production processes, the work personnel and the parameters studied (CO, PM_{10} and $PM_{2.5}$) without doing any manipulation of the variables to obtain the results. For the measurements of the pollutants, the Qhawax module was used, following the procedure established in the National Protocol for Environmental Air Quality according to the Ministry of the Environment, (2019). The average results obtained from the pollutants emitted by both sawmills were the following: CO (3,216.02 ug/m3), PM_{10} (29.70 ug/m3) and $PM_{2.5}$ (9.12 ug/m3), corresponding to the Vasquez sawmill; and, corresponding to the Maderera Marañón sawmill were: CO (3 731.34 ug/m3), PM_{10} (28.62 ug/m3) and $PM_{2.5}$ (8.38 ug/m3), the same ones that were below the Environmental Quality Standards for Air (ECA for air) provided in D.S. No. 003-2017-MINAM.

Key Words: Carbon monoxide, particulate matter, ECA for air

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica ha venido siendo un problema de relevancia mundial. En el Perú, el crecimiento de la economía en los últimos años ha estado estrictamente ligado al uso de energía, bienes y servicios por parte de las industrias, sin embargo, estas industrias liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero como el monóxido de carbono y, también, material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), los cuales perturban la calidad del aire de la ciudad y perjudican la salud de la población aledaña.

En la ciudad de Pucallpa, la industria del aserrío del distrito Manantay ha tomando un papel muy significativo en la emisión de CO y material particulado por su crecimiento acelerado, generando un impacto negativo al ambiente (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2020), como es la contaminación del aire según Romero et al., (2006), por la industria del aserrío de madera a través de la quema de combustible y residuos; y a lo largo del proceso productivo, y además por el levantamiento de polvo, por el mismo estado en que se encuentran las vias (Gonzalez, 2014).

Es por ello que en el país, se establecieron valores estándares que regulan la presencia de contaminantes en el aire, que son los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA), de manera que al no exceder dichos valores no representen ningún riesgo al ambiente ni a la salud de las personas (Ministerio del Ambiente, 2014).

Esta investigación tuvo como objetivo cuantificar las concentraciones generadas por la industria del aserrío del distrito Manantay para conocer si están dentro de los ECA para aire, además de realizar un Plan de Reducción de estas emisiones, haciendo un diagnóstico general de ambas empresas y adoptar medidas de prevención, mitigación y corrección que favorezcan tanto a las empresas como al ambiente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La calidad del aire es uno de los principios básicos de la subsistencia del ser humano. Mantener esa calidad a través de los años ha sido un trabajo imposible para las generaciones. En la actualidad aún no se ha podido dar solución a la contaminación del aire generadas por las diversas fuentes tanto naturales como antrópicas, lo cual ha conllevado al deterioro de este. Las principales fuentes antrópicas que contribuyen a la contaminación del aire son: el parque automotor, la ganadería, las industrias de diversas índoles, etc., las cuales liberan gases y partículas tales como monóxido de carbono, metano, dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, dióxido de azufre, material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

Las industrias han contribuido de manera exponencial a la contaminación del aire, debido a las grandes cantidades de materia prima con las que trabajan y las tecnologías empleadas, no siendo estas muy avanzadas, sobre todo en la industria maderera, la cual funciona con máquinas procesadoras y vehículos de transporte que generan volúmenes elevados de gases contaminantes y material particulado. Esta problemática se extiende debido a su lugar de emplazamiento, ya que la mayoría de aserraderos optan por ubicarse en zonas donde les queda más cerca sus concesiones y las vías por donde realizan el transporte de sus trozas no son las adecuadas, incidiendo de esa manera en la afectación de la población aledaña por gases contaminantes y material particulado (polvo).

Pucallpa es considerada en el Perú como el centro maderero más importante por las industrias de aserrado y laminado de madera. Además de las actividades relacionadas con la extracción y procesamiento de madera que son significativos en la generación de empleo e ingresos en la región (Gobierno Regional de Ucayali, 2016).

Sin embargo, estas industrias también generan impactos negativos al ambiente y a su vez a la salud de la población, por la presencia de contaminantes que emiten como el monóxido de carbono (gas que resulta de la combustión incompleta), y el material particulado que se puede evidenciar en el polvo de la carretera Manantay y en el proceso de las actividades de la industria de aserrío (Tellez et al., 2006), evitando que se cumpla uno de los derechos fundamentales de la persona, que es el de contar con un ambiente sano y equilibrado para el desarrollo de la vida, el cual está establecido en la Constitución Política de nuestro país.

Por ello, es importante realizar estudios que determinen la concentración de monóxido de carbono y de material particulado, que se generan a partir del proceso de transformación primaria del aserrío. Además, podría servir para establecer estrategias de prevención y corrección de la calidad del aire que contribuyan al cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), ya que la concentración de estos parámetros puede generar impactos negativos al ambiente y a la salud de los trabajadores que laboran en las empresas a estudiar.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) generado por la industria del aserrío en el distrito Manantay?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de monóxido de carbono (CO) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay?
- ¿Cuál es la concentración de material particulado (PM_{10}) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay?
- ¿Cuál es la concentración de material particulado ($PM_{2.5}$) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay?
- ¿Cuál es la propuesta del plan de reducción de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Cuantificar la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) generado por la industria del aserrío en el distrito Manantay

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito de Manantay.
- Estimar la concentración de material particulado (PM_{10}) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay.
- Calcular la concentración de material particulado ($PM_{2.5}$) que generan los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay.
- Formular la propuesta de plan de reducción de emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón del distrito Manantay.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Farrow, (2021) comenta que las concentraciones medias anuales medidas de material particulado (PM10) en Bogotá son concentraciones de 63.7 ug/m3 y 57.7 ug/m3 en los años 2020 y 2019 respectivamente; superando con frecuencia las pautas de la Organización Mundial de la Salud.

León, (2019) explica que el monóxido de carbono puede persistir en la atmósfera aproximadamente durante un mes. Viajando en grandes distancias, a gran altitud, es cierto que el gas tiene poco efecto en el aire que respiramos; sin embargo, los fuertes vientos pueden llevarlo hacia abajo, de manera que, afecte significativamente la calidad del aire.

En el Sistema de Información Ambiental de Colombia, (2018) detallan que las principales fuentes de contaminación atmosférica dentro del área de estudio son las emisiones de la resuspensión de material particulado (polvo), la industria y las actividades comerciales según Pachón, et al., (2018). Y se estima que, aproximadamente el 80% de material particulado (PM2.5) son generadas por fuentes móviles, mientras que el 20% restante son aportadas por fuentes fijas.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM., (2010-2014) en el Inventario Indicativo Nacional de Contaminantes Criterio y Carbono Negro 2010 – 2014, realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología

y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Coalición del Clima y el Aire Limpio, revelo que en el año 2014 fueron emitidas a la atmósfera 241.605 toneladas de material particulado (PM2.5), siendo los procesos relacionados con los incendios de bosques y praderas, además de las actividades residenciales y comerciales.

García et al., (2006) entre 2004 y 2005 realizaron estudios sobre la calidad del aire en la ciudad de Santa Marta (Colombia) con equipos medidores de alto volumen (Hi-Vol) para encontrar la variación de la concentración de material particulado, se concluye que las concentraciones más altas coinciden con el periodo de escasas lluvias. Estos resultados no superan el valor límite diario establecido (400 ug/m^3) ya que la concentración más alta fue de 322,90 ug/m^3, y además se reconoce que en todos los meses del estudio los mayores niveles se registran en el área del centro de la ciudad.

Zuk et al., (2007) en México, según evaluaciones del Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas, se encontró que la ciudad de Mexicali, ocupa uno de los primeros lugares en contaminación por material particulado, con concentraciones de 91 ug/m^3, 88 ug/m^3 y 71 ug/m^3 en los años 2003, 2004 y 2005 respectivamente superando los valores normados para contaminantes del aire en México (50 ug/m^3) relacionando las emisiones de PM10 por su ubicación, ya que se encuentra en una zona árida y los caminos se encuentran sin pavimentar, presentando niveles elevados de contaminantes atmosféricos que pueden representar un riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el boletín “Evolución de producción del Sector Forestal” por el Ministerio de Agricultura y Riego, (2016) indica que a nivel mundial y de América Latina, Perú ocupa el noveno y segundo lugar con mayor superficie forestal respectivamente

Según Alva (2018), el sector forestal peruano genera un gran impacto en el ambiente y en la sociedad; con monitoreos realizados en Perú por el Proyecto de Investigación “Concentración de material particulado, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en la planta de producción de óxido de calcio Puylucana” del distrito de Baños del Inca en la ciudad de Cajamarca, (realizados en julio del 2018) a través de un monitoreo continuo durante 8 horas encontrando que los resultados de concentración promedio fueron: PM10 (12,64 ug/m^3), PM2.5 (18,13 ug/m^3) y monóxido de carbono (9 968,16 ug/m^3). Dichos valores no exceden los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (100 ug/m^3, 50 ug/m^3 y 30 000 ug/m^3 respectivamente).

El Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (2019), en su Informe de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire encontró que el muestreo de material particulado PM10 tuvo un promedio de 36.65 ug/m^3 de 5 estaciones de monitoreo dentro del distrito de Trujillo cumpliendo el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA Aire) ya que no supera los 100 ug/m^3, aún así se recomienda continuar con monitoreos de calidad de aire con el fin de observar alguna variación de las concentraciones que sobrepasen los estándares establecidos por la normativa nacional.

Según informe sobre vigilancia de la calidad del aire el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020), en el área metropolitana de Lima y Callao se estimó que las concentraciones máximas de material particulado (PM_{10}) eran de 156.29 ug/m^3 y 114.64 ug/m^3 en las estaciones de Villa María del Triunfo y Carabayllo respectivamente mediante datos de la Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire de SENAMHI superando por algunos días (lunes 09 y jueves 12 de marzo) los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA-Aire).

2.1.3. Antecedentes Locales

Resultados obtenidos del monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Pucallpa referente a la concentración de material particulado (PM_{10}) por la Dirección General de Salud Ambiental (2010), demostraron que estuvieron por debajo del Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA) de 150 ug/m^3 para 24 horas, alcanzando entre 9.9 ug/m^3 y 77.4 ug/m^3 en 04 estaciones de monitoreo (Hospital Amazónico, 07 de Junio, Comedor Nacional N°18 y Hospedaje Sky Room.).

Los resultados del Proyecto de Investigación: "Evaluación de la Gestión Ambiental de la Industria Forestal de Callería, Yarinacocha y Manantay" por Tuesta, (2014), referente a la concentración de material particulado (PM_{10}) y realizado en el distrito Manantay se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Evaluación de material particulado (PM_{10}) en el distrito Manantay.

Distrito/ Sector	Punto de Monitoreo	Fuente	Parámetro a evaluar	N° días	Valor de Muestra PM10 (ug/m3)	Valor Promedio PM10 (ug/m3)
MANANTAY	Plaza Manantay	Aserraderos y otros	PM_{10}	Día 1	585.84 ug/m^3	513.2
				Día 2	463.01 ug/m^3	
				Día 3	490.77 ug/m^3	
	Carretera Manantay (Aserradero Villacorta)	Aserraderos y otros	PM_{10}	Día 1	334.46 ug/m^3	360.72
				Día 2	418.48 ug/m^3	
				Día 3	329.23 ug/m^3	
	Jr. Santa Clara N° 515	Aserraderos y otros	PM_{10}	Día 1	453.18 ug/m^3	408.15
				Día 2	338.02 ug/m^3	

(Aserradero Vásquez)	Día 3	433.27 ug/m^3

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Contaminación y Composición del aire

Según Miranda (1996), la contaminación es la presencia de olores desagradables y de materiales nocivos en el aire, que dependiendo de su concentración puede producir efectos nocivos en la salud y ambiente. Muchos de estos materiales nocivos entran en la atmósfera proveniente de fuentes que, se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente habitadas, las fuentes principales de estos contaminantes suceden por actividades humanas.

La contaminación es la presencia de materiales, residuos y cualquier otro agente que, al ser incorporado o añadido al ambiente, puedan alterar y/o modificar sus características naturales propagada por la circulación de las masas de aire, los cuales son arrastrados por el viento, con efectos el cual varía de acuerdo al tiempo de exposición al aire contaminado, siendo este el que determina su efecto nocivo (Nevers, 2008).

2.2.2. Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas considerado uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre que se forma por la combustión incompleta del material orgánico, es decir, que resulta cuando la cantidad de oxígeno que se requiere es insuficiente, donde una de sus principales fuentes responsables son los

procesos de las actividades industriales que utilizan compuestos del carbono, utilizando múltiples mecanismos de toxicidad que explican sus potenciales efectos adversos en la salud humana (Tellez et al., 2006).

2.2.3. Combustión Completa e Incompleta

Según Lluch (2008), la combustión es un conjunto de reacciones de oxidación con desprendimiento de calor, que se producen entre dos elementos: el combustible, que puede ser un sólido (como el carbón, madera, etc.), un líquido (gasóleo, fuel-oil, etc.) o un gas (natural, propano, etc.) y el comburente, que sería el oxígeno. Además, expresa que la combustión puede ser de dos tipos: completa e incompleta. Mientras que la combustión completa conduce a la oxidación total de todos los elementos que constituyen el combustible, la incompleta ocurre cuando hay limitada disponibilidad de aire.

2.2.4. Material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

Según Fang et al., (2003), el material particulado es un conjunto de partículas sólidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos, como sería en este caso, el resultado de la industria del aserrío, además del levantamiento de polvo por las vías que existen en esa zona y por los mismos vehículos de carga.

El material particulado del polvo de madera puede producirse en mayor o menor medida en prácticamente todas las operaciones de manufactura de la industria de la madera, especialmente en la de corte, lijado y pulido dependiendo del funcionamiento según su producción (Gómez & Cremades, 2010).

2.2.5. Fuentes de contaminación

Oliu et al., (2010), indican que el monóxido de carbono (CO) se puede originar por emanaciones procedentes de la combustión incompleta en estufas, calentadores, calderas, braseros, y otros, que son la causa más habitual de los accidentes domésticos por CO, también se producen intoxicaciones causadas por los gases de combustión de motores de explosión (coches, motos, barcos, compresores neumáticos, generadores eléctricos y otros).

El CO se considera un factor importante que contamina la atmósfera de la tierra, teniendo como principales fuentes que producen la contaminación son los automóviles que usan gasolina y los procesos industriales que usan compuestos de carbono, siendo responsables del 80% del monóxido de carbono que se emite a la atmósfera (Tellez et al., 2006).

La industria del aserrío del distrito Manantay estaría tomando un papel muy significativo en la emisión de CO por su crecimiento acelerado, generando un impacto negativo al ambiente (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2020). Así mismo, la emisión de material particulado se puede evidenciar en el proceso del aserrado de madera, que se generan residuos en casi todas las etapas del proceso mismo de transformación de la materia prima, también en el mecanizado de la madera se muestra emisiones de polvo, el cual queda al aire libre, por lo que se busca adoptar medidas de prevención y además por el levantamiento de polvo (Gonzalez, 2014).

2.2.6. Efectos de las emisiones sobre la salud

En el año 1999, la Asociación Americana de Centros para el Control de Intoxicaciones y el Sistema de Vigilancia de Exposición a Tóxicos, informaron sobre

17 006 casos de intoxicación y 35 muertes relacionadas con exposición a monóxido de carbono (Tellez et al., 2006). Siendo así, que el pronóstico de la persona depende de la cantidad y duración de la exposición al monóxido de carbono; lo cual determina el estado de gravedad de las personas expuestas. Por otro lado, si la persona presenta síntomas de deterioro de la capacidad mental después de 2 semanas, la probabilidad de una recuperación completa es peor.

Así mismo, el material particulado produce efectos perjudiciales sobre la salud, como la exposición de mujeres embarazadas a altos niveles de material particulado, se relaciona con reducciones en el periodo de gestación, así como el peso de los recién nacidos (Cárdenas, 2010).

Si bien es cierto, el cuerpo humano cuenta con mecanismos de defensa, los cuales tienen la capacidad de remover las partículas con diámetros superiores a (PM10), para partículas con diámetros menores (PM2.5) conocidas como inhalables, pueden ingresar y depositarse en el sistema respiratorio humano (Vivar, 2014).

2.2.7. Efectos de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) al ambiente

El monóxido de carbono ocasiona un efecto negativo al ambiente, como es la contaminación del aire según Romero et al., (2006), en nuestra ciudad, particularmente en el distrito Manantay se genera por la industria del aserrío de madera a través de la quema de combustible, quema de residuos y a lo largo del proceso productivo.

2.3. BASE LEGAL

2.3.1. Institucionalidad en materia ambiental

El Perú tiene una institucionalidad en materia ambiental reconocida por las leyes orgánicas de cada sector y gobiernos regionales y locales estableciendo funciones para cada uno de los niveles de gobierno, siendo el Ministerio del Ambiente, el ente rector en esta materia. En temas de Gestión de la Calidad del Aire cuenta con una institucionalidad establecida en los niveles nacionales (MINAM, DIGESA, SENAMHI, OEFA, sectores), regional y local, así como la participación del sector privado y sociedad civil, cada día más conscientes de la importancia de la calidad del aire para la salud. Se cuenta con un marco normativo que define los instrumentos de gestión para la calidad del aire, como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), conformación de los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA) para la elaboración de los planes de acción de la calidad del aire y la implementación de los mismos, así como también programas de vigilancia de la calidad del aire (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2013).

2.3.2. Normativa de la Calidad Ambiental del Aire

La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, establece en su Artículo 118° que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adopten medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, con el fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de contaminantes, debiendo aplicarse planes de

contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2013).

El Plan Nacional de Acción Ambiental (2011-2021), contiene las metas prioritarias que se deben lograr y que contribuirían con la conservación, aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la mejora de la calidad ambiental, lo que, a su vez, contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población (Ministerio del Ambiente, 2015).

En la Tabla 2 se muestran los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos a nivel nacional:

Tabla 2. Estándares de Calidad Ambiental para material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y monóxido de carbono (CO).

Parámetros	**Periodo**	**Valor (ug/m^3)**	**Criterios de Evaluación**	**Método de Análisis**
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($PM_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

a 10 micras (PM_{10})				
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30 000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10 000	Media aritmética móvil	

Fuente: Ministerio del Ambiente, (2017)

Según el Ministerio del Ambiente (2019), el "Protocolo Nacional de Monitoreos de la Calidad Ambiental del Aire", es el instrumento que permite estandarizar los criterios técnico para el monitoreo ambiental del aire en el Perú, a fin de generar información de calidad, comparable, compatible, confiable y representativa.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Aire:** Capa delgada de gases que cubre la Tierra y está conformado por nitrógeno, oxígeno y otros gases como el bióxido de carbono, vapor de agua y gases inertes. (Ecoestrategia, 2019).
- **Ambiente:** Conjunto de condiciones fisicoquímicas y biológicas que necesitan los organismos, incluido el ser humano, para vivir. (Sánchez, 2012).
- **Contaminación:** Presencia y acción de los desechos orgánicos e inorgánicos en cantidades tales que el medio ambiente se ve alterada en sus características físicas, químicas o biológicas. (Sánchez, 2012).

- **Calidad del aire**: es una indicación de cuánto el aire está exento de contaminantes atmosféricos; y, por lo tanto, apto para ser respirado (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014).
- **Combustión**: es una reacción química que consiste en la combinación de la sustancia combustible con el oxígeno que puede ser puro o bien formando parte del aire, con generación de calor y formación de una masa de gases incandescentes que recibe el nombre de llama (Miranda, 1996).
- **Contaminación**: es la presencia en el aire de olores desagradables y de materiales nocivos, en cantidades lo suficiente grandes como para producir efectos nocivos en la salud, la ecología y la infraestructura (Miranda, 1996).
- **Emisión de gases**: es el resultado de la combustión de sustancias denominadas de forma genérica combustibles (Miranda, 1996).
- **Estándar de calidad ambiental de aire (ECA aire)**: indicador que mide la concentración de elementos a sustancias u otros en el aire. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y la salud humana (Ministerio del Ambiente, 2017).
- **Fuentes fijas**: es toda aquella fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible aun cuando la descarga de contaminantes se genere en forma dispersa (Gaitán y Cárdenas, 2017).
- **Gases de efecto invernadero**: son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (Benavides y León, 2019).

- **Material particulado**: es una mezcla de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas suspendidas en el aire (Ministerio del Ambiente, 2014).
- **Material particulado (PM_{10})**: son partículas menores a 1 micrómetro, consideradas como contaminantes constituidos por material líquido y sólido de muy diversa composición y tamaño que se encuentran en el aire (Tzintzun, 2005).
- **Material particulado ($PM_{2.5}$)**: partículas cuyo diámetro es igual o inferior a 2.5 micras, donde su grado de indetectabilidad supone un factor añadido a la importancia que hay que derivar en estas partículas (Soler Palau, 2020).
- **Monóxido de carbono (CO)**: es un gas sin olor ni color, pero muy peligroso que en función de su concentración en el aire ambiente y del tiempo de exposición, puede inducir una rápida conjunción de efectos nocivos para la salud (Gonzalo et al., 2007).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Alcance

La presente investigación tuvo un alcance cuantitativo ya que, según Hernández, Fernández, & Baptista (2014), este tipo de investigación persigue una serie de procesos para llegar a un objetivo y de esa manera analizar los resultados para comprobar que sean verídicos. Este trabajo se basa en la medición de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) de los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL, mediante determinados protocolos, ya que los datos obtenidos son cantidades.

