

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) EN EL
AIRE, GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE
CELENDÍN - 2024**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA**

ASESOR:

Ing. M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORÍ

CELENDÍN – PERÚ

2026



Universidad
Nacional de
Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA

DNI: 45056416

Escuela Profesional/Unidad UNC:

De Ingeniería Ambiental

2. Asesor(a):

ING. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI

Facultad/Unidad UNC:

Ciencias Agrarias

3. Grado académico o título profesional

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. Tipo de Investigación:

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

"NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) EN EL AIRE, GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDÍN – 2024"

6. Fecha de evaluación: 26/09/25

7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 2 %

9. Código Documento: 0000-3117:504132029

10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 2 %

☒ APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 01/10/25

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

ING. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI
DNI: 27041767



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

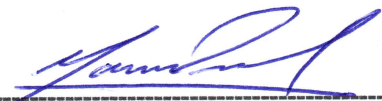


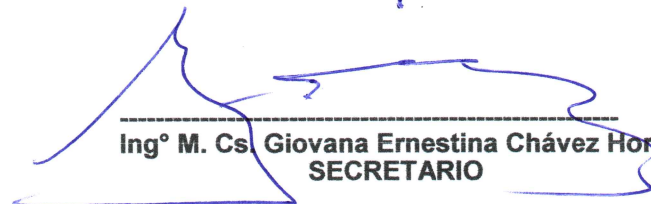
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Celendín, a los veintiséis días del mes de febrero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el **aula 102** de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 030-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"NÍVELES DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO), EN EL AIRE, GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDIN - 2024"**, realizada por el Bachiller **LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA** para optar por el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

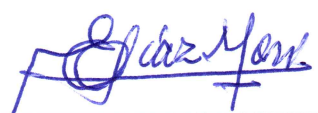
A las **QUINCE** horas con **CINCO** minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con calificativo de **QUINCE (15)** por tanto, el Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **DIECISÉIS** horas y **CERO** minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal
PRESIDENTE


Ing° M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL


Ing° M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
ASESOR

COPYRIGHT © 2026 by
LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza, sabiduría y salud para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres Teresa de Jesús y Baltazar por ser el pilar de mi formación, por su amor incondicional sus enseñanzas y ejemplo de esfuerzo que siempre me brindaron. Gracias en creer en mi hasta en los momentos más difíciles.

A mi esposa Vilma Elizabeth, por ser mi compañera incondicional en cada paso de este camino, por la comprensión en los días difíciles, su apoyo silencioso en las largas noches de estudio y sus palabras de aliento cuando más lo necesitaba.

A mis hijos Jhojan y Leonardo, mi mayor motivación. Ustedes son la razón por la que cada esfuerzo vale la pena. Esta tesis está dedicada a ustedes y que sea un ejemplo de que todo se puede lograr con esfuerzo, fe y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor de tesis Ing. M. Cs Edgar Darwin Díaz Mori por su orientación, compromiso y valiosas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo. Su guía fue fundamental para el buen resultado de esta investigación.

A mi hermano Abelardo, por su generoso apoyo al facilitarme su equipó de monitoreo ambiental necesario para el desarrollo de esta tesis. Su disposición y confianza fueron fundamentales para llevar a cabo el trabajo de campo con éxito.

Agradezco sinceramente a todos los docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por haberme brindado una formación sólida, compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas que no solo enriquecieron mi formación académica sino también mi crecimiento personal.

Agradezco de todo corazón a todas las personas que, de una y otra manera, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1. Contaminación atmosférica.....	11
2.2.2. La calidad del aire.....	12
2.2.3. Estándares de Calidad Ambiental ECA.....	14
2.2.4. Métodos de monitoreo del CO en el aire.....	15
2.2.5. Gases contaminantes de la atmósfera	16
2.2.6. Factores ambientales afectados por la emisión de gases vehiculares	18
2.2.7. Niveles de concentraciones del Monóxido de Carbono CO.....	19
2.2.8. Parque automotor de Celendín.....	20
2.2.9. Flujo vehicular	21
2.2.10. El tráfico vehicular.....	22
2.3 Definición de términos básicos.....	23
CAPÍTULO III	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Ubicación del área de estudio.....	24
3.2. Descripción de los puntos de muestreo	26
3.3. Materiales y equipos	26

3.3.1. Equipos	26
3.3.2. Materiales para ubicación del tren de muestreo de CO	27
3.3.3. Materiales para determinar el flujo vehicular en los puntos de muestreo.....	27
3.3.4. Materiales para el procedimiento para determinar la dirección y velocidad del viento.	28
3.4. Tipo y diseño de investigación	28
3.5. Población y muestra.....	28
3.5.1. Población.....	28
3.5.2. Muestra.....	29
3.6. Unidad de análisis.....	29
3.7. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7.1. Técnica.....	29
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos	30
3.7.3. Validación de expertos y pruebas de confiabilidad de instrumento.....	30
3.8. Aspectos éticos	30
3.9. Descripción de la metodología	31
3.9.1. Preparación de la zona de muestreo	31
3.9.2. Procedimiento para la toma de muestra	31
3.9.3. Preparación de la solución captadora o absorbente	32
3.9.4. Procedimiento para la determinación del flujo vehicular.....	33
3.9.5. Procedimiento para la medición de velocidad y dirección de viento en los puntos de monitoreo de la ciudad de Celendín – 2024.....	33
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Niveles de concentración de CO en el aire de Celendín, emitidos por el parque automotor - 2024.....	35
4.2. Dirección y velocidad del viento de la ciudad de Celendín, en los puntos de monitoreo para el CO del aire de Celendín -2024	42