3.1.2. Nivel de Investigación

La presente investigación tuvo un nivel descriptivo, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que los estudios descriptivos se orientan a especificar las características de procesos o fenómenos que se someta a un análisis, es decir, buscan medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables de la investigación. Lo citado tiene coherencia con la investigación estudiada, dado que se medió la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y se analizó los procesos productivos de los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL como fuentes de emisión.

3.1.3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue aplicada, ya que la recolección de datos sirvió para la implementación del Plan de Reducción de Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) y Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

3.1.4. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación fue "no experimental", ya que se recopiló información de campo de los procesos productivos, del personal de trabajo y de los parámetros estudiados (CO, PM_{10} y $PM_{2.5}$) sin hacer ninguna manipulación de las variables para obtener los resultados; es decir, se ejecutó en las mismas condiciones con las que los aserraderos venían trabajando. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014), los estudios no experimentales se realizan sin la manipulación deliberada de variables, solo ser observan los fenómenos en su estado natural para ser analizados.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población está conformada por el número de centros de transformación primaria de productos forestales en el distrito Manantay, que según la Gerencia Regional Forestal y de Fauna Silvestre (2021), por su tipo de actividad, son 15 aserraderos.

3.2.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística y está conformada por las siguientes empresas de aserrío:

Tabla 3. Aserraderos monitoreados.

N°	Empresas de aserrío	Dirección
1	Aserradero Vásquez SAC	Sector Santa Clara – San Fernando Jr. Magdalena Nro. 515
2	Maderera Marañón SRL	Sector Santa Clara - Calle Magdalena S/N

El monitoreo se realizó por un periodo de 6 días en cada aserradero por un lapso de 24 horas por día.



Figura 1. Imagen Georreferenciada de los aserraderos monitoreados en el distrito de Manantay. Fuente: Google Maps, 2022.

3.3. VARIABLES

3.3.1. Variable independiente

- Días de monitoreo

3.3.2. Variables dependientes

- Monóxido de carbono (CO)
- Material particulado (PM_{10})
- Material particulado ($PM_{2.5}$)

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Formatos de Recopilación de Datos

- Formato N°1. "Datos Generales de las Empresas" (Ver anexo 4): Este formato se utilizó para la recolección de información de los datos generales de las empresas de aserrío que se monitorearon.
- Formato N°2. "Encuestas a trabajadores" (Ver anexo 5): Este formato se utilizó para la realización de encuestas a los trabajadores de determinados aserraderos.
- Formato N°3. "Cuantificación de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) (Ver anexo 6): Este formato se utilizó para la cuantificación de concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) obtenidos previamente del equipo Qhawax.
- Formato N°4. "Registro y Revisión de Monitoreo" (Ver anexo 7): Este formato se utilizó para mostrar el estado del equipo considerándose: fecha y hora del monitoreo, N° días de muestreo, estado del equipo (color),

revisión del equipo y tomacorriente, condición meteorológica y otras observaciones relevantes de la zona donde se realizó el monitoreo.

3.4.2. Materiales y Equipos

- Útiles de escritorio: para la recolección de datos
- Laptop: para el procesamiento de datos
- Cámara digital: para la captura de fotografías
- Equipo módulo Qhawax: para el monitoreo en tiempo real de las concentraciones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CO y diversos parámetros meteorológicos gracias a sus diversos sensores
- GPS: para la georreferenciación de los puntos de monitoreo
- Equipo de protección personal: para el resguardo de la seguridad

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se acondicionó el módulo Qhawax, para la realización del monitoreo con el fin de respetar a detalle la metodología del Protocolo Nacional de Calidad Ambiental de Aire según el Ministerio del Ambiente (2019) entre ellos criterios y requisitos tales como:

- El equipo de muestreo se ubicó a 3 m de altura con ayuda de los andamios y el trípode que soporta el módulo Qhawax.
- La distancia horizontal con respecto a obstáculos más altos que el equipo de monitoreo estuvo mayor a 2.5 veces la diferencia de las alturas (altura del obstáculo – altura de la entrada de la muestra). Los obstáculos que hubo fueron los árboles y un edificio de 3 pisos.

- La distancia horizontal respecto a fuentes de emisiones cercanas estuvo mayor a 20 m.
- El equipo de monitoreo estuvo ubicado de tal manera que los obstáculos no evitaron el ingreso de flujo de aire.

Dichos criterios y requisitos fueron cumplidos y aseguraron la confiabilidad de los resultados.

Además, se formuló el Plan de Reducción de Emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), cuyo objetivo fue de proteger tanto al ambiente como a los trabajadores.

3.6. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Correlación "r" de Pearson

Se utilizó este método estadístico para realizar el manejo adecuado de los datos cuantitativos de la investigación, realizando la correlación de los datos obtenidos en el campo: días de monitoreo en las empresas de aserrío y concentración de CO y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), obteniendo resultados adecuados y cumpliendo con los objetivos planteados en esta investigación y comprobando lo planteado en la hipótesis general de la investigación. Para efectos de interpretación de los datos correlacionados, se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 4. Interpretación del Coeficiente "r" de Pearson

r	Grado de Correlación
-1.00	Correlación negativa perfecta
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación alguna entre las variables
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.50	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte
1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández, Fernández y Baptista (2016).

3.6.2. Análisis de regresión lineal

Esta prueba paramétrica nos permitió comprobar si el valor de una variable se asocia al valor de otra. La variable que se constató se denomina variable dependiente y la variable que se utilizó para predecir el valor de otra se denomina variable independiente. En otras palabras, se calculó las medias de las concentraciones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) de los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL de los seis días de monitoreo, para luego

determinar si estas están asociados o no significativamente por el número de días de monitoreo, en función al valor de significancia (0.05).

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS

Para dar respuesta a las cuestiones planteadas, se recopilaron diversos datos para luego ser analizados, interpretados y presentados en forma de tablas y figuras mediante los siguientes programas:

- **Programa Microsoft Word:** Se utilizó principalmente para realizar la parte teórica del estudio.
- **Programa Microsoft Excel:** Se utilizó para el procesamiento de datos, facilitando la elaboración de cuadros estadísticos, tablas y figuras para presentar los resultados.
- **SPSS Statistics 25:** Se utilizó esa herramienta para determinar la relación de los datos de las concentraciones de emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) con los días de monitoreo en los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO Y MATERIAL PARTICULADO ENTRE LAS DOS EMPRESAS DE ASERRÍO

A continuación, se muestran los gráficos, en donde se detallan los promedios diarios de concentración de monóxido de carbono y material particulado emitidos por las empresas de aserrío Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.

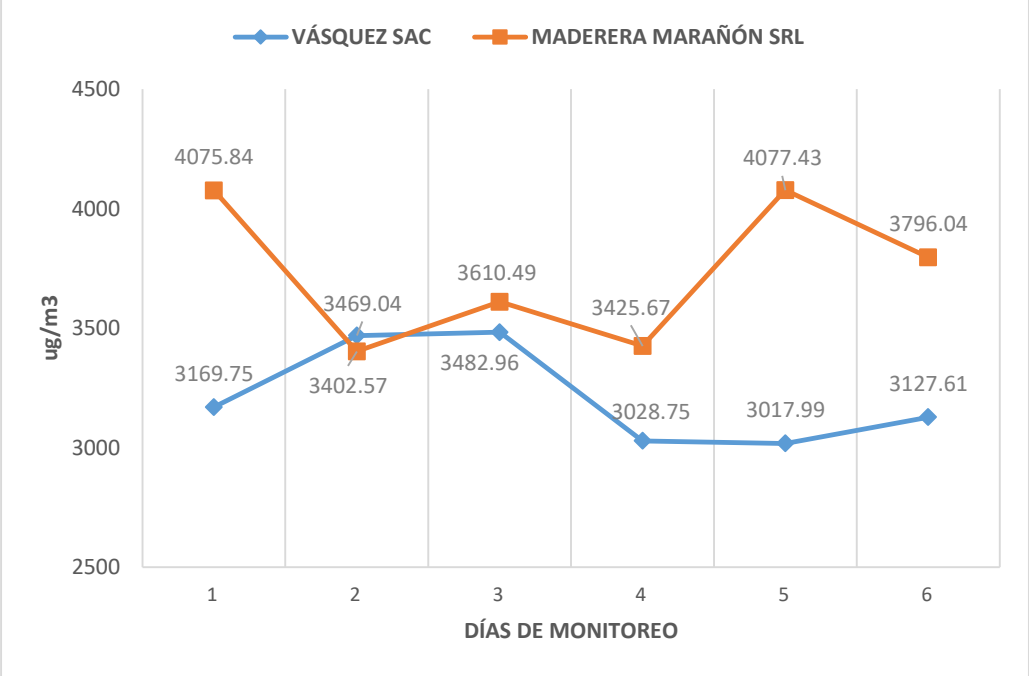
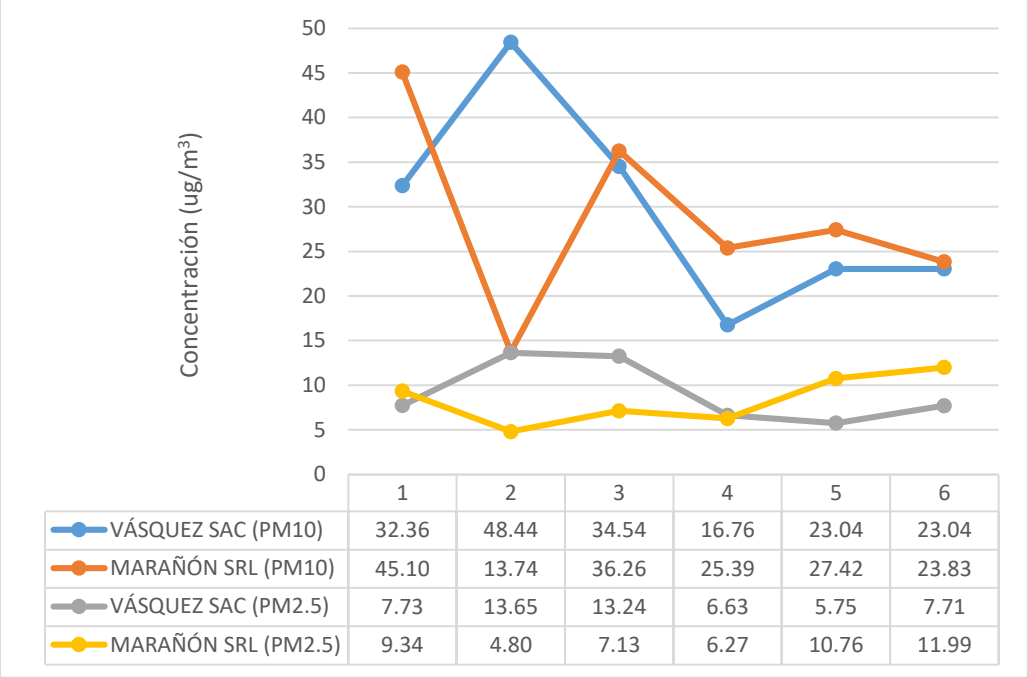


Figura 2. Comparación de CO entre las dos empresas de aserrío

De acuerdo a los datos mostrados en la **Figura 2**, podemos interpretar que el aserradero Maderera Marañón SRL emitió mayor concentración promedio de monóxido de carbono (3 741.96 ug/m^3) durante los seis días de monitoreo en comparación con el aserradero Vásquez SAC (3 216.02 ug/m^3), esto debido a que el aserradero Maderera

Marañón SRL es mejor constituido tanto en capacidad operativa como en productividad; aun así, la diferencia ente las concentraciones promedio de CO entre los dos aserradores no es altamente significativa.



	1	2	3	4	5	6
VÁSQUEZ SAC (PM10)	32.36	48.44	34.54	16.76	23.04	23.04
MARAÑÓN SRL (PM10)	45.10	13.74	36.26	25.39	27.42	23.83
VÁSQUEZ SAC (PM2.5)	7.73	13.65	13.24	6.63	5.75	7.71
MARAÑÓN SRL (PM2.5)	9.34	4.80	7.13	6.27	10.76	11.99

Figura 3. Comparación de material particulado entre las dos empresas de aserrío

En cuanto al material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), se puede interpretar en la **Figura 3** que el aserradero Vásquez SAC fue el que emitió mayor concentración promedio de material particulado durante los seis días de monitoreo en comparación con el aserradero Maderera Marañón SRL, esto debido a que el aserradero Vásquez SAC trabaja de una manera desordenada con respecto al almacenamiento de sus trozas y a la movilidad de las maquinarias pesadas; además, cabe mencionar que colindantes a los aserraderos existe contribución de contaminantes de otros aserraderos y carboneras, así como de la vía principal sin asfaltar. Sin embargo, podemos observar que las diferencias de promedios de material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}) en ambos aserraderos es ínfima.

4.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

4.2.1. Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO)

En la siguiente tabla 5, se muestran los valores máximos y mínimos de CO obtenidos durante los seis días de monitoreo en los dos aserraderos objetos del presente estudio; asimismo se muestran las pruebas estadísticas tales como la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 5. Valores de la concentración de monóxido de carbono en las dos empresas de aserrío

MONÓXIDO DE CARBONO			
N° DÍAS	**VÁSQUEZ SAC**	**MADERERA MARAÑÓN SRL**	**ECA - AIRE**
1	3 169.75 ug/m^3	4 075.84 ug/m^3	
2	3 469.04 ug/m^3	3 402.57 ug/m^3	
3	3 482.96 ug/m^3	3 610.49 ug/m^3	
4	3 028.75 ug/m^3	3 425.67 ug/m^3	
5	3 017.99 ug/m^3	4141.16 ug/m^3	
6	3 127.61 ug/m^3	3 796.04 ug/m^3	**10 000 ug/m^3**
PROMEDIO	**3 216.02 ug/m^3**	**3 741.96 ug/m^3**	
VALOR MÁXIMO	5 786.39 ug/m^3	9 281.56 ug/m^3	
VALOR MÍNIMO	2 665.96 ug/m^3	2 653.53 ug/m^3	

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	430.03	1 205.71
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.13	0.32

Como se puede interpretar en la **Tabla 5** se logró constatar que la concentración promedio de CO obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Vásquez SAC, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 3 482,96 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al tercer día. Cabe mencionar que, en ninguna hora de los seis días de monitoreo los niveles de CO sobrepasan los valores de los ECA para Aire establecidos en la legislación nacional vigente, siendo 5 786.39 ug/m^3 el valor máximo obtenido correspondiente al día 18/01/2022 a las 8:00 p.m.

Así mismo, se logró constatar que la concentración promedio de CO obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Maderera Marañón SRL, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental – Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 4 141,16 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al quinto día. Cabe mencionar que, en ninguna hora de los seis días de monitoreo los niveles de CO sobrepasaron los valores de los ECA para Aire establecidos en la legislación nacional vigente, aunque el día 25/01/2022 a las 12:00 a.m., la concentración de CO estuvo cerca de superar el valor normado, siendo 9 281, 56 ug/m^3 ese valor máximo.

4.2.2. Relación entre los días de monitoreo y Concentración de monóxido de carbono

Con los datos obtenidos de la concentración de monóxido de carbono y el número de días de monitoreo, se procedió a realizar la prueba "r" de Pearson para verificar el grado de correlación que existen entre las dos variables ya mencionadas.

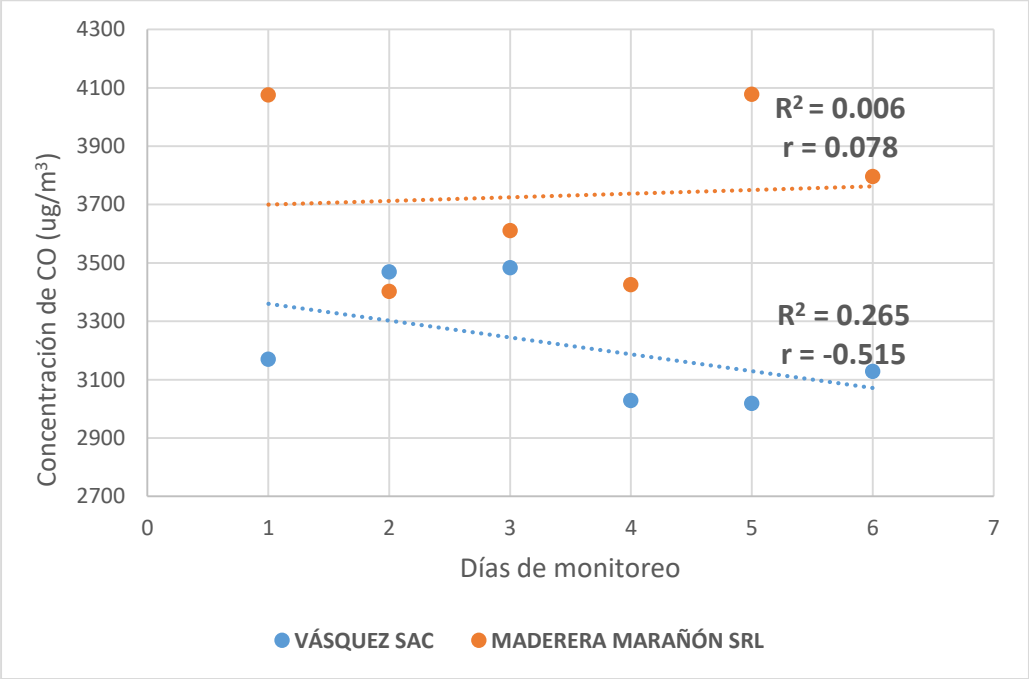


Figura 4. Relación entre los días de monitoreo y Concentración de monóxido de carbono

De acuerdo a la **Figura 4**, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.265 (Vásquez SAC), lo cual señala como la inexistencia de una correlación entre las dos variables estudiadas. Del mismo modo, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.006 (Maderera Marañón SRL), lo cual señala como la inexistencia de una correlación entre las dos variables estudiadas. Esto significa que los datos de la

concentración promedio diario de CO siguen una distribución normal, es decir que, si aumentamos los días de monitoreo, los valores de CO no aumentarán ni disminuirán de manera constante, puesto que, los niveles de CO que emiten ambas empresas están directamente relacionados con la cantidad de horas específicas de funcionamiento de cada proceso y el tiempo de uso de las maquinarias.

Análisis de Varianza (ANOVA)

Para constatar si los promedios de concentración de monóxido de carbono (CO) emitido por los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL y los seis días de monitoreo están asociados estadísticamente, se realizó la prueba del estadístico "Análisis de varianza de un factor". Asimismo, permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de k poblaciones (K>2) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

H_0: $u_1 = u_2$

H_1: $u_1 \neq u_2$

Tabla 6. Análisis de varianza del monóxido de carbono

Vásquez SAC	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	58179.51662	58179.51662	1.442410056	0.296002568
CO	4	161339.7421	40334.93553		
Total	5	219519.2587			

Maderera Marañón SRL	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2775.276823	2775.276823	0.024344644	0.883568961
CO	4	455997.9356	113999.4839		
Total	5	458773.2124			

En función al análisis estadístico obtenido en ambos aserraderos, se puede apreciar que los "valores críticos de F" son mayores al valor de significancia (0.05) con el que se está trabajando, por lo que podemos concluir que no existe asociación significativa entre las variables: días de monitoreo y concentración de monóxido de carbono. Asimismo, el valor del estadístico de prueba "F" para ambos aserraderos es distinto de 1 para cualquier nivel de significación y, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y queda confirmada que son estadísticamente diferentes.

4.3. MATERIAL PARTICULADO (PM_{10})

4.3.1. Cuantificación de la concentración de Material Particulado (PM_{10})

En la siguiente tabla 7, se muestran los valores máximos y mínimos de PM_{10} obtenidos durante los seis días de monitoreo en los dos aserraderos objetos del presente estudio; asimismo se muestran las pruebas estadísticas tales como la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 7. Valores de la concentración de PM_{10} en las dos empresas de aserrío

MATERIAL PARTICULADO (PM_{10})			
N° DÍAS	**VÁSQUEZ SAC**	**MADERERA MARAÑÓN SRL**	**ECA - AIRE**
1	32.36 ug/m^3	45.10 ug/m^3	**100 ug/m^3**
2	48.44 ug/m^3	13.74 ug/m^3	
3	34.54 ug/m^3	36.26 ug/m^3	
4	16.76 ug/m^3	25.39 ug/m^3	
5	23.04 ug/m^3	28.18 ug/m^3	
6	23.04 ug/m^3	23.83 ug/m^3	
PROMEDIO	**29.70 ug/m^3**	**28.75 ug/m^3**	
VALOR MÁXIMO	160.49 ug/m^3	285.11 ug/m^3	
VALOR MÍNIMO	5.49 ug/m^3	4.47 ug/m^3	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	19.81	25.06	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.62	0.78	

Como se puede interpretar en la **Tabla 7**, se logró constatar que la concentración promedio de PM_{10} obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Vásquez SAC, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de

Calidad Ambiental para Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 48,44 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al segundo día. Cabe mencionar que, en el segundo día de monitoreo hubo cuatro valores obtenidos que superaron los valores establecidos en la legislación nacional citada, los cuales fueron 103.02 ug/m^3, 103.32 ug/m^3, 112.61 ug/m^3 y 160.49 ug/m^3 durante los horarios de 12:00 p.m., 1:00 p.m., 2:00 p.m., y 7:00 p.m., respectivamente.

Así mismo, se logró constatar que la concentración promedio de PM_{10} obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Maderera Marañón SRL, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 45,10 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al primer día. Cabe mencionar que, en el primer y tercer día de monitoreo hubo un valor obtenido, para cada uno, que superó significativamente el nivel establecido en la legislación nacional citada, los cuales fueron 201,64 ug/m^3 y 285,11 ug/m^3 durante las 7:00 p.m., respectivamente.

4.3.2. Relación entre los días de monitoreo y Material Particulado (PM_{10})

Con los datos obtenidos del material particulado (PM_{10}) y el número de días de monitoreo, se procedió a realizar la prueba “r” de Pearson para verificar el grado de correlación que existen entre las dos variables ya mencionadas.

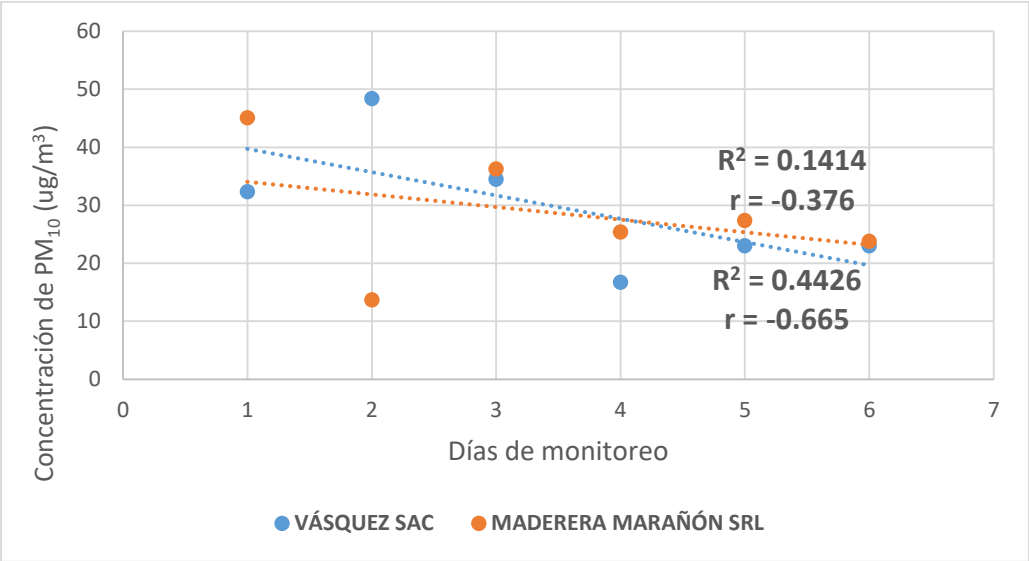


Figura 5. Relación entre los días de monitoreo y material particulado (PM_{10})

De acuerdo a la **Figura 5**, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.4426 (Vásquez SAC), lo cual señala como la inexistencia de una correlación entre las dos variables estudiadas.

De igual manera, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.1414 (Maderera Marañón SRL), lo cual señala como la inexistencia de una correlación entre las dos variables estudiadas. Esto significa que los datos de la concentración promedio diario de PM_{10} siguen una distribución normal, es decir que, si aumentamos los días de monitoreo, los valores de PM_{10} no aumentarán ni disminuirán de manera constante, puesto que, los niveles de PM_{10} que

emiten ambas empresas están directamente relacionados con la cantidad de horas específicas de funcionamiento de cada proceso y el tiempo de uso de las maquinarias.

Análisis de varianza (ANOVA)

Para constatar si los promedios de concentración de material particulado (PM_{10}) emitido por los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL y los seis días de monitoreo están asociados estadísticamente, se realizó la prueba del estadístico "Análisis de varianza de un factor". Asimismo, permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de k poblaciones (K>2) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

H_0: $u_1 = u_2$

H_1: $u_1 \neq u_2$

Tabla 8. Análisis de varianza del PM_{10}

Vásquez SAC	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	282.3248057	282.3248057	3.17648308	0.14928901
PM_{10}	4	355.5187276	88.8796819		
Total	5	637.8435333			
Maderera Marañón SRL	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	82.90560571	82.90560571	0.658914816	0.462484563

PM_{10}	4	503.2857276	125.8214319
Total	5	586.1913333	

En función al análisis estadístico obtenido en ambos aserraderos, se puede apreciar que los valores críticos de F son mayores al valor de significancia (0.05) con el que se está trabajando, por lo que podemos concluir que no existe asociación significativa entre las variables: días de monitoreo y concentración de material particulado (PM_{10}). Asimismo, el valor del estadístico de prueba "F" para ambos aserraderos es distinto de 1 para cualquier nivel de significación y, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y queda confirmada que son estadísticamente diferentes.

4.4. MATERIAL PARTICULADO ($PM_{2.5}$)

4.4.1. Cuantificación de la concentración de Material Particulado ($PM_{2.5}$)

En la siguiente tabla 9, se muestran los valores máximos y mínimos de $PM_{2.5}$ obtenidos durante los seis días de monitoreo en los dos aserraderos objetos del presente estudio; asimismo se muestran las pruebas estadísticas tales como la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 9. Valores de la concentración de $PM_{2.5}$ en las dos empresas de aserrío

MATERIAL PARTICULADO ($PM_{2.5}$)			
N° DÍAS	**VÁSQUEZ SAC**	**MADERERA MARAÑÓN SRL**	**ECA - AIRE**
1	7.73 ug/m^3	9.34 ug/m^3	
2	13.65 ug/m^3	4.80 ug/m^3	
3	13.24 ug/m^3	7.13 ug/m^3	
4	6.63 ug/m^3	6.27 ug/m^3	
5	5.75 ug/m^3	11.17 ug/m^3	
6	7.71 ug/m^3	11.99 ug/m^3	**50 ug/m^3**
PROMEDIO	**9.12 ug/m^3**	**8.45 ug/m^3**	
VALOR MÁXIMO	36.99 ug/m^3	34.31 ug/m^3	
VALOR MÍNIMO	2.28 ug/m^3	2.51 ug/m^3	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4.37	5.30	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.45	0.66	

Como se puede interpretar en la **Tabla 9**, se logró constatar que la concentración promedio de $PM_{2.5}$ obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Vásquez SAC, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de

Calidad Ambiental para Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 13,65 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al segundo día. Cabe mencionar que, en ninguna hora de los seis días de monitoreo los niveles de $PM_{2.5}$ superaron los valores de los ECA – Aire establecidos en la legislación nacional vigente, siendo 36,99 ug/m^3 el valor máximo obtenido correspondiente al día 19/01/2022 a las 3:00 a.m.

Así mismo, se logró constatar que la concentración promedio de $PM_{2.5}$ obtenido durante los seis días de monitoreo en el aserradero Maderera Marañón SRL, se encuentran dentro de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, siendo 11,99 ug/m^3 el valor promedio máximo obtenido correspondiente al sexto día. Cabe mencionar que, en ninguna hora de los seis días de monitoreo los niveles de $PM_{2.5}$ superaron los valores de los ECA – Aire establecidos en la legislación nacional vigente, siendo 34,31 ug/m^3 el valor máximo obtenido correspondiente al día 26/01/2022 a las 7:00 p.m.

4.4.2. Relación entre los días de monitoreo y Material Particulado ($PM_{2.5}$)

Con los datos obtenidos del material particulado ($PM_{2.5}$) y el número de días de monitoreo, se procedió a realizar la prueba “r” de Pearson para verificar el grado de correlación que existen entre las dos variables ya mencionadas.

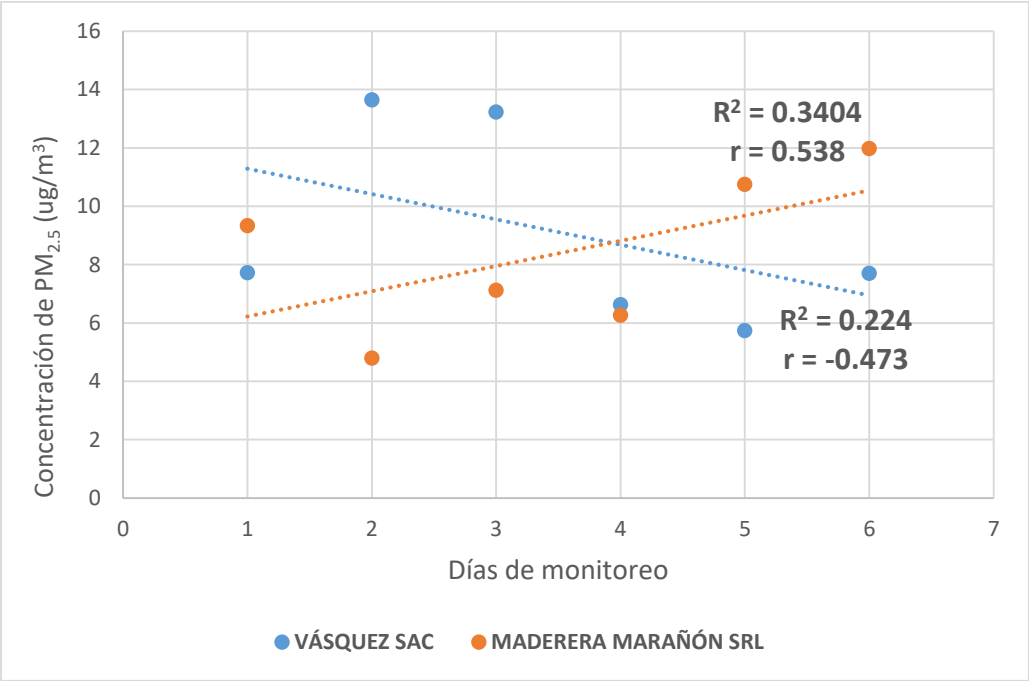


Figura 6. Relación entre los días de monitoreo y material particulado ($PM_{2.5}$)

De acuerdo a la **Figura 6**, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.224 (Vásquez SAC), lo cual señala como la inexistencia de una correlación entre las dos variables estudiadas. Asimismo, podemos observar que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es de R^2 = 0.3404 (Maderera Marañón SRL), lo cual señala como la existencia de una correlación positiva media entre las dos variables estudiadas. Esto significa que los datos de la concentración promedio diario de $PM_{2.5}$ siguen una distribución normal, es decir que, si aumentamos los días de monitoreo, los valores de $PM_{2.5}$ no aumentarán ni disminuirán de manera constante, puesto que, los niveles de $PM_{2.5}$ que

emiten ambas empresas están directamente relacionados con la cantidad de horas específicas de funcionamiento de cada proceso y el tiempo de uso de las maquinarias.

Análisis de varianza (ANOVA)

Para constatar si los promedios de concentración de material particulado ($PM_{2.5}$) emitido por los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL y los seis días de monitoreo están asociados estadísticamente, se realizó la prueba del estadístico "Análisis de varianza de un factor". Asimismo, permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de k poblaciones (K>2) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

H_0: $u_1 = u_2$

H_1: $u_1 \neq u_2$

Tabla 10. Análisis de varianza del $PM_{2.5}$

Vásquez SAC	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	13.21097286	13.21097286	1.154767202	0.343054801
$PM_{2.5}$	4	45.76151048	11.44037762		
Total	5	58.97248333			
Maderera Marañón SRL	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	13.08961286	13.08961286	2.064650817	0.224109967

$PM_{2.5}$	4	25.35947048	6.339867619
Total	5	38.44908333	

En función al análisis estadístico obtenido en ambos aserraderos, se puede apreciar que los valores críticos de F son mayores al valor de significancia (0.05) con el que se está trabajando, por lo que podemos concluir que no existe asociación significativa entre las variables: días de monitoreo y concentración de material particulado ($PM_{2.5}$). Asimismo, el valor del estadístico de prueba "F" para ambos aserraderos es distinto de 1 para cualquier nivel de significación y, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y queda confirmada que son estadísticamente diferentes.

4.5. PERCEPCIÓN DE LOS TRABAJADORES DE LAS EMPRESAS DE ASERRÍO SOBRE LAS EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO Y MATERIAL PARTICULADO AL AMBIENTE

En la **tabla 11**, se logra apreciar el porcentaje de percepción que tienen los trabajadores de las dos empresas de aserrío sobre las emisiones de contaminantes, en este caso monóxido de carbono y material particulado, al ambiente. Para lo cual se realizó seis preguntas significativas.

Tabla 11. Porcentaje de percepción de los trabajadores de los aserraderos sobre la emisión de contaminantes

Preguntas/Aserraderos	**Vásquez SAC**		**Maderera Marañón SRL**	
¿Usted padece afecciones respiratorias o del corazón?	Si	No	Si	No
	16,7 %	83,3 %	16,7 %	83,3 %
¿Ha sufrido alguno de estos síntomas?	Gripe	Dolor de cabeza	Gripe	Irritación de ojos
	38,9 %	33,3 %	25 %	22,7 %
¿Usted cree que estos malestares puede ser consecuencia de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)?	Si	No sabe/No opina	Si	No
	50 %	50 %	44,4 %	16,7 %
¿Usted se considera en riesgo por las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)?	Si	No	Si	No
	94,4 %	5,6 %	55,6 %	44,4 %
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde

¿En qué horario cree Ud. que hay mayor emisión de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$)?	28,6 %	38,1 %	50 %	31,8 %

¿Qué medida considera más efectiva para reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$)?	Industrias no ubicadas en zonas urbanas	Multas y controles	Industrias no ubicadas en zonas urbanas	Multas y controles
	30 %	30 %	33,3 %	33,3 %

4.6. PROPUESTA DEL PLAN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO Y MATERIAL PARTICULADO

4.6.1. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica ha ido creciendo vertiginosamente a través de los años, más específico desde la revolución industrial. La inserción de las industrias de diversas índoles ha sido un gran avance para la sociedad y economía mundial en la provisión de bienes y servicios; sin embargo, el limitado conocimiento de los efectos colaterales que eso ha ido acarreando, ha alterado a los componentes del ambiente como agua, suelo y aire. Hasta el día de hoy, el hombre ha creado tecnologías y leyes con el objetivo de eliminar y/o reducir los impactos negativos que genera el sector industrial, pero la situación no ha sido alentadora ya que no todas las empresas implementan tecnologías sostenibles en sus procesos de producción por el elevado costo de los mismos, sobre todo en las pequeñas empresas que sus ingresos de producción es poco y con menos razón pueden implementar sistemas de gestión ambiental.

El Perú es uno de los principales países con mayor contaminación atmosférica, debido, en gran medida, al parque automotor y al aporte de las industrias. En la región Ucayali, al ser una zona extensamente maderera, existen muchas empresas de transformación de la madera; el distrito de Manantay es el lugar donde hay mayor dinámica de las empresas de aserrío. Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL son empresas de transformación primaria de la madera, estos aserraderos cuentas con los típicos procesos productivos como aserrío, canteado, despuntado, etc., los mismos que generan diferentes tipos de contaminantes tales como residuos sólidos,

material particulado, emisiones de gases de combustión, por mencionar las principales. Enfocándonos en el material particulado y el monóxido de carbono, estos dos contaminantes son muy perjudiciales para la calidad del aire y para la salud de la población aledaña, y los aserraderos no cuentan con un sistema de gestión ambiental implementado, de tal manera que forman parte de la informalidad.

En ese contexto, se ha visto imprescindible formular un Plan de Reducción de Emisiones de Monóxido de Carbono y Material particulado, con la finalidad de orientar el accionar de las empresas en estudio, cumpliendo metas establecidas por plazos y que sean conmensurables.

4.6.2. OBJETIVOS

General

- Describir las estrategias y prácticas para la reducción de emisiones de monóxido de carbono y material particulado en los procesos productivos del aserradero Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.

Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la capacidad operativa de los aserraderos.
- Identificar e implementar medidas de mitigación que permiten cuantificar y reducir las emisiones de monóxido de carbono y material particulado.

4.6.3. ALCANCE

El presente Plan aplica preponderantemente a los procesos productivos que tengan como resultado de su operación, emisiones de monóxido de carbono (CO) y

material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$); para ello, se tiene contemplado un lapso de 5 años para la ejecución del presente Plan en los aserraderos Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL, ubicados en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

4.6.4. DIAGNÓSTICO

Presentación

El aserradero Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL están ubicados en el Jr. Magdalena (Sector Santa Clara – San Fernando), distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, con latitud 8° 24’ 46” S, longitud 74° 32’ 46” W y altitud de 154 m.s.n.m. El clima es cálido con una precipitación pluvial que varía entre 1500 y 2000 mm. La humedad mayor se da en los meses de febrero, marzo, abril y octubre (82 %) y los meses de menor humedad son julio y agosto (34 %). En cuanto a la temperatura, se tiene un promedio máximo de 31.9 °C y un promedio mínimo de 21.6 °C. La empresas de aserríos se dedican a la transformación primaria de la madera, cuyos principales procesos son: transporte de trozas, almacenamiento, secado de madera, aserrado, canteado y transporte final.

Datos del monitoreo

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los valores promedios de concentración de monóxido de carbono (CO) y material particlado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) obtenidos en los seis días de monitoreo en la empresa de aserrío Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.

Tabla 12. Concentración promedio de los contaminantes en el aserradero Vásquez SAC

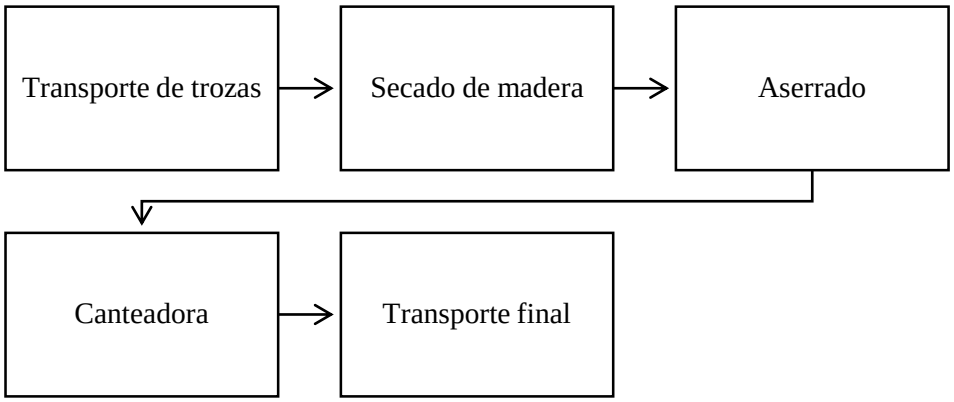
	CO (ug/m^3)	**PM$_{10}$ (ug/m^3)**	**PM$_{2.5}$ (ug/m^3)**
Día 1	3 169,75	32,36	7,73
Día 2	3 469,04	48,44	13,65
Día 3	3 482,96	34,54	13,24
Día 4	3 028,75	16,76	6,63
Dís 5	3 017,99	23,04	5,75
Día 6	3 127,61	23,04	7,71
Promedio	**3 216,02**	**29,70**	**9,12**

Tabla 13. Concentración promedio de los contaminantes en el aserradero Maderera Marañón SRL

	CO (ug/m^3)	**PM$_{10}$ (ug/m^3)**	**PM$_{2.5}$ (ug/m^3)**
Día 1	4 075,84	45,10	9,34
Día 2	3 402,57	13,74	4,80
Día 3	3 610,49	36,26	7,13
Día 4	3 425,67	25,39	6,27
Dís 5	4 141,16	28,18	11,17
Día 6	3 796,04	23,83	11,99
Promedio	**3 741,96**	**28,75**	**8,38**

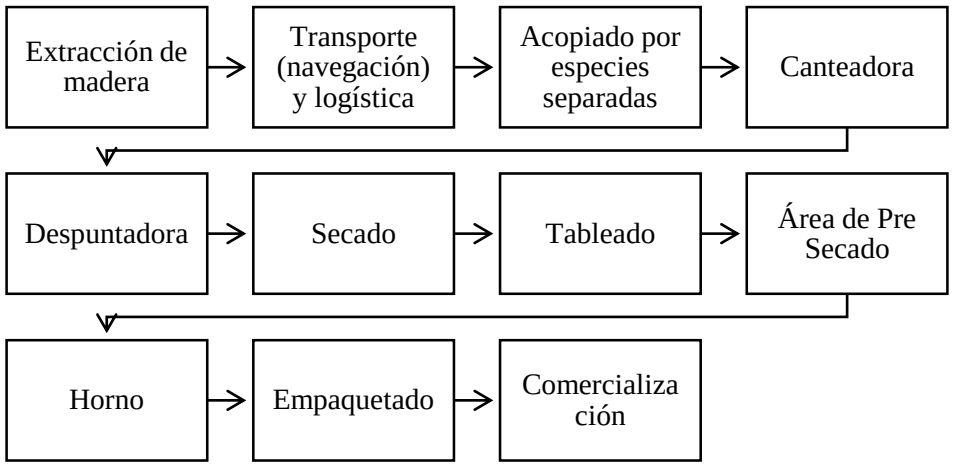
Procesos productivos del aserradero Vásquez SAC

El aserradero Vásquez SAC es una empresa que se dedica a prestar servicios de aserrío y se constituye por 2 plantas donde se realizan los siguientes procesos:



Procesos productivos del aserradero Maderera Marañón SRL

El aserradero Maderera Marañón SRL es una empresa con línea de producción de madera aserrada donde se realizan los siguientes procesos:



Reunión con la Directiva

Se realizaron 02 reuniones con el Sr. Edwin Vásquez y la Sra. Maritza Vásquez encargados del aserradero Vásquez SAC y con el Sr. Carlos Henderson, gerente del aserradero Maderera Marañón SRL donde se discutió lo siguiente:

- Se informó sobre la investigación a realizarse dentro de sus empresas de aserrío.
- Se informó sobre las concentraciones que se monitorearon (CO y PM) y las consecuencias negativas que afecta tanto al ambiente como a la salud de las personas.
- Se informó los resultados obtenidos durante los seis días de monitoreo en ambos aserraderos.
- Se estableció una fecha para la charla informativa y participativa hacia los trabajadores en planta.