4.3. Relación entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO en el aire de Celendín -2024.....	44
4.4. Comparación de las concentraciones de CO del aire de la ciudad de Celendín con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA)	52
CAPÍTULO V.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
Conclusiones.....	55
Recomendaciones	57
CAPÍTULO VI	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
CAPÍTULO VII.....	67
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros ECA para el componente aire	15
Tabla 2 Características del CO en la atmósfera.....	20
Tabla 3 Vehículos del parque automotor de Celendín.....	21
Tabla 4 Coordenadas de los puntos de muestreo de CO.....	25
Tabla 5 Descripción específica de los puntos de muestreo.....	29
Tabla 6 Mediciones de las concentraciones de CO	35
Tabla 7 Flujo vehicular durante los meses de monitoreo.....	38
Tabla 8 Velocidad y dirección predominante del viento.....	41
Tabla 9 Flujo vehicular vs concentraciones de CO en los puntos de muestreo.....	43
Tabla 10 Resumen estadístico.....	47
Tabla 11 ANOVA	48
Tabla 12 Pruebas de normalidad.....	48
Tabla 13 Correlación r de Pearson.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo.....	24
Figura 2 Punto de muestreo 3: Jr Amazonas y Cajamarca.....	30
Figura 3 Punto de muestreo 2: Jr Cáceres y Salaverry.....	31
Figura 4 Mediciones en promedio de las concentraciones de CO en promedio	35
Figura 5 Flujo promedio de vehículos que pasaron por los puntos monitoreo.....	38
Figura 6 Velocidad del viento en los puntos de monitoreo de monóxido de carbono.....	42
Figura 7 Flujo vehicular vs concentraciones de CO en los puntos de monitoreo.....	44
Figura 8 Comparación de las concentraciones de CO con el ECA a 8 horas diarias.....	50
Figura 9 Comparación de las emisiones de CO con el ECA a 8 horas diarias.....	51
Figura 10 Mapa de calor de la dispersión de concentraciones de CO en Celendín.....	53

RESUMEN

Se determinó los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín, Cajamarca – Perú durante el 2024; bajo un enfoque cuantitativo, la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental; se usó el tren de muestreo calibrado de marca GREEN GROUP, como instrumento de recolección de datos, durante los meses de mayo, junio y julio y tomados en 5 puntos de la ciudad de Celendín. Las concentraciones de CO en el punto PM-01 (Intersección Jr. unión con Jr. 2 de mayo) alcanzó $5342.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto PM-02 (Intersección Jr. cáceres con Jr. Salaverry) alcanzó $7261.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto PM-03 (Intersección Jr. amazonas y Av. cajamarca) alcanzó $5427.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto PM-04 (Intersección Jr. ayacucho y Jr. 2 de mayo) alcanzó $3616.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y finalmente en el punto PM-05 (Intersección Jr. El cumbe y Jr. moquegua) alcanzó $3124.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estos puntos de monitoreo la velocidad del viento se mantuvo en un rango entre 0.76 m/s hasta 2.18 m/s. Además, al aplicar r de Pearson su valor fue de 0,940 lo que indica una relación positiva y significativa entre las variables estudiadas, finalmente, se concluyó que, al comparar las concentraciones en los diferentes puntos de la ciudad de Celendín, ninguno superó los valores de monóxido de carbono con el estándar de calidad del aire; es decir no se evidencia concentraciones de monóxido elevadas que puedan causar daño o deteriorar la calidad del aire.

Palabras clave: concentraciones de CO, calidad de aire, flujo vehicular.

ABSTRACT

The levels of carbon monoxide (CO) concentration in the air generated by the vehicle fleet in the city of Celendín, Cajamarca, Peru, were determined during 2024. Using a quantitative approach, the research was applied, descriptive, and non-experimental in design. A calibrated GREEN GROUP sampling train was used as a data collection instrument during the months of May, June, and July, with measurements taken at five points in the city of Celendín. CO concentrations at point PM-01 (intersection of Jr. unión and Jr. 2 de mayo) reached 5342.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, at point PM-02 (intersection of Jr. CÁCERES and Jr. SALAVERRY) reached 7261.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, at point PM-03 (intersection of Jr. AMAZONAS and Av. CAJAMARCA) reached 5427.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, at point PM-04 (intersection of Jr. AYACUCHO and Jr. 2 de mayo) reached