Reunión con los Trabajadores

Se realizaron charlas informativas y participativas en el aserradero Vásquez SAC (Planta N° 01) con 19 trabajadores y en el aserradero Maderera Marañón SRL con 39 trabajadores donde se llevó a cabo lo siguiente:

- Se informó sobre el trabajo de investigación a realizarse.
- Se informó sobre el monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y sus efectos adversos al ambiente como a su salud.
- Se promovió una cultura de responsabilidad ambiental dentro del aserradero Vásquez SAC.

Líneas de Acción

Almacenamiento

- Las trozas son almacenadas al aire libre de acuerdo al tipo de madera y dimensiones. Estas trozas al estar al aire libre desprenden material particulado inducidos por el viento.

Aserrado

- Las trozas son cortadas de manera irregular mediante una sierra de pedal o eléctrica, que tiene una tira metálica dentada, larga, estrecha y flexible. La tira se desliza sobre dos redas que se encuentran en el mismo plano vertical con un espacio entre ellas. En este proceso se genera aserrín.
- Comprende una máquina para aserrar, la cual hace los cortes longitudinales a la madera y, también para seccionarlas. En este proceso también se genera bastante material particulado (aserrín).

Canteado

- Corte de los cantos de la madera, en el cual se genera material particulado como el aserrín, exponiendo a la calidad del aire y a la salud de los trabajadores que operan cerca de las maquinas.

Despuntado

- Corte de las puntas de la madera, las cuales generan material particulado como el aserrín, las cuales se elevan al aire las partículas más pequeñas.

Secado

- Comprende un horno de secado, el cual sirve para quitar la humedad deseada de la madera.

Transporte final

- Comprende el transporte del producto de acuerdo a condiciones que exige la clientela. En esta etapa, se emite material particulado generado por el paso de los volquetes sobre las calles sin asfaltar, exponiendo de esa manera la salud pública y la calidad del aire, asimismo, emiten monóxido de carbono debido a la combustión.

4.6.5. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Se propusieron las siguientes estrategias de reducción a tomar en cuenta:

Tabla 14. Objetivos estratégicos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN	✓ Talleres de capacitación orientadas al riesgo en el trabajo al estar expuesto a las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) ✓ Promover charlas de cinco minutos para fortalecer el conocimiento de los trabajadores sobre las emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$). ✓ Proporcionar indumentarias de protección personal a los trabajadores.

	✓ Generar información mediante el monitoreo periódico de los niveles de concentración de monóxido de carbono y material particulado. ✓ Implementar alarmas que adviertan los altos niveles concentración de monóxido de carbono (CO), con la finalidad de que todo el personal tome las medidas correspondientes. ✓ Supervisión permanente.
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	✓ Regar con agua los espacios libres del aserradero con el fin de mitigar el levantamiento del polvo que generan las maquinarias pesadas al transportar la madera. ✓ Establecer un croquis del transporte de las trozas, identificando las calles en donde este menos expuesta la población a la contaminación por concentración de polvo. ✓ Cubrir con material impermeable las trozas que transportan los volquetes, para que de esa manera la población y la calidad del aire estén menos expuestas. ✓ Dar mantenimiento periódico a las maquinarias pesadas con la finalidad de reducir las emisiones de monóxido de carbono al aire.

	✓ Implementar sistemas de extracción y/o filtros para las áreas en donde se formen partículas (canteado y aserrado).
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	✓ Reportar informes trimestrales sobre los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) obtenidos durante los monitoreos realizados por terceros. ✓ Siembra de plantas en áreas verdes aledaños a los aserraderos, con la finalidad de compensar la alteración que generan los aserraderos a la calidad del aire.

4.6.6. EJECUCIÓN DEL PLAN

Plazos

Para la ejecución del "Plan de reducción de emisiones de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en dos empresas de aserrío del distrito de Manantay", se establecieron medidas a corto plazo (1 año) con la finalidad de obtener resultados a mediano plazo (5 años). A continuación, se especifican las estrategias y plazos.

Tabla 15. Actividades / Plazos para la ejecución del Plan

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	**Actividades / Plazos**	
	Corto plazo (1 año)	**Mediano plazo (5años)**
Medidas de prevención	Talleres de sensibilización y capacitación al personal operativo y administrativo.	100 % del personal operativo y administrativo debidamente capacitado.
	Adquisición de indumentarias de protección personal.	100 % del personal operativo debidamente implementado.
	Monitoreo de la concentración de monóxido de carbono y material particulado.	Número de monitoreos al año.
	Adquisición de bomba de agua para regar las zonas de mayor generación de polvo.	Hectáreas regadas anualmente.
	Mantenimiento oportuno de las maquinarias pesadas.	Número de mantenimientos al año.
Medidas de mitigación	Adquisición de sistema de extracción y/o filtros de aserrín generados en los procesos.	Instalación de sistema de extracción y/o filtros de aserrín generados en los procesos.
Medidas de corrección	Elaboración de informes trimestrales sobre los niveles de	Número de informes trimestrales elaborados anualmente.

	monóxido de carbono y material particulado.	
	Adquisición de plantones para la siembre en áreas verdes.	Hectáreas reforestadas anualmente.

Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto en función a los objetivos estratégicos planteados anteriormente.

Tabla 16. Presupuesto

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	**LINEAS DE ACCIÓN**	**PRESUPUESTO REFERENCIAL**	
		Corto plazo (1 año)	**Mediano plazo (5 años)**
Medidas de prevención	Talleres de sensibilización y capacitación al personal operativo y administrativo.	S/. 5,000.00	S/. 25,000.00
	Adquisición de indumentarias de protección personal.	S/. 2,000.00	S/. 10,000.00
	Monitoreo de la concentración de monóxido de carbono y material particulado.	S/. 12,000.00	S/. 60,000.00
	SUBTOTAL	**S/. 19,000.00**	**S/. 95,000.00**

Medidas de mitigación	Adquisición de bomba de agua para regar las zonas de mayor generación de polvo.	S/. 2,500.00	S/. 12,500.00
	Mantenimiento oportuno de las maquinarias pesadas.	S/. 50,000.00	S/. 250,000.00
	Adquisición de sistema de extracción de aserrín generados en los procesos.	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00
	SUBTOTAL	**S/. 72,500.00**	**S/. 282,500.00**
Medidas de corrección	Elaboración de informes trimestrales sobre los niveles de monóxido de carbono y material particulado.	S/. 10,000.00	S/. 60,000.00
	Adquisición de plantones para la siembre en áreas verdes.	S/. 3,000.00	S/. 20,000.00
	SUBTOTAL	**S/. 13,000.00**	**S/. 80,000.00**

Cronograma de actividades

El cronograma de actividades se planteó en función a las acciones a realizarse durante el corto y mediano plazo establecido.

Tabla 17. Cronograma de actividades

LÍNEAS DE ACCIÓN	Corto plazo				Mediano plazo			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
MEDIDAS DE PREVENCIÓN								
Talleres de sensibilización y capacitación al personal operativo y administrativo.	X	X	X	X	X	X	X	X
Adquisición de indumentarias de protección personal.	X		X		X		X	
Monitoreo de la concentración de monóxido de carbono y material particulado.	X	X	X	X	X	X	X	X
MEDIDAS DE MITIGACIÓN								
Adquisición de bomba de agua para regar las zonas de	X				X			

mayor generación de polvo.								
Mantenimiento oportuno de las maquinarias pesadas.		X		X		X		X
Adquisición de sistema de extracción y/o filtros de aserrín generados en los procesos.					X			
MEDIDAS DE CORRECCIÓN								
Elaboración de informes trimestrales sobre los niveles de monóxido de carbono y material particulado.	X	X	X	X	X	X	X	X
Adquisición de plantones para la siembre en áreas verdes.				X				X

4.6.7. RESULTADOS ESPERADOS

- Reducción significativa de los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en las empresas de aserrío Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.
- Fortalecimiento de la gestión ambiental de las empresas de aserrío Vásquez SAC y Maderera Marañón SRL.
- Mejoramiento de la calidad del aire y calidad de vida de la población del distrito de Manantay.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En una investigación realizada en el 2022, se tuvo como objetivo determinar el efecto de la producción de carbón vegetal en la calidad del aire en el distrito de Manantay. Se analizaron los niveles de monóxido de carbono (CO) que emite la carbonera, obteniendo un promedio de 31 819 ug/m^3 en los primeros 100 metros desde el punto de monitoreo y en los siguientes 100 metros obtuvieron un promedio de 12 772 ug/m^3. Estos valores calculados, superan significativamente los ECA para Aire dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM, perturbando de esa manera la calidad del aire. La investigación se desarrolló en los meses de noviembre, diciembre y enero, en condiciones meteorológicas comunes en la región (Cáuper & Medina, 2022).

En contraste con la presente investigación, el nivel de concentración de CO promedio que se obtuvo, con respecto al aserradero Vásquez SAC, fue de 3 216.02 ug/m^3; de igual manera, con respecto al aserradero Maderera Marañón SRL, se obtuvo un promedio de CO

de 3 731,34 ug/m^3. En ambos casos se puede notar que los valores se encuentran dentro de los estándares establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM (10 000 ug/m^3).

En una investigación sobre la calidad del aire en la ciudad de Pucallpa, se monitoreó durante el mes de diciembre la concentración de PM_{10} en cuatro estaciones diferentes (E-5, E-6, E-7, E-8) en la jurisdicción del distrito de Manantay. Los resultados obtenidos en la E-6 (Av. Túpac Amaru y Av. Colonización) y E-8 (Av. Colonización y Av. Yoque Yapanqui), en el que comprenden como fuentes de emisión a aserraderos con contribución del tránsito vehicular, fueron de 248,4 ug/m^3 y 247,8 ug/m^3 respectivamente, los cuales exceden los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA-Aire) de la normativa peruana vigente. Cabe mencionar que esta investigación se dio en época de inicio del invierno (diciembre) (Román, 2019).

Tuesta (2014), en su proyecto titulado: "Evaluación de la Gestión Ambiental de la Industria Forestal de Callería, Yarinacocha y Manantay", realizó la medición de PM_{10} en tres puntos de monitoreo, durante los meses de junio y julio (invierno), en el distrito de Manantay. En el primer punto de monitoreo (Central Manantay – Plaza Manantay) obtuvo un valor promedio de PM_{10} de 513,20 ug/m^3; en el segundo punto de monitoreo (Jr. Manantay – Frente al aserradero Villacorta) obtuvo un valor promedio de 360,72 ug/m^3 y en el tercer punto de monitoreo (Jr. Santa Clara N° 515 – Frente al aserradero Vásquez) obtuvo un valor promedio de 408,15 ug/m^3. Estos valores promedios de PM_{10} tienen aproximadamente un 25 % de aporte de emisiones del parque automotor y carboneros. De acuerdo a los ECA-Aire dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM, los valores promedios obtenidos en los tres puntos de monitoreo lo sobrepasan significativamente, convirtiéndose en fuentes de

contaminación con gran potencial de afectación a la población circundante, así como para la calidad del aire del distrito.

En contraste con la presente investigación, el nivel de concentración de PM_{10} promedio que se obtuvo, con respecto al aserradero Vásquez SAC, fue de 29.70 ug/m^3; de igual manera, con respecto al aserradero Maderera Marañón SRL, se obtuvo un promedio de PM_{10} de 28,62 ug/m^3. En ambos casos se puede notar que los valores se encuentran dentro de los estándares establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM (100 ug/m^3). Cabe mencionar que los factores que influyeron en la dinámica de los contaminantes monitoreados fueron las precipitaciones presentadas y los vientos fuertes, los cuales dispersan el material particulado a otros lugares.

Dextre (2016), en su trabajo titulado: "Comportamiento de las variables meteorológicas y su relación con la calidad de aire por material particulado ($PM_{2.5}$), San Juan de Lurigancho", analizó el comportamiento del $PM_{2.5}$ (fuentes industriales) influenciado por las variables meteorológicas (temperatura, humedad, velocidad de viento) durante el mes de mayo. En el monitoreo realizado en la mañana, obtuvo un valor promedio de 60.72 ug/m^3; en la tarde, obtuvo un valor promedio de 32.59 ug/m^3 y, por la noche, obtuvo en valor promedio de 43.70 ug/m^3. De acuerdo a esos resultados, concluyó que por la mañana es donde supera los ECA para Aire (50 ug/m^3) debido a una mayor actividad industrial. Por otro lado, también concluyó que las variables meteorológicas no tienen una relación significativa con el contaminante, obteniendo valores correlacionales débiles tanto positivo como negativo.

En contraste con la presente investigación, el nivel de concentración de $PM_{2.5}$ promedio que se obtuvo, con respecto al aserradero Vásquez SAC, fue de 9.12 ug/m^3; de

igual manera, con respecto al aserradero Maderera Marañón SRL, se obtuvo un promedio de $PM_{2.5}$ de 8,45 ug/m^3. En ambos casos se puede notar que los valores se encuentran dentro de los estándares establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM (50 ug/m^3). Del mismo modo, como se mencionó anteriormente, la concentración del $PM_{2.5}$ tuvo cierta influencia con las condiciones meteorológicas que se presentaron en los días del monitoreo, siendo la precipitación y los vientos fuertes los más preponderantes.

En el estudio denominado: "Evaluación de la Gestión Ambiental de la Industria Forestal de Callería, Yarinacocha y Manantay", se recolectaron muestras de parámetros meteorológicos del centro meteorológico de la Universidad Nacional de Ucayali durante los meses de junio y julio, obteniendo los siguientes resultados promedios: Temperatura (29 °C), Humedad relativa (83.76 %) y Velocidad del viento (1.66 m/s). Consideraron que estos son los parámetros meteorológicos más importantes que influyen en la movilidad de los contaminantes en el aire,

En contraste, en la presente investigación se desarrolló a fines de enero de 2022, en donde el tiempo en la selva es bastante cambiante e inestable, registrándose temperaturas desde 22,75 °C hasta 35.59 °C; humedad relativa mayormente del 90 % a más, el cual tuvo una relación inversamente proporcional a la temperatura, es decir, a menor temperatura mayor humedad relativa. En el aserradero Vásquez SAC, en el día 2 de monitoreo, se presenció vientos fuertes de 11 a.m., a 4 p.m.; en el día 3, se registró lluvia de 2 – 8 p.m.; en el tercer día, también se registró lluvia de 9 – 10 a.m. En el aserradero Maderera Marañón, en el día 1 de monitoreo, se presenció lluvia a la 1 p.m., y de 4 – 6 p.m.; en el día 2, se presenció cielo nublado de 4 p.m., a 3 a.m.; el día 3, se presenció garua de 9 – 10 a.m., y vientos de 2 – 4 a.m.; en el día 5, se presenció lluvia a las 2 p.m.

Las empresas en estudio se caracterizan principalmente por utilizar la madera como materia prima para su posterior transformación primaria. Esto lleva consigo la generación de una variedad de contaminantes, entre ellos el monóxido de carbono y material particulado, resultado de los distintos procesos productivos por el que pasan las trozas de madera como son: el transporte de las trozas, almacenamiento, canteado, despuntado, secado, comercialización, etc.

Por lo expuesto, se hace especial énfasis en los resultados obtenidos en la presente investigación, como se vio anteriormente estos resultados no superan los ECA-Aire nacional y una de las principales razones fue la influencia de algunas variables meteorológicas típicas del área de influencia de los aserraderos en estudio. Ramos-Herrera et al. (2010), indica que la temperatura, radiación solar y la humedad relativa son factores determinantes en el tiempo para que se den reacciones químicas atmosféricas. Según Rodríguez (2009), en su estudio señala que hay correlación directa entre las variables meteorológicas y los contaminantes presentes en el aire, ya que influyen y alteran el comportamiento de las mismas. Los niveles elevados de material particulado han sido relacionados a inversiones térmicas nocturnas, debido a que en época de invierno existen variaciones bien marcadas de temperatura entre el día y la noche, lo cual significa que existe una relación entre la temperatura y la concentración de material particulado (Garreaud & Rutllant, 2006).

Tuesta (2014), en su proyecto de investigación científica: “Evaluación de la Gestión Ambiental de la Industria Forestal de Callería, Yarinacocha y Manantay” encuestó a los trabajadores de ocho aserraderos diferenes, de los cuales cinco de los aserraderos percibieron como factor principal de dificultad en el trabajo al material particulado (polvo), representando un 50 %. Según Cano (2007), alude que, el polvo de madera puede causar

irritaciones en la piel, reacciones alérgicas, efectos tóxicos, enfermedades respiratorias y cáncer. Asimismo, se preguntaron a los trabajadores sobre los efectos adversos a la salud que presentaron al empezar a trabajar en la industria forestal, obteniendo que el 28 % sufre de sordera y el 22 % de cambio de ánimo. También, se cuestionó sobre las exposiciones peligrosas en el aserradero, siendo el ruido fuerte con 40 % y el polvo (25 %) los más significativos.

En contraste con la presente investigación, de acuerdo a las encuestas realizadas en ambos aserraderos, se obtuvo que un 16,7 % de los trabajadores padecen de afecciones respiratorias y del corazón, y aproximadamente el 50 % le atribuye como causa principal a las emisiones de monóxido de carbono y material particulado (polvo) generados por los diferentes procesos productivos de la madera y a la movilidad de las maquinarias pesadas; además un promedio del 74 % de los trabajadores se considera en riesgo ante estos contaminantes. Y como medida de precaución el 30 % de los trabajadores infirió que las industrias madereras no deben estar ubicadas en zonas urbanas y no siendo así deberían ser multadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La concentración promedio de monóxido de carbono (CO) en el aserradero Vásquez SAC fue de 3 216.02 ug/m^3, y en el aserradero Maderera Marañón SRL fue de 3 741.96 ug/m^3 los mismos que no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.
- La concentración promedio de material particulado (PM_{10}) en el aserradero Vásquez SAC fue de 29.70 ug/m^3, y en el aserradero Maderera Marañón SRL fue de 28.75 ug/m^3 los mismos que no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.
- La concentración promedio de material particulado ($PM_{2.5}$) en el aserradero Vásquez SAC fue de 9.12 ug/m^3, y en el aserradero Maderera Marañón SRL fue de 8.45 ug/m^3 los mismos que no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire dispuestos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.
- Se concluyó que, los objetivos estratégicos establecidos en el Plan contribuirán al buen accionar de las empresas de aserrío mediante la ejecución de las actividades priorizadas tales como: talleres de sensibilización y capacitación, las cuales están direccionadas a promover charlas que fortalezcan las capacidades cognitivas del personal operativo en cuanto al riesgo en el trabajo, así como también brindar capacitación al personal administrativo sobre la implementación de políticas y planes ambientales. Asimismo, al cumplimiento de metas a corto y mediano plazo que son mensurables y económicamente viables, poniendo

especial énfasis en la reducción de las emisiones de monóxido de carbono y material particulado y, de esa manera, cumplir con las exigencias ambientales nacionales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar mayor cantidad de mediciones, por lo menos tres meses, para tener mayor consistencia en los datos, los cuales brindarán información más precisa al ser sometidos a pruebas estadísticas, a efectos de tomar mejores decisiones en las empresas de aserrío con respecto a la implementación de objetivos estratégicos.
- Realizar monitoreos de treinta días por estación del año tales como en la época de verano, invierno, primavera y otoño, para poder determinar que tanto y de qué manera influyen las condiciones meteorológicas en la dinámica de los contaminantes emitidos por los aserraderos estudiados.
- Desarrollar modelamientos de dispersión de contaminantes, con la finalidad de determinar la distancia que son transportados y, de esa manera, tomar medidas de prevención con respecto a la salud de la población aledaña que se encuentra expuesta a los contaminantes emitidos por los aserraderos en estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva Huamán, D. (2018). *Concentración de material particulado, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en la planta de producción de óxido de calcio Puylucana, Cajamarca.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Unidad de Posgrado de l Facultad de Ciencias Agrarias.

Benavides Ballesteros, H. &. (05 de Mayo de 2019). *Slideshare.* Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/JovannaRamos/gases-de-efecto-invernadero-y-el-cambio-climatico

Cárdenas Franco, H. (2010). Consideraciones del material particulado en Bogotá. Alternativas tecnológicas de medición de la calidad del aire. *Red de Revista Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.*, 103-115.

Cáuper, V., & Medina, B. (2022). Efecto de la producción de carbon vegetal en la calidad de aire en el distrito de Manantay - Ucayali. *Tesis de Pregrado.* Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.

Consorcio Planificando Perú . (2017). *Actualización del Plan de Desarrollo Urbano de Coronel Portillo, incluye a los distritos conurbados de Callería, Yarinacocha y Manantay - provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali 2017-2027.* Pucallpa: Municipalidad Provincial de Coronel Portillo.

Dextre, E. (2016). Comportamiento de las variables meteorológicas y su relación con la calidad de aire por material particulado (PM2.5), San Juan de Lurigancho". *Tesis de Posgrado.* Universidad César Vallejo, Lima.

Dirección General de Salud Ambiental. (2010). *Monitoreo de Calidad del Aire en la Ciudad de Pucallpa Marzo del 2010.* Pucallpa: Ministerio de Salud.

Ecoestrategia. (15 de Agosto de 2019). *Ecoestrategia.* Obtenido de Ecoestrategia: http://www.ecoestrategia.com/articulos/glosario/glosario.pdf

Fang, G. C. (2003). Caracterización de partículas, elementos metálicos de aerosoles de TSP, PM(2.5) y PM(2.5-10) en un sitio de muestreo de una granka en Taiwán, Taichung. *The Science of the Total Environment*, 157-166.

Farrow, D. A. (2021). *Evaluación del monitoreo de la contaminación atmosférica en Bogotá, Colombia: Informe técnico, abril.* Bogotá: Laboratorio de Investigación de Greenpeace.

Gaitán Varón, M. &. (2017). *Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas.* Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia ISBN: 978-958-8901-64-0.

García R., F. A. (2006). Distribución espacial y temporal de la concentración de material particulado en Santa María, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 73-82.

Garreaud, R., & Rutllant, J. (2006). *Factores meteorológicos de la contaminación atmosférica.* Santiago: Universitaria.

Gerencia Regional Forestal y de Fauna Silvestre. (2021). *PLATAFORMA ESTADÍSTICA REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE DE UCAYALI - GERFFS.* Obtenido de Industrias Forestales: https://gerffsregionucayali.org/estadistica

Gobierno Regional de Ucayali. (2016). *Análisis de Situación de Salud de Ucayali.* Pucallpa: Dirección Regional de Salud de Ucayali - Dirección de Epidemiología.

Gómez-Yepes, M. &. (2010). Análisis de la Incidencia de Patologías Respiratorias por Exposición al Polvo de Madera en os Carpinteron del Quindío (Colombia). *Ciencia y Trabajo*, 433-439.

Gonzalez Del Aguila, J. (2014). *Medidas de prevención y control de la contaminación industrial maderera para evitar el deterioro de la salud de los trabajadores y poblaciones aledañas en la región Loreto - Perú, 2013.* Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Escuela de formación profesional de Ingeniería en Ecología de bosques tropicales.

Gonzalo Guerra, J. G. (2007). Daño neurológico en intoxicación por monóxido de carbono. *Emergencias*, 19:48-9.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010-2014). *Concentración promedio anual (1 hora) de Monóxido de Carbono (CO) en el aire (Hoja metodológica versión 1,2).* República de Colombia: El ambiente es de todos - Minambiente. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/11769/119781607/6+HM+Concentracion+CO_V1.2.docx.pdf/8e3432c4-63d3-4e98-9b05-b2362e0f23ce

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2014). *Informe de Calidad de Aire en Ciudades.* Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

León, F. M. (26 de agosto de 2019). *Meteoredtiempo.com.* Obtenido de Meteoredtiempo.com: https://www.tiempo.com/ram/grandes-cantidades-de-monoxido-de-carbono-de-los-incendios-de-brasil.html

Lluch Urpi, J. (2008). *Tecnología y Margen del Refino de Petróleo.* Madrid: Díaz de Santos S.A.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Boletín - Evolución de producción del Sector Forestal. Dirección General de Políticas Agrarias - DGPA.* Lima: Dirección General de Políticas Agrarias - DGPA.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2013). *Informe Nacional de la Calidad del Aire.* Lima: Ministerio del Ambiente.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2015). *Informe de Balance de la Gestión Regional frente al Cambio Climático en el Páis. Avances, Logros, Dificultades, Retos y Oportunidades.* Lima: Ministerio del Ambiente.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM: Aprueban estándares de calidad ambiental del aire y establecen disposiciones complementarias.* Lima: Ministerio del Ambiente.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire D.S. N° 010-2019-MINAM.* Lima: Editora Perú.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe Nacional de la Calidad del Aire.* Lima: Ministerio del Ambiente - MINAM.

Miranda, Á. (1996). *La combustión.* Barcelona - España: CEAC Editorial S.A.

Nevers, N. (2008). *Ingeniería de control de la contaminación del aire - Tercera Reimpresión.* México: Mc Graw-Hill Interamericana Editors S.A. de C.V.

Oliu, G. N. (2010). Intoxicación por monóxido de carbono: claves fisiopatológicas para un buen tratamiento. *Emergencias*, 451-459.

Pachón, Jorge E., & et al. (2018). Desarrollo y evaluación de un inventario integral de emisiones atmosféricas para la modelización de la calidad del aire en la megaciudad de Bogotá. *Ambiente 9.2*, 49.

Román, W. (2019). Modelo de simulación y el monitoreo de la calidad de aire en la ciudad de Pucallpa. *Tesis de Doctorado.* Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Pucallpa.

Romero Placeres, M. D. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 2-11.

Sánchez, M. (15 de Noviembre de 2012). *Slideshare.* Obtenido de Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/MILEYSANZPEREZ/conceptos-bsicos-de-medio-ambiente

Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. (2019). *Informe de monitoreo de la calidad ambiental del aire y parámetros meteorológicos, diciembre 2019.* Trujillo: Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (SEGAT).

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI. (2020). *Vigilancia de la calidad del aire en el área Metropolitana de Lima y Callao.* Lima: Ministerio del Ambiente.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2020). *Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2019.* Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

Tellez, J. R. (2006). Contaminación por monóido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de Salud Pública*, 108-117.

Tuesta, T. (2014). Evaluación de la gestión ambiental de la industria forestal de Callería, Yarinacocha y Manantay. Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

Tzintzun, M. (2005). Las partículas suspendidas en tres grandes ciudades mexicanas. *Gaceta Ecológica*, 15-28.

Vivar Martínez, E. (2014). Cuantificación de material particulado PM10 y su efecto toxicológico-ambiental, en la ciudad de Azogues. *Tesis De Maestria En Toxicologia Industrial Y Ambiental*, 109.

Zuk, M. T. (2007). *Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas.* México D.F.: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

ANEXOS

ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO

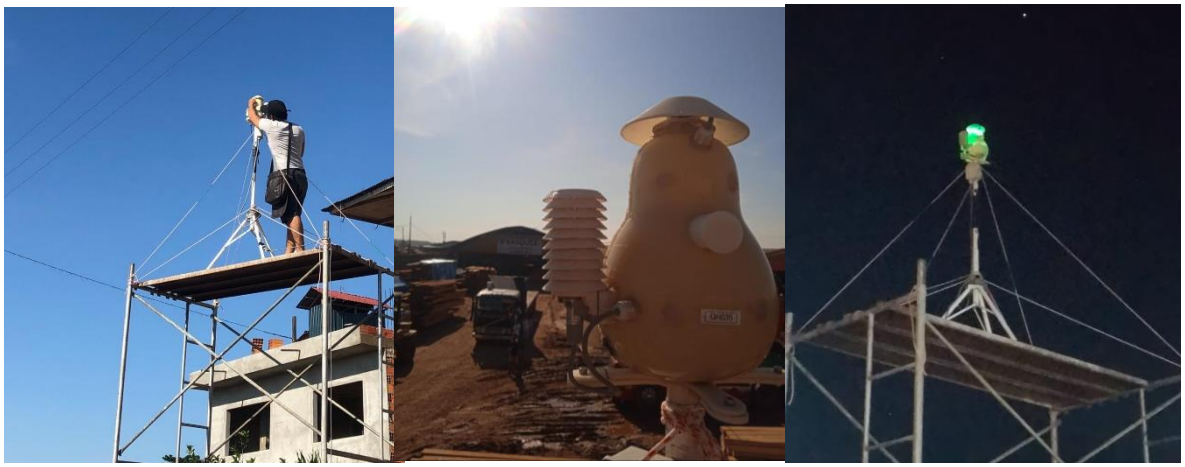


Figura 7. Instalación del módulo Qhawax en el aserradero Vásquez SAC



Figura 8. Maquinaria y fuentes de emisión de contaminantes en el aserradero Vásquez SAC



Figura 9. Recopilación de información en el aserradero Vásquez SAC (encuestas)



Figura 10. Taller participativo en el aserradero Vásquez SAC



Figura 11. Instalación del módulo Qhawax en el aserradero Maderera Marañón SRL



Figura 12. Maquinaria y fuentes de emisión de contaminantes en el aserradero Maderera Marañón SRL



Figura 13. Recopilación de información en el aserradero Maderera Marañón SRL (encuestas)



Figura 14. Taller participativo en el aserradero Maderera Marañón SRL

ANEXO 2. ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC SOBRE LA PERCEPCIÓN QUE TIENEN DE LAS EMISIONES DE CO, PM_{10} Y $PM_{2.5}$ AL AMBIENTE.

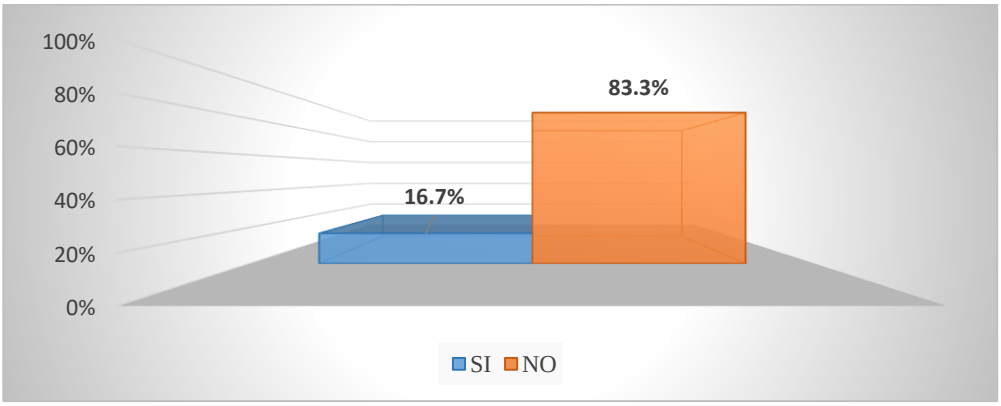


Figura 15. Porcentaje de la percepción de los trabajadores frente a las afecciones respiratorias y del corazón

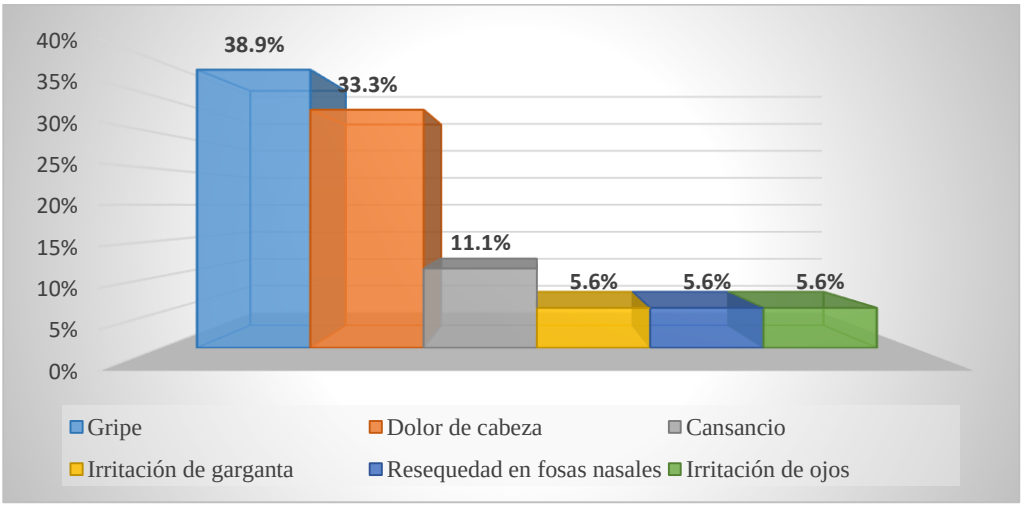


Figura 16. Porcentaje de síntomas que han presentado alguna vez los trabajadores

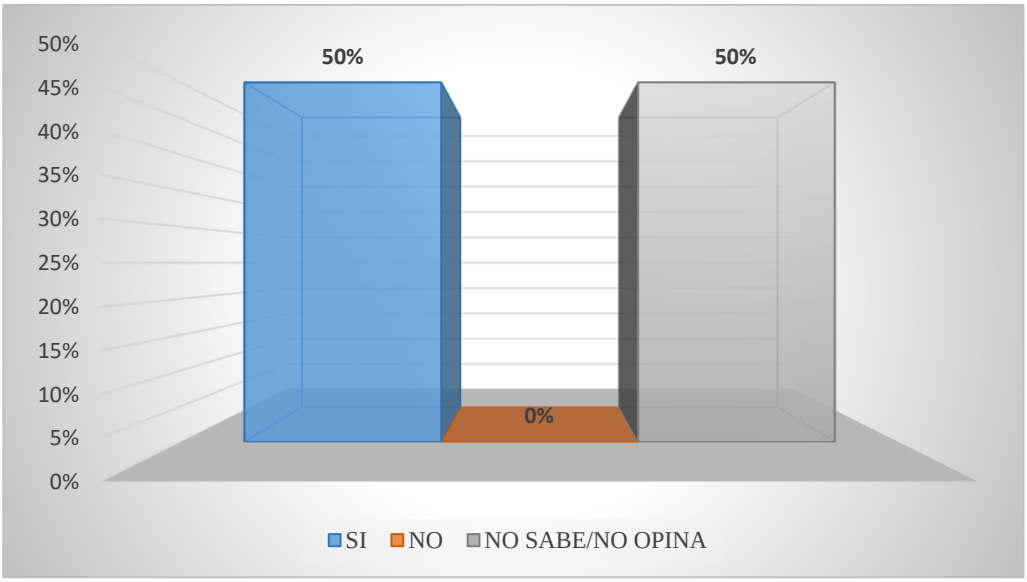


Figura 17. Porcentaje de la percepción de los trabajadores sobre si los malestares que han padecido se deben a la emisión de CO y PM

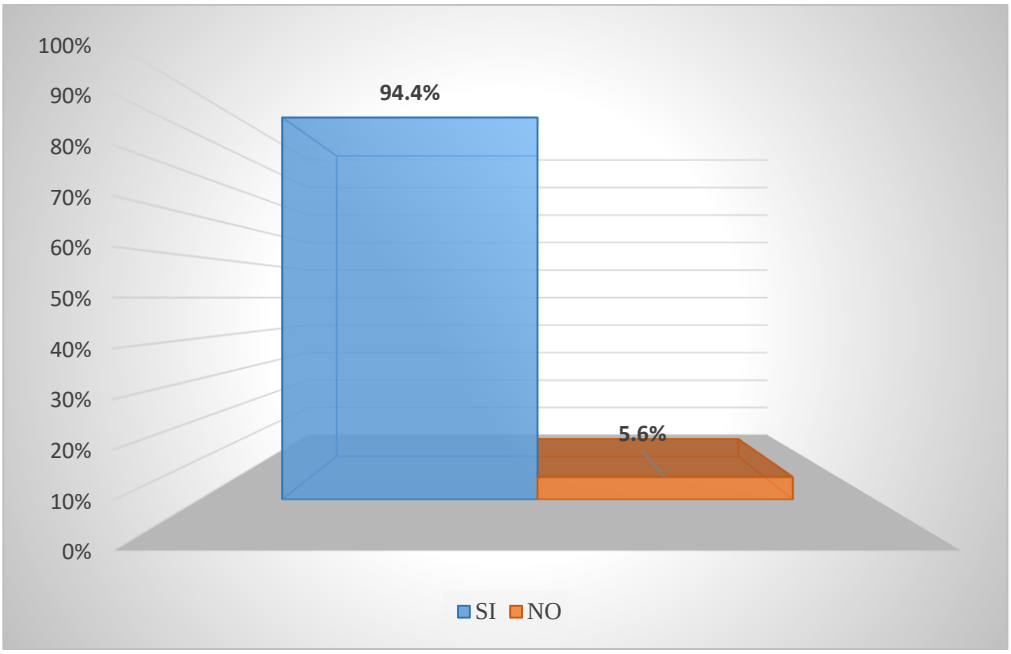


Figura 18. Porcentaje de la percepción que tienen los trabajadores sobre el riesgo de estar expuesto a los contaminantes

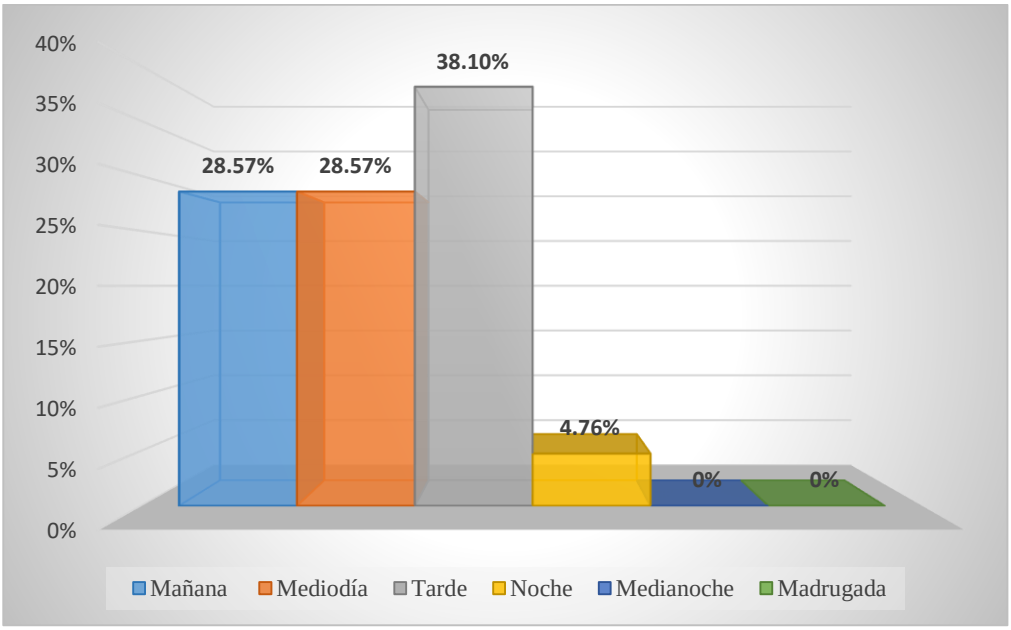


Figura 19. Porcentaje de apreciación de los trabajadores sobre en qué parte del día perciben mayor emisión de contaminantes

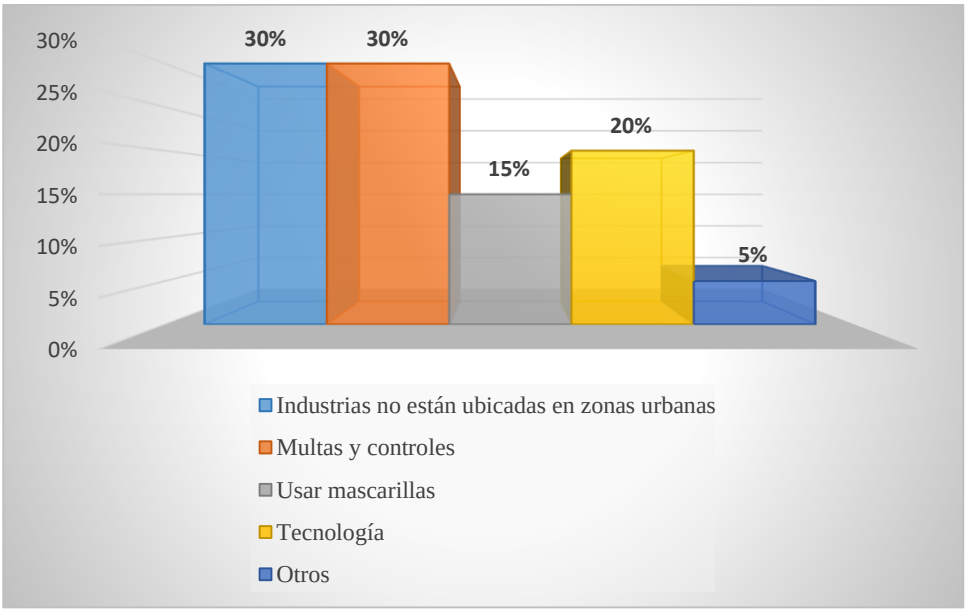


Figura 20. Porcentaje de medida que los trabajadores consideran que se debe tomar para reducir las emisiones de los contaminantes en estudio

ANEXO 3. ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL SOBRE LA PERCEPCIÓN QUE TIENEN DE LAS EMISIONES DE CO, PM_{10} Y $PM_{2.5}$ AL AMBIENTE.

Las encuestas se realizaron a 18 trabajadores, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

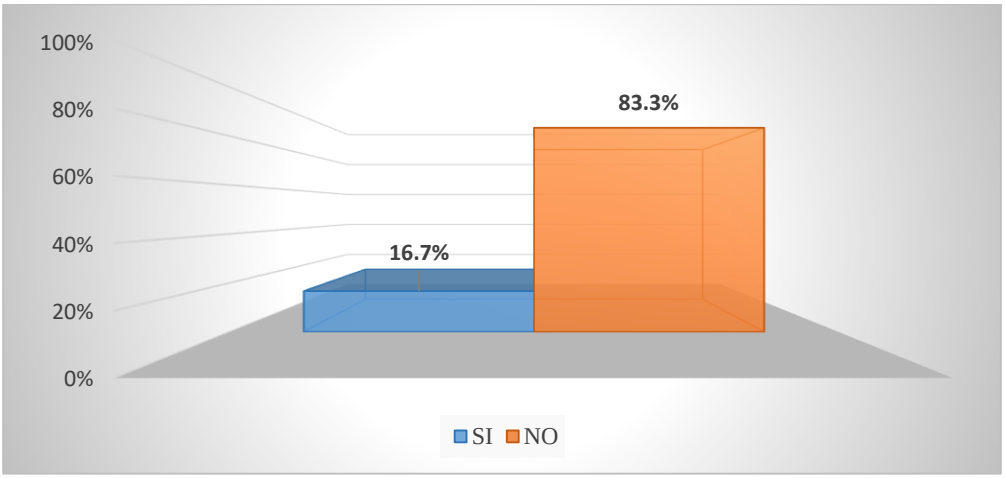


Figura 21. Porcentaje de percepción de los trabajadores frente a las afecciones respiratorias y del corazón

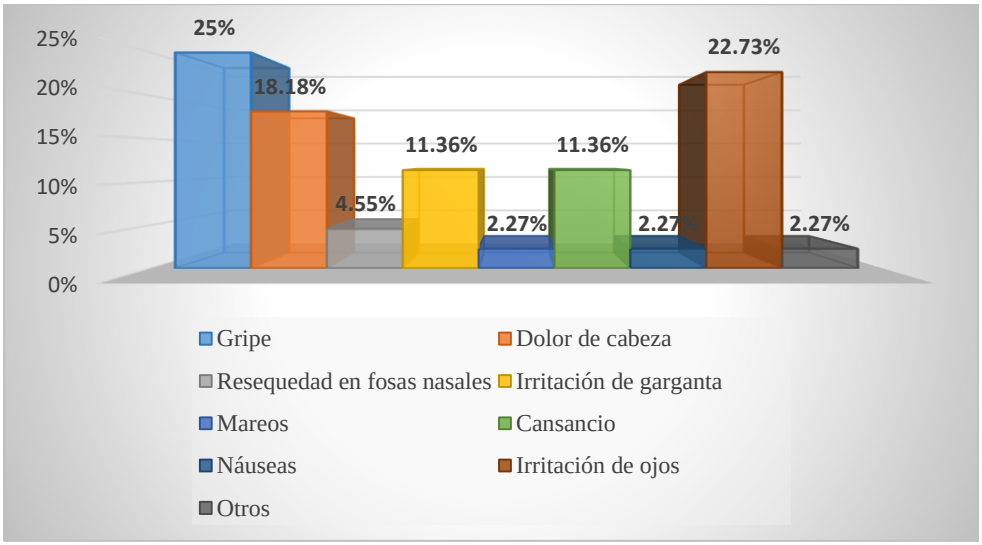


Figura 22. Porcentaje de síntomas que han presentado alguna vez los trabajadores

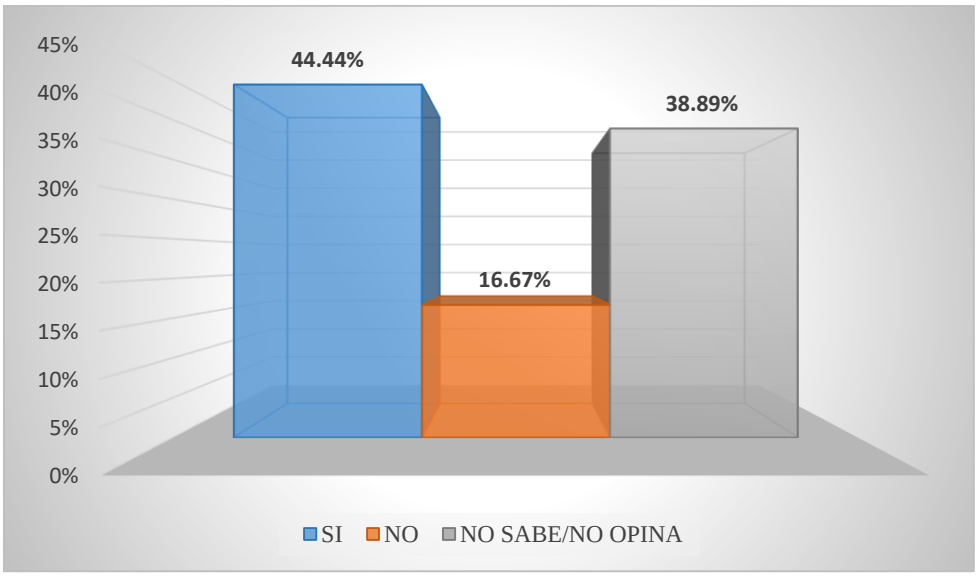


Figura 23. Porcentaje de percepción de los trabajadores sobre si los malestares que han padecido se deben a la emisión de CO y PM

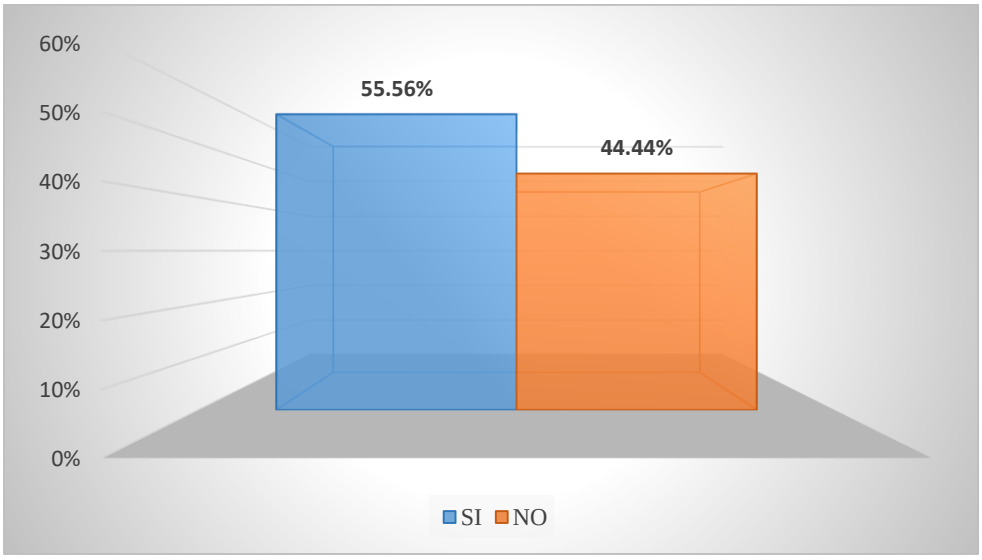


Figura 24. Porcentaje de percepción que tienen los trabajadores sobre el riesgo de estar expuesto a los contaminantes

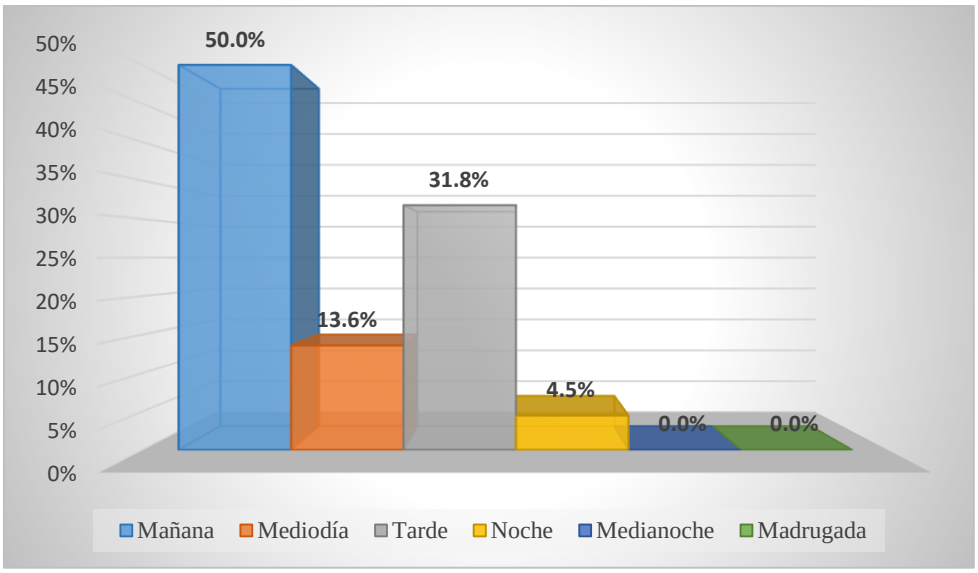


Figura 25. Porcentaje de apreciación de los trabajadores sobre en qué parte del día perciben mayor emisión de contaminantes

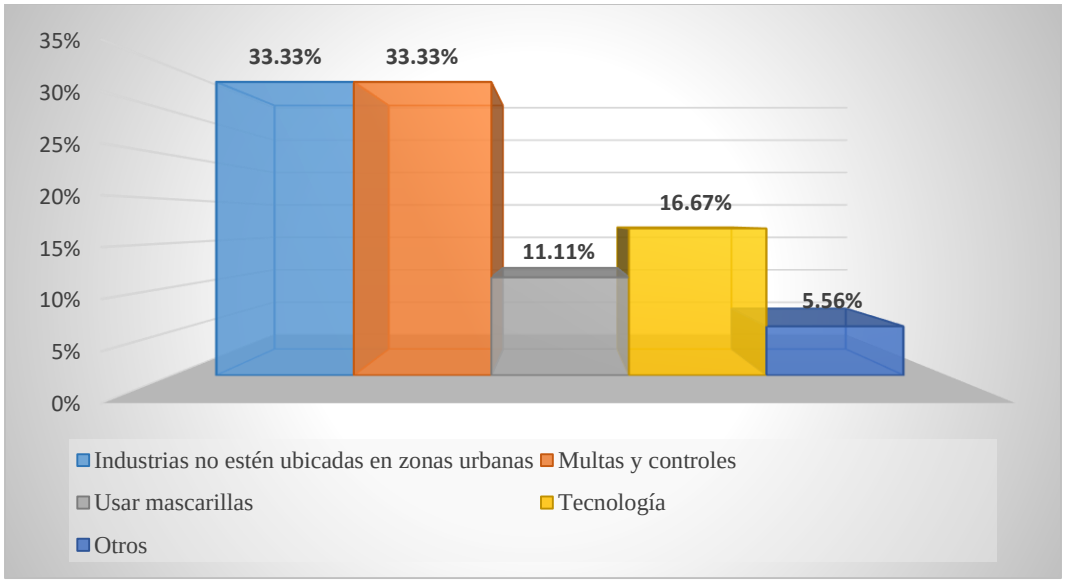


Figura 26. Porcentaje de medidas que los trabajadores consideran que se debe tomar para reducir las emisiones de los contaminantes en estudio

ANEXO 4. FORMATO 1: DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay."

I. DATOS GENERALES

Razón Social :

Nombre Comercial :

Sector de la Actividad :

Gerente :

Domicilio :

Celular :

Correo Electrónico :

Página Web :

II. PRODUCCIÓN

Línea de Producción :

Producto que ofrece :

Volumen de Producción :

III. RECURSOS HUMANOS

N° de trabajadores de la empresa :

N° de trabajadores de operación :

N° de profesionales y técnicos :

ANEXO 5. FORMATO 2: ENCUESTAS A TRABAJADORES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay."

ENCUESTA

Sexo:	F	M	Grado de Instrucción:	
Edad:			Ocupación:	
Empresa:				
Cargo en la empresa:				

Encuestador:		Fecha:	
Punto de Muestreo:		Distrito:	

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando para esta empresa? _____

2. ¿Utiliza algún equipo de protección personal para realizar sus labores? ¿Cuál?

   ☐ Si _____

   ☐ No

3. ¿Se promueve la participación de los trabajadores en el cuidado del ambiente?

   ☐ Si

   ☐ No

4. ¿Usted padece afecciones respiratorias o del corazón?

   ☐ Si

   ☐ No

5. ¿Ha sufrido alguno de estos síntomas?

   ☐ Gripe

☐ Dolor de cabeza

☐ Resequedad en fosas nasales

☐ Opresión o dolor en el pecho

☐ Palpitaciones

☐ Irritación de garganta

☐ Mareos

☐ Cansancio

☐ Náuseas

☐ Confusión

☐ Irritación de ojos

☐ Asma

☐ Otros: _____

6. ¿Usted cree que estos malestares puede ser consecuencia de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

   ☐ Si

   ☐ No

   ☐ No sabe/No opina

7. ¿Usted se considera en riesgo por las emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

   ☐ Si

   ☐ No

8. ¿A quiénes cree usted que afecta más las emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

☐ Niños

☐ Adolescentes

☐ Adultos

☐ Adultos Mayores

9. ¿En dónde cree usted que hay mayor emisión de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

☐ Dentro de una casa

☐ Industrias

☐ Avenida principal

☐ Parque

☐ A bordo de un vehículo

10. ¿Cuál de las siguientes alternativas considera que genera mayor emisión de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

☐ Industrias

☐ Vehículos Automotores

☐ Hogar

☐ Botadero

11. ¿En qué horario cree usted que hay mayor emisión de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

☐ Mañana

☐ Mediodía

☐ Tarde

☐ Noche

☐ Medianoche

☐ Madrugada

12. ¿Qué medida considera más efectiva para reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo (material particulado PM10 y PM2.5)?

☐ Industrias no estén ubicadas en zonas urbanas

☐ Multas y controles

☐ Usar mascarillas

☐ Tecnología

☐ Otro: _____

ANEXO 6. FORMATO 3: CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO PM_{10} Y $PM_{2.5}$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay."

FORMATO

Evaluador:			
Estación de muestreo:			
Dirección:			
Distrito:		Provincia:	
Coordenadas UTM:			
N° días de muestreo:			
Equipo de muestreo:			

MONÓXIDO DE CARBONO (CO) ug/m³							
HORA	DÍAS						
	1	2	3	4	5	6	7
	FECHA						
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

PROMEDIO DIARIO							
OBSERVACIONES Y/O INCIDENCIAS							

MATERIAL PARTICULADO (PM10) ug/m^3							
HORA	DÍAS						
	1	2	3	4	5	6	7
	FECHA						
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							
PROMEDIO DIARIO							
OBSERVACIONES Y/O INCIDENCIAS							

MATERIAL PARTICULADO (PM2.5) ug/m^3							
HORA	DÍAS						
	1	2	3	4	5	6	7
	FECHA						
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							
PROMEDIO DIARIO							
OBSERVACIONES Y/O INCIDENCIAS							

ANEXO 7. FORMATO 4: REGISTRO Y REVISIÓN DE MONITOREO

PROYECTO: "CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO GENERADO EN DOS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO DEL DISTRITO MANANTAY"												
ENCARGADO:					**FECHA:**			**TURNO:**				
LUGAR:					**HORA DE INGRESO:**							
FORMATO DE MONITOREO												
Actividades/Hora												
1. Estado del equipo (color)												
Morado												
Blanco												
Verde												
Amarillo												
Anaranjado												
Rojo												
2. Revisión del equipo												
Cuerdas												
Pernos												
3. Revisión de toma corriente												
Bien conectado												
Mal conectado												
4. Fluido eléctrico												
Si												
No												
5. Condición meteorológica												
Lluvioso												
Nublado												
Vientos												
Soleado												
OBSERVACIONES												

ANEXO 8. DATOS GENERALES DEL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay."

I. DATOS GENERALES

Razón Social : Industrias y Serv. Forestales SAC

Nombre Comercial : Aser. Vásquez

Sector de la Actividad : forestal

Gerente : Maritza Vásquez Rios

Domicilio : Jr. Magdalena 515 Santa Clara M.

Celular : 951668936

Correo Electrónico : industriasvásquez202@hot.

Página Web : –

II. PRODUCCIÓN

Línea de Producción : ———

Producto que ofrece : Servicio de aserrío

Volumen de Producción : ———

III. RECURSOS HUMANOS

N° de trabajadores de la empresa : 54

N° de trabajadores de operación : 50

N° de profesionales y técnicos : 4

ANEXO 9. LISTA DE PARTICIPANTES DEL PLAN DE REDUCCIÓN EN EL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental

TALLER: "CUANTIFICACION DE LA CONCENTRACIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO GENERADO EN DOS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO DEL DISTRITO MANANTAY"

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO EN LA EMPRESA	DNI	FIRMA
1	Segundo lopez caupar	Ayu. despuntador	07528196	
2	RONALDO LÓPEZ COUPER	Ayu. Despuntador	71597384	
3	CESAR TORRES RAMOS		990782347	
4	LUIS FERNANDO ROMAINA Sh.	Ayu. canteador		
5	Jamerlin Martinez Ahuanari	Maestro canteador	47886889	
6	J. [illegible] V.		J[illegible]782[illegible]	
7	Jorge Perez Angel	Ayudante	42024162	
8	Bolney Sinarahua Salas			
9	Felix Diaz Rios		76785243	
10	TERSERA VALDIVIA, CLEVER. R	Recibidor	72877492	
11	Julio Panaifo PERES	Linia	00067[illegible]	
12	Segundo Perez - J	Encargado	00001755	
13	Antidoro Gonzales Souza	Ayu. afilador	40330083	
14	Nalanio Escalante Mozombite	Despuntador	00105983	
15	Segundo Edevin Chujutalli Flores	operador	41387801	
16	José Pua Tapullima	cubicador	00122241	
17	JUAN ELIAS TAMANI	LOTIZADOR	44906330	
18	Billy Jicson Mozombite V.		61780798	
19	Henry Marapara García	AVP	41535648	
20				

ANEXO 10. DATOS GENERALES DEL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y material particulado generado en dos empresas de la industria del aserrío del distrito Manantay."

I. DATOS GENERALES

Razón Social	: MADERERA MARAÑON SRL
Nombre Comercial	: ASERRADERO MARAÑON
Sector de la Actividad	: INDUSTRIA FORESTAL
Gerente	: CARLOS FERNANDO HENDRSON LIMA
Domicilio	: CALLE MAGDALENA S/N- SANTA CLARA
Celular	:961 527 005
Correo Electrónico	:madereramaranon@hotmail.com
Página Web	:https://www.grupohenderson.com/

II. PRODUCCIÓN

Línea de Producción	:MADERA ASERRADA
Producto que ofrece	:MADERA COMERCIAL, CORTA,PAQUETERIA,PARIHUELAS Y OTROS
Volumen de Producción	: 60,000 PT SEMANAL

III. RECURSOS HUMANOS

N° de trabajadores de la empresa	: 60
N° de trabajadores de operación	: 40
N° de profesionales y técnicos	: 8

ANEXO 11. LISTA DE PARTICIPANTES DEL PLAN DE REDUCCIÓN EN EL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental

TALLER: "CUANTIFICACION DE LA CONCENTRACIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) Y MATERIAL PARTICULADO GENERADO EN DOS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO DEL DISTRITO MANANTAY"

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO EN LA EMPRESA	DNI	FIRMA
1	Junior Gutierrez M.	Jalador	62903409	
2	Pascual armas Pincho	acerrador	00045508	
3	Carlos Daniel Agüitari Zumaeta	Jalador	45995420	
4	Antonio coral Perez	Jalador.	00032781	
5	Dsamiji montes Willy	Jalador	63156539	
6	Cesar Nara Dsamaji	APilador	63156366	
7	DELAGUILA MONTES ROGER	APilador	00190918	
8	Montes Dsamaji LeBeo	Jador	44619441	
9	Del Aguila Melendez	Adan	62943143	
10	Robert A. NATorce TAPullima	blizadordecorta	46300671	
11	Lazaro Dsamaji Monte	Pasador	44983665	
12	SERGIO NATORCE TAPULLIMA	LOTIZADOR	45849941	
13	CHARLES PANDURO RODRIGUEZ	ASERRADOR.	80682545	
14	NILTON NATORCE TAPULLIMA	LONZADOR.	48438315.	
15	PEDRO GONZALEZ GONZALEZ	CUBICADOR.	00017620	
16	JEDY TUESTA VASQUEZ	A. AFILADOR	80141282	
17	SEGUNDO FERNANDEZ GUERRA.	AYUDANTE	47680984	
18	ROMULO SALDAÑA GUERRA	DESPUNTADOR	00003559	
19	YOLANDA BARRIOS RIOS.	CUBICADORA	76418164	
20	ENOY PANDURO FIGUEREDO.	AYUDANTE	80580893	

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO EN LA EMPRESA	DNI	FIRMA
1	LEOPOLDO PIÑA. TAMAN		47407019	
2	JESUS ROMERO RODRIGUEZ		19315966	
3	DAVID LOPEZ DIAZ		80434038	
4	EDITH GUERRA SOTOCORNO		41165013	
5	LEOPOLDO PIÑA DE ASIS	M. ASERRADOR.	00091226	
6	JHON RENGIFO MONTEJO	TRINQUITERO	71874832	
7	RIDER SHAPIAMA GONZALEZ	M. AFILADOR	42512716	
8	KEVIN MONTES MONTES.	WINCHERO	63311848	
9	ERICK RIOS LOMAS	CALDERISTA	44511678	
10	CHRISTIAN VASQUEZ del CASTILLO	OPERADOR	48675876	
11	TANIA LUZ. DIAZ SOTOCORNO	AYUDANTE	46906116	
12	ERCILIO OJANAMA SIMA.	AYUDANTE. C.	61504739	
13	KATHERIN TANANTA NAHUATUPE	AYUDANTE. A	61780971	
14	SUSY TANANTA NAHUATUPE	ASIST. DE PLANTA	61780970	
15	OSCAR PAZ CHAVEZ	M. ASERRADOR.	40960716	
16	STEFANIA FERNANDEZ GUERRA	AYUDANTE.	75800904	
17	MICKY JIMENEZ ZAMBRANO	M ASERRADOR.	46125518	
18	ANTONIO CORAL PEREZ.	AYUDANTE	00032781	
19	DANIEL AQUITUARI ZUTIACTA	AYUDANTE	48	
20				

ANEXO 12. DATOS DEL MONITOREO EN EL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC

N°	CO (ug/m^3)	PM_{10} (ug/m^3)	$PM_{2.5}$ (ug/m^3)	Fecha
1	3054.83	34.62	6.07	17/01/2022 13:00
2	2946.76	33.83	6.27	17/01/2022 14:00
3	2665.96	45.82	8.90	17/01/2022 15:00
4	2771.12	35.64	6.95	17/01/2022 16:00
5	2837.49	45.48	8.45	17/01/2022 17:00
6	3124.54	30.93	7.32	17/01/2022 18:00
7	3832.99	52.03	13.11	17/01/2022 19:00
8	4171.87	25.12	9.39	17/01/2022 20:00
9	3201.88	20.84	6.62	17/01/2022 21:00
10	3283.31	16.81	6.09	17/01/2022 22:00
11	2976.52	14.87	5.81	17/01/2022 23:00
Promedio	**3169.75**	**32.36**	**7.73**	**Fecha**
12	2909.46	13.51	6.11	18/01/2022 00:00
13	2893.91	13.81	7.28	18/01/2022 01:00
14	3177.46	11.87	6.57	18/01/2022 02:00
15	3384.96	14.58	8.12	18/01/2022 03:00
16	3416.13	17.72	9.89	18/01/2022 04:00
17	3112.49	16.55	9.00	18/01/2022 05:00
18	3063.54	20.50	9.14	18/01/2022 06:00

19	5060.93	71.25	33.99	18/01/2022 07:00
20	3080.26	31.03	8.04	18/01/2022 08:00
21	2948.52	30.60	7.37	18/01/2022 09:00
22	2824.28	44.17	9.09	18/01/2022 10:00
23	2854.41	80.11	14.36	18/01/2022 11:00
24	2992.02	103.02	28.99	18/01/2022 12:00
25	2867.42	103.32	16.84	18/01/2022 13:00
26	2778.07	112.61	21.88	18/01/2022 14:00
27	2994.46	53.61	11.66	18/01/2022 15:00
28	3412.25	41.08	9.28	18/01/2022 16:00
29	3815.03	60.71	12.52	18/01/2022 17:00
30	3685.39	83.05	16.12	18/01/2022 18:00
31	4093.76	160.49	29.67	18/01/2022 19:00
32	5786.39	18.74	13.72	18/01/2022 20:00
33	4422.62	19.08	12.28	18/01/2022 21:00
34	3652.65	15.50	8.84	18/01/2022 22:00
35	4030.51	25.67	16.73	18/01/2022 23:00
Promedio	**3469.04**	**48.44**	**13.65**	**Fecha**
36	3231.84	16.69	10.04	19/01/2022 00:00
37	4377.79	31.97	20.84	19/01/2022 01:00
38	4902.76	45.55	30.10	19/01/2022 02:00
39	5481.54	53.10	36.99	19/01/2022 03:00
40	3500.37	18.96	12.07	19/01/2022 04:00

41	3508.14	22.55	14.83	19/01/2022 05:00
42	3277.51	24.07	12.99	19/01/2022 06:00
43	3535.26	49.07	20.29	19/01/2022 07:00
44	3429.00	23.65	12.37	19/01/2022 08:00
45	2831.68	33.72	7.97	19/01/2022 09:00
46	2914.33	52.66	10.42	19/01/2022 10:00
47	2819.62	76.21	14.58	19/01/2022 11:00
48	2921.83	155.24	25.59	19/01/2022 12:00
49	2901.48	53.67	10.37	19/01/2022 13:00
50	3112.42	28.79	7.41	19/01/2022 14:00
51	3319.38	21.26	7.12	19/01/2022 15:00
52	3572.98	20.45	9.15	19/01/2022 16:00
53	3224.14	14.38	6.02	19/01/2022 17:00
54	3608.40	17.80	8.20	19/01/2022 18:00
55	3221.33	10.58	5.48	19/01/2022 19:00
56	3547.33	11.14	7.31	19/01/2022 20:00
57	3333.79	12.66	6.60	19/01/2022 21:00
58	3435.16	14.02	7.90	19/01/2022 22:00
59	3582.99	20.77	13.23	19/01/2022 23:00
Promedio	**3482.96**	**34.54**	**13.24**	**Fecha**
60	3465.92	22.54	13.87	20/01/2022 00:00
61	3137.88	18.44	9.37	20/01/2022 01:00
62	2967.81	14.46	6.37	20/01/2022 02:00

63	2913.90	23.94	8.20	20/01/2022 03:00
64	2870.76	24.22	9.15	20/01/2022 04:00
65	3471.56	22.10	12.01	20/01/2022 05:00
66	3218.05	22.68	11.11	20/01/2022 06:00
67	3038.05	19.71	8.57	20/01/2022 07:00
68	2886.94	21.49	8.29	20/01/2022 08:00
69	2797.90	12.84	4.93	20/01/2022 09:00
70	2868.92	13.10	4.97	20/01/2022 10:00
71	2802.50	9.49	3.71	20/01/2022 11:00
72	2724.03	7.51	3.09	20/01/2022 12:00
73	2691.42	5.49	2.28	20/01/2022 13:00
74	3004.01	11.46	4.00	20/01/2022 14:00
75	3035.44	28.40	4.54	20/01/2022 15:00
76	2996.74	10.16	2.36	20/01/2022 16:00
77	2948.65	10.66	2.80	20/01/2022 17:00
78	3098.72	19.86	6.34	20/01/2022 18:00
79	3091.68	19.95	5.27	20/01/2022 19:00
80	3126.75	17.47	7.44	20/01/2022 20:00
81	3292.44	17.98	8.28	20/01/2022 21:00
82	3108.93	13.83	5.29	20/01/2022 22:00
83	3131.09	14.55	6.78	20/01/2022 23:00
Promedio	**3028.75**	**16.76**	**6.63**	**Fecha**
84	3234.28	11.60	5.40	21/01/2022 00:00

85	2784.24	9.96	3.58	21/01/2022 01:00
86	2675.68	8.91	3.63	21/01/2022 02:00
87	2756.23	10.79	4.91	21/01/2022 03:00
88	2721.06	7.68	2.96	21/01/2022 04:00
89	2922.09	12.66	4.98	21/01/2022 05:00
90	3000.00	16.38	6.29	21/01/2022 06:00
91	3446.41	25.66	8.56	21/01/2022 07:00
92	3357.57	19.06	6.79	21/01/2022 08:00
93	3057.94	16.78	5.10	21/01/2022 09:00
94	2927.90	15.80	3.97	21/01/2022 10:00
95	2820.87	19.44	4.49	21/01/2022 11:00
96	2790.39	21.81	4.79	21/01/2022 12:00
97	2805.28	23.12	4.33	21/01/2022 13:00
98	2923.78	23.71	4.42	21/01/2022 14:00
99	2828.29	33.45	6.02	21/01/2022 15:00
100	2865.01	42.88	7.27	21/01/2022 16:00
101	3004.30	49.09	8.96	21/01/2022 17:00
102	3193.44	68.48	10.88	21/01/2022 18:00
103	3286.05	46.35	9.63	21/01/2022 19:00
104	3288.42	31.98	9.17	21/01/2022 20:00
105	3497.58	17.21	5.10	21/01/2022 21:00
106	3395.09	11.30	3.80	21/01/2022 22:00
107	2849.78	8.90	2.91	21/01/2022 23:00

Promedio	**3017.99**	**23.04**	**5.75**	**Fecha**
108	3047.55	11.07	4.56	22/01/2022 00:00
109	3601.95	19.91	10.46	22/01/2022 01:00
110	2899.75	9.72	3.69	22/01/2022 02:00
111	3044.15	10.88	4.63	22/01/2022 03:00
112	3219.71	11.77	4.51	22/01/2022 04:00
113	3296.94	15.60	6.52	22/01/2022 05:00
114	3708.12	16.56	7.60	22/01/2022 06:00
115	3184.78	16.51	6.18	22/01/2022 07:00
116	3084.72	27.03	10.60	22/01/2022 08:00
117	3011.93	26.03	10.54	22/01/2022 09:00
118	2823.10	33.69	8.65	22/01/2022 10:00
119	2969.52	44.87	12.33	22/01/2022 11:00
120	2766.75	55.80	9.93	22/01/2022 12:00
Promedio	**3127.61**	**23.04**	**7.71**	

ANEXO 13. DATOS DEL MONITOREO EN EL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL

N°	CO (ug/m3)	PM_{10} (ug/m^3)	$PM_{2.5}$ (ug/m^3)	Fecha
1	3278.15	24.23	4.24	24/01/2022 13:00
2	3088.17	11.05	2.51	24/01/2022 14:00
3	3007.43	14.70	3.78	24/01/2022 15:00
4	2986.79	25.14	4.89	24/01/2022 16:00
5	2993.34	50.37	8.56	24/01/2022 17:00
6	3006.63	41.47	7.69	24/01/2022 18:00
7	3297.10	201.64	28.33	24/01/2022 19:00
8	3095.48	28.83	5.41	24/01/2022 20:00
9	6919.40	27.34	10.77	24/01/2022 21:00
10	6408.14	44.89	13.25	24/01/2022 22:00
11	6753.59	26.44	13.27	24/01/2022 23:00
Promedio	**4075.84**	**45.10**	**9.34**	**Fecha**
12	9281.56	25.72	16.01	25/01/2022 00:00
13	2872.54	10.75	3.19	25/01/2022 01:00
14	2796.97	12.66	4.27	25/01/2022 02:00
15	2676.04	9.73	3.35	25/01/2022 03:00
16	2653.61	10.79	3.55	25/01/2022 04:00
17	2653.53	12.14	3.86	25/01/2022 05:00

18	2679.80	11.57	3.77	25/01/2022 06:00
19	2727.56	13.23	5.22	25/01/2022 07:00
20	4814.70	44.70	17.14	25/01/2022 08:00
21	4421.26	18.12	7.44	25/01/2022 09:00
22	2972.74	7.05	2.76	25/01/2022 10:00
23	2805.74	6.35	1.84	25/01/2022 11:00
24	2685.35	5.25	1.60	25/01/2022 12:00
25	2745.78	4.47	1.35	25/01/2022 13:00
26	3057.68	15.89	3.03	25/01/2022 17:00
27	3701.89	27.19	6.37	25/01/2022 18:00
28	3215.51	12.72	2.95	25/01/2022 19:00
29	3348.51	8.69	3.68	25/01/2022 20:00
30	3294.22	10.01	3.24	25/01/2022 21:00
31	3024.64	11.23	3.12	25/01/2022 22:00
32	3024.39	10.25	3.16	25/01/2022 23:00
Promedio	**3402.57**	**13.74**	**4.80**	**Fecha**
33	2947.86	12.13	3.45	26/01/2022 00:00
34	3009.31	10.33	3.22	26/01/2022 01:00
35	2932.30	10.79	3.77	26/01/2022 02:00
36	2919.00	11.03	3.50	26/01/2022 03:00
37	2845.89	12.93	4.09	26/01/2022 04:00
38	2987.34	18.89	7.39	26/01/2022 05:00
39	3853.89	29.02	11.68	26/01/2022 06:00

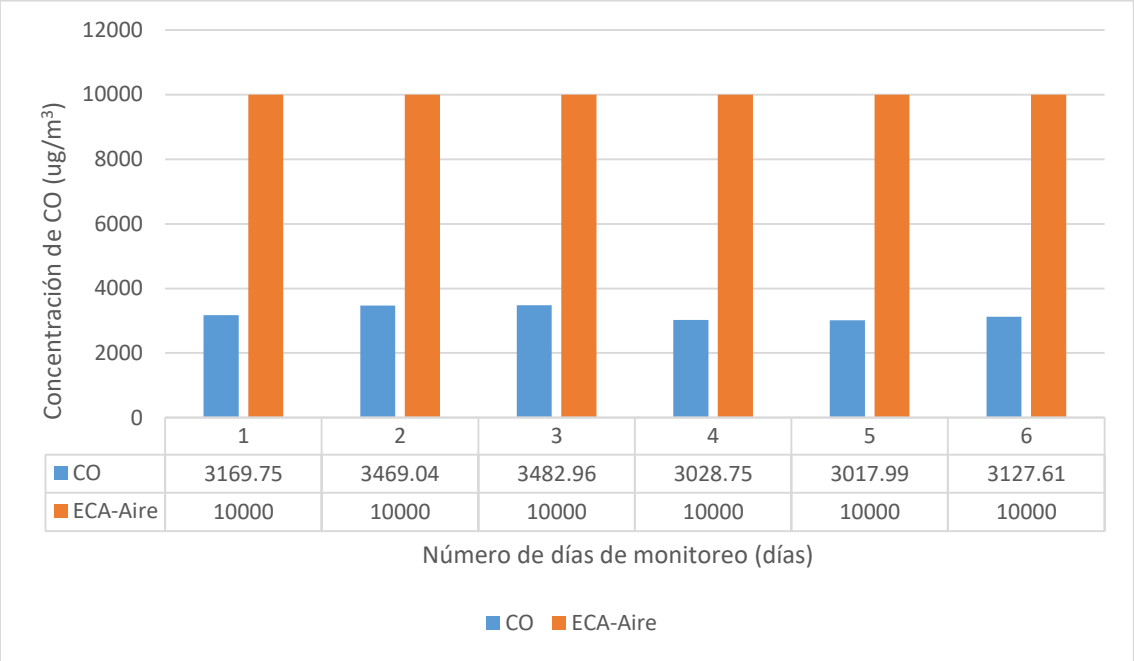
40	3874.58	35.99	13.76	26/01/2022 07:00
41	3537.48	33.77	9.57	26/01/2022 08:00
42	3235.77	23.90	7.02	26/01/2022 09:00
43	3404.48	24.49	6.79	26/01/2022 10:00
44	3432.05	31.14	5.85	26/01/2022 11:00
45	2998.78	38.35	6.28	26/01/2022 12:00
46	2819.59	13.05	3.20	26/01/2022 13:00
47	2860.71	44.32	7.31	26/01/2022 14:00
48	3665.39	51.30	7.44	26/01/2022 15:00
49	4004.85	43.77	5.73	26/01/2022 16:00
50	3552.02	18.33	2.93	26/01/2022 17:00
51	3722.64	49.38	7.27	26/01/2022 18:00
52	5471.12	285.11	34.31	26/01/2022 19:00
53	4163.69	15.19	3.36	26/01/2022 20:00
54	4734.93	17.47	3.91	26/01/2022 21:00
55	5119.06	28.29	6.31	26/01/2022 22:00
56	4559.09	11.38	2.93	26/01/2022 23:00
Promedio	**3610.49**	**36.26**	**7.13**	**Fecha**
57	3647.99	12.20	4.49	27/01/2022 00:00
58	3555.64	12.47	3.51	27/01/2022 01:00
59	3298.37	13.57	4.22	27/01/2022 02:00
60	3343.77	14.64	3.93	27/01/2022 03:00
61	3304.84	13.73	4.63	27/01/2022 04:00

62	3196.50	19.16	6.57	27/01/2022 05:00
63	4314.87	34.42	15.27	27/01/2022 06:00
64	4153.99	30.60	9.52	27/01/2022 07:00
65	3657.80	39.89	8.03	27/01/2022 08:00
66	3413.95	31.57	7.08	27/01/2022 09:00
67	3598.98	29.73	7.28	27/01/2022 10:00
68	3521.67	39.79	5.41	27/01/2022 11:00
69	3081.52	38.29	6.09	27/01/2022 12:00
70	2913.56	28.34	4.66	27/01/2022 13:00
71	2907.75	32.74	5.39	27/01/2022 14:00
72	2937.64	33.18	5.97	27/01/2022 15:00
73	3157.25	61.61	10.22	27/01/2022 16:00
74	3132.18	25.64	4.86	27/01/2022 17:00
75	3453.47	20.30	4.81	27/01/2022 18:00
76	3769.12	30.29	7.42	27/01/2022 19:00
77	3723.78	11.69	4.58	27/01/2022 20:00
78	3538.65	12.59	5.19	27/01/2022 21:00
79	3392.97	11.91	5.81	27/01/2022 22:00
80	3199.84	11.08	5.62	27/01/2022 23:00
Promedio	**3425.67**	**25.39**	**6.27**	**Fecha**
81	3187.97	22.65	8.63	28/01/2022 00:00
82	7253.42	28.10	16.90	28/01/2022 01:00
83	5221.95	35.19	20.34	28/01/2022 02:00

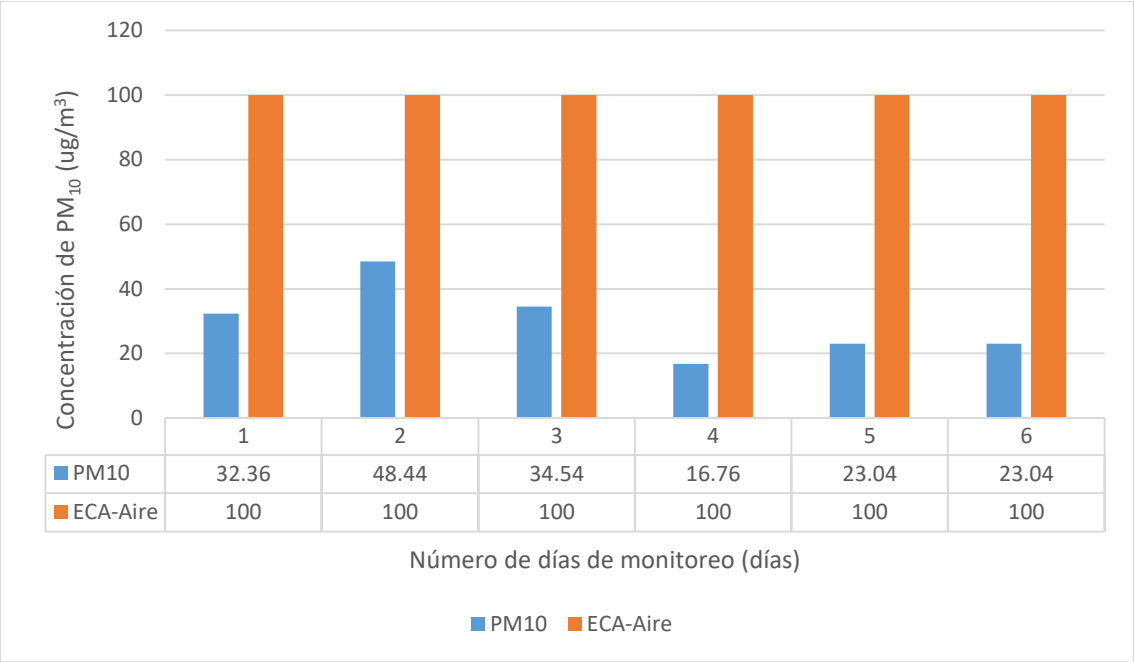
84	3709.64	17.38	9.11	28/01/2022 03:00
85	3065.67	15.22	6.82	28/01/2022 04:00
86	3139.18	17.02	6.56	28/01/2022 05:00
87	3043.22	23.25	11.84	28/01/2022 06:00
88	5864.57	42.04	19.55	28/01/2022 07:00
89	3162.99	38.89	9.96	28/01/2022 08:00
90	2891.25	26.10	6.82	28/01/2022 09:00
91	2817.80	30.14	6.41	28/01/2022 10:00
92	2944.82	41.08	8.63	28/01/2022 11:00
93	2913.47	43.72	8.71	28/01/2022 12:00
94	2886.09	28.78	6.09	28/01/2022 13:00
95	3073.16	49.28	9.57	28/01/2022 14:00
96	3384.13	25.21	10.73	28/01/2022 15:00
97	3222.18	19.31	8.42	28/01/2022 16:00
98	3237.94	20.89	7.77	28/01/2022 17:00
99	3109.17	16.86	7.53	28/01/2022 18:00
100	5869.48	18.77	11.63	28/01/2022 19:00
101	4022.90	30.80	11.85	28/01/2022 20:00
102	8122.14	27.77	17.59	28/01/2022 21:00
103	6850.87	28.77	18.35	28/01/2022 22:00
104	6393.77	29.18	18.16	28/01/2022 23:00
Promedio	**4077.43**	**27.42**	**10.76**	**Fecha**
105	2786.15	13.62	6.96	29/01/2022 00:00

106	3017.94	16.12	8.61	29/01/2022 01:00
107	6750.05	36.92	23.17	29/01/2022 02:00
108	4637.76	39.53	21.52	29/01/2022 03:00
109	2786.20	20.10	8.53	29/01/2022 04:00
110	3464.24	16.66	8.44	29/01/2022 05:00
111	2880.20	17.30	8.29	29/01/2022 06:00
112	5554.03	48.54	25.13	29/01/2022 07:00
113	3228.69	27.69	12.47	29/01/2022 08:00
114	5356.00	25.29	11.44	29/01/2022 09:00
115	3054.93	16.02	7.96	29/01/2022 10:00
116	2820.08	15.76	6.68	29/01/2022 11:00
117	3012.32	16.20	6.69	29/01/2022 12:00
Promedio	**3796.04**	**23.83**	**11.99**	

ANEXO 14. COMPARACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC

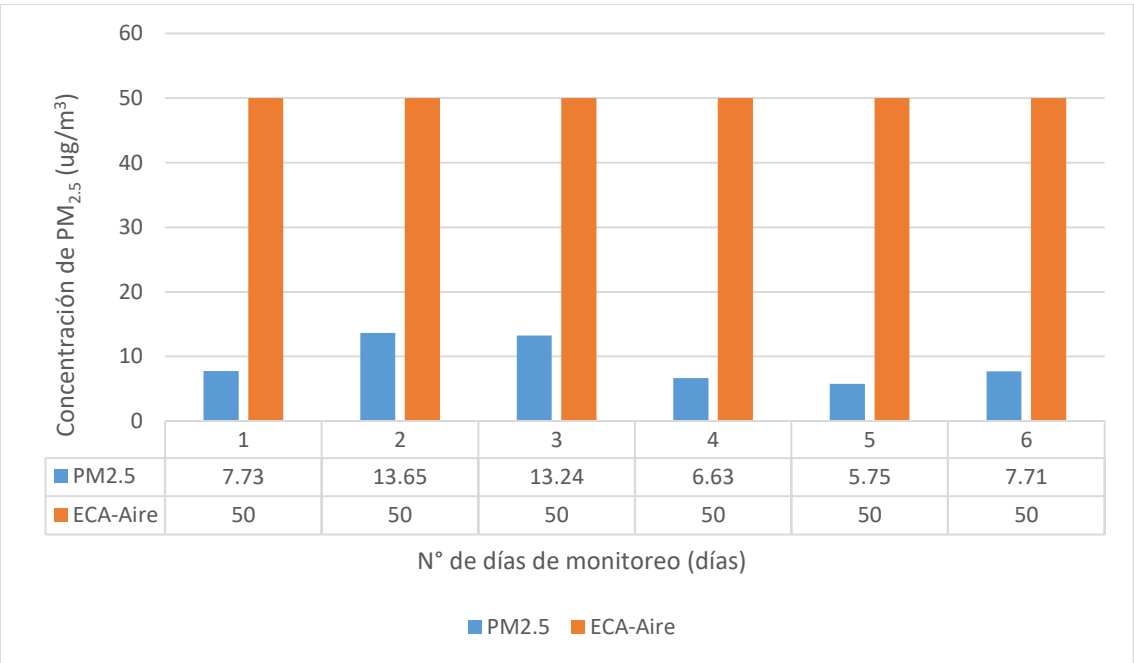


ANEXO 15. COMPARACIÓN DE PM_{10} CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC



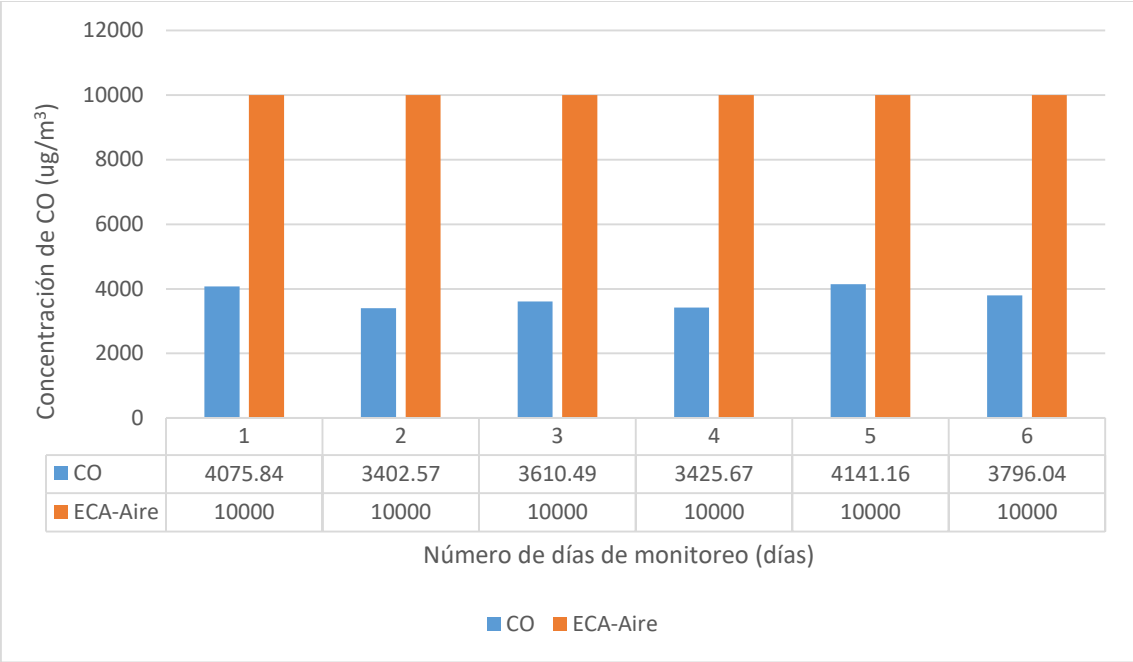
	1	2	3	4	5	6
PM10	32.36	48.44	34.54	16.76	23.04	23.04
ECA-Aire	100	100	100	100	100	100

ANEXO 16. COMPARACIÓN DE $PM_{2.5}$ CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO VÁSQUEZ SAC



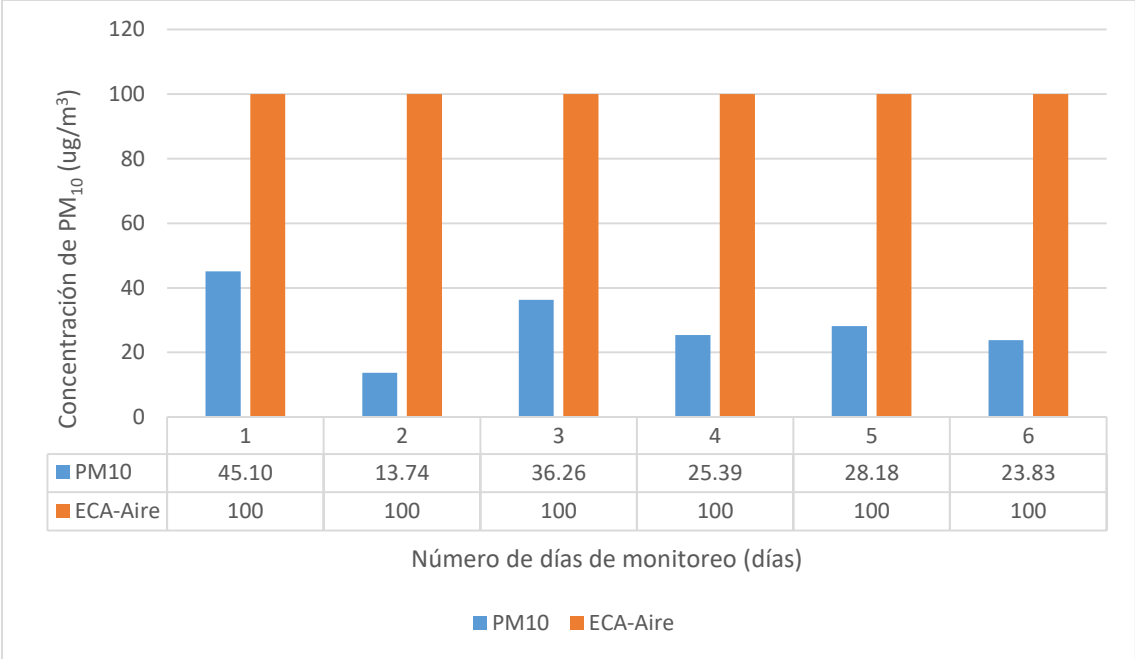
	1	2	3	4	5	6
PM2.5	7.73	13.65	13.24	6.63	5.75	7.71
ECA-Aire	50	50	50	50	50	50

ANEXO 17. COMPARACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL



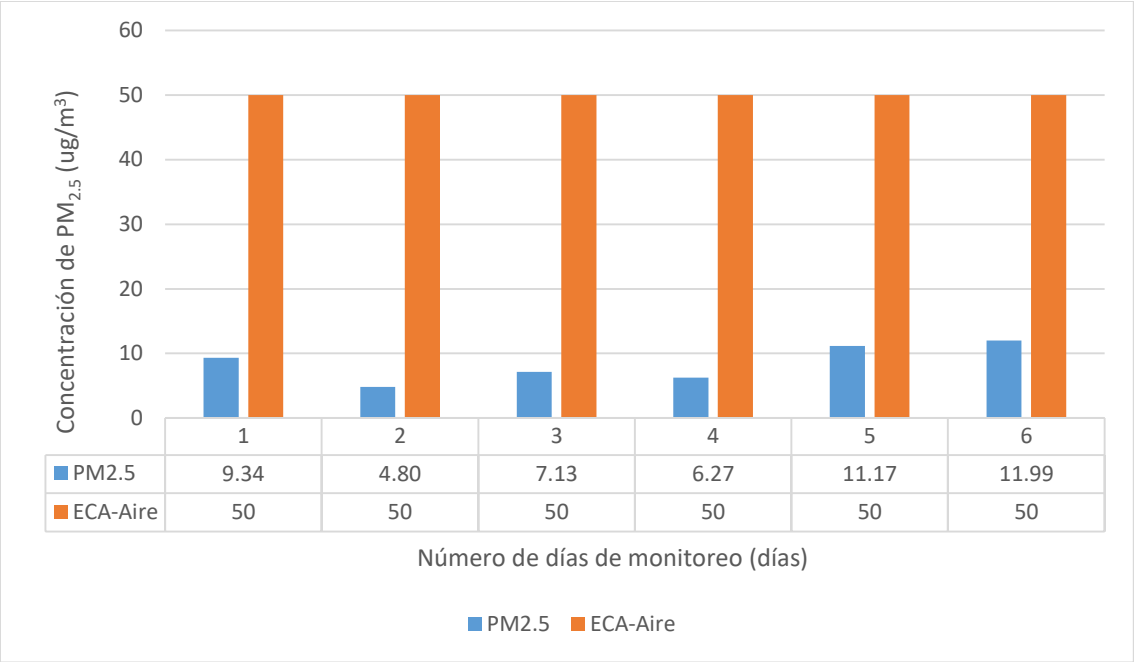
	1	2	3	4	5	6
CO	4075.84	3402.57	3610.49	3425.67	4141.16	3796.04
ECA-Aire	10000	10000	10000	10000	10000	10000

ANEXO 18. COMPARACIÓN DE PM_{10} CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL



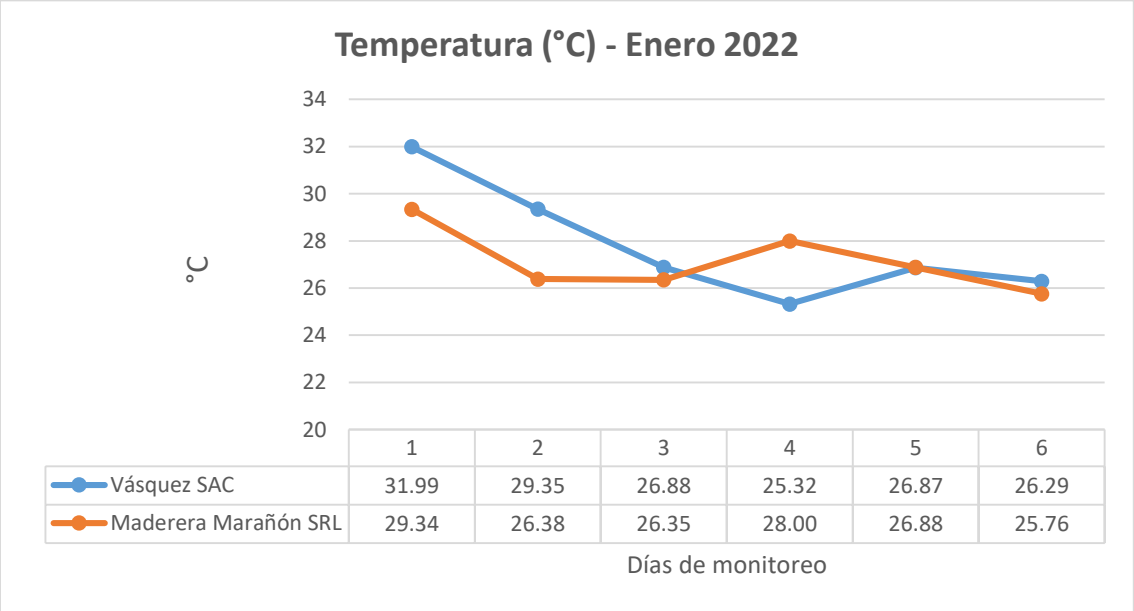
	1	2	3	4	5	6
PM10	45.10	13.74	36.26	25.39	28.18	23.83
ECA-Aire	100	100	100	100	100	100

ANEXO 19. COMPARACIÓN DE $PM_{2.5}$ CON LOS ECA-AIRE EN EL ASERRADERO MADERERA MARAÑÓN SRL



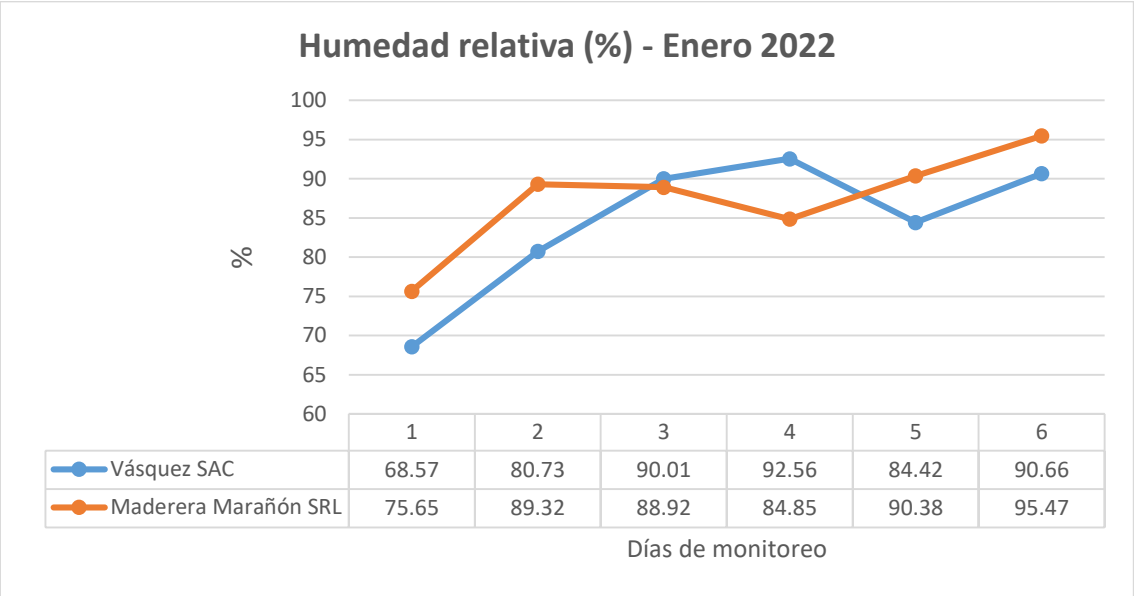
	1	2	3	4	5	6
PM2.5	9.34	4.80	7.13	6.27	11.17	11.99
ECA-Aire	50	50	50	50	50	50

ANEXO 20. VARIABLE METEOROLÓGICA: TEMPERATURA



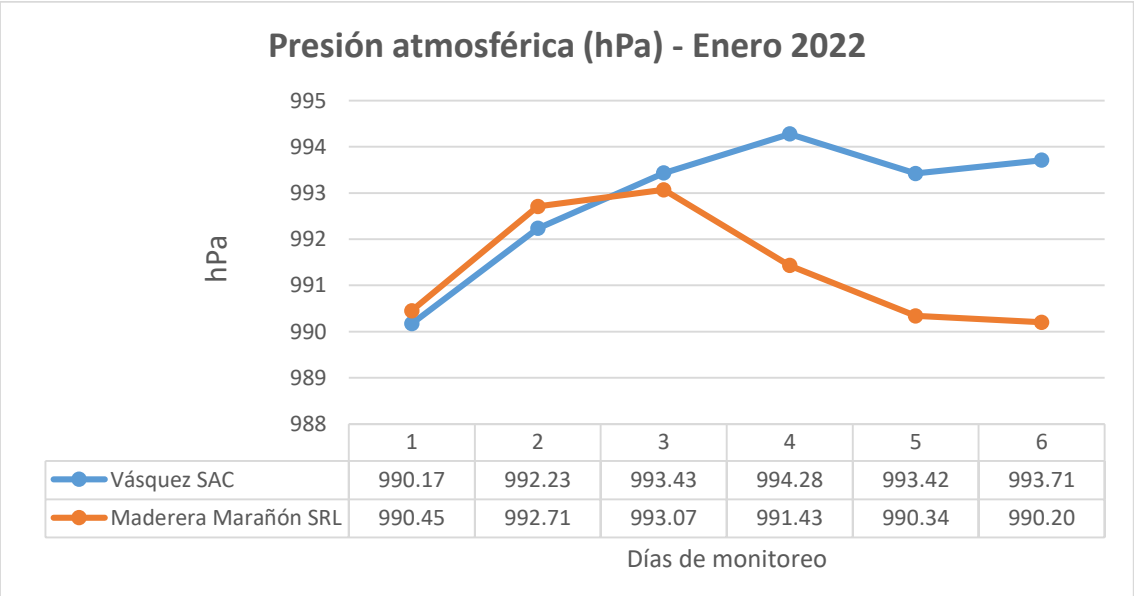
	1	2	3	4	5	6
Vásquez SAC	31.99	29.35	26.88	25.32	26.87	26.29
Maderera Marañón SRL	29.34	26.38	26.35	28.00	26.88	25.76

ANEXO 21. VARIABLE METEOROLÓGICA: HUMEDAD RELATIVA



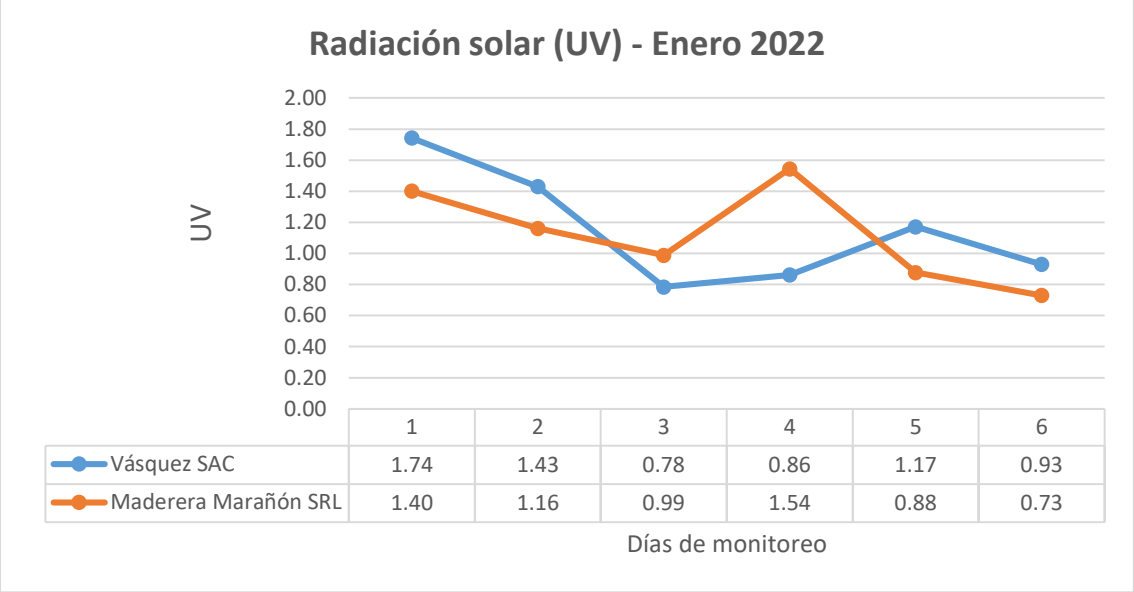
	1	2	3	4	5	6
Vásquez SAC	68.57	80.73	90.01	92.56	84.42	90.66
Maderera Marañón SRL	75.65	89.32	88.92	84.85	90.38	95.47

ANEXO 22. VARIABLE METEOROLÓGICA: PRESIÓN ATMOSFÉRICA



	1	2	3	4	5	6
Vásquez SAC	990.17	992.23	993.43	994.28	993.42	993.71
Maderera Marañón SRL	990.45	992.71	993.07	991.43	990.34	990.20

ANEXO 23. VARIABLE METEOROLÓGICA: RADIACIÓN SOLAR



	1	2	3	4	5	6
Vásquez SAC	1.74	1.43	0.78	0.86	1.17	0.93
Maderera Marañón SRL	1.40	1.16	0.99	1.54	0.88	0.73

ANEXO 24. CERTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE MONITOREO

Alphasense Ltd
Sensors Technology House
300 West Avenue West
Skyline 120, Great Notley
Essex. CM77 7AA UK

GB Vat No: 688301122

Tel: +44 (0) 1376 556 700
Fax: -r44 (0) 1376 335 899

Certificado de Conformidad

(según BS EN ISO/IEC 17050-1)

Nombre del cliente	Nº Certificado y Fecha
Grupo Qaira S.A.C.	**10840** 05-Nov-22

Alphasense Ltd. certifica que los artículos que figuran en la nota de entrega para el pedido que se detalla a continuación han sido inspeccionados y probados de acuerdo con los procedimientos de calidad de Alphasense.

Certificamos que las unidades OPC han sido calibradas contra látex de poliestireno (PSL) y cumplen con nuestros datos actuales de especificación OPC.

Para los pellistores de gases combustibles, consulte además la Declaración CE de conformidad 072-0163.

Además, certificamos que los artículos enumerados en el albarán de entrega cumplen con nuestros datos de especificación de sensores.

Orden de recibo de pedido Nº.	Orden de compra del cliente Nº.
63754	**GQ201020**

Los sensores de gas están sujetos a deriva, por lo tanto, esta Declaración de conformidad es correcta en la fecha de la prueba (como se registra en la base de datos Alphasense y en el número de serie del producto).

El rendimiento se registra para cada sensor y se almacena en la base de datos Alphasense, que se puede buscar por número de serie.

Nombre W. Ayson **Título** AtAv Technician

Fecha.....05-nov-2022..... **Firma** .....

Alfasense Ltd operates a quality system, registered by NQA to the requirements of BS EN ISO 9001:2015.
NQA Certificate Number IMS-2090

072-0151-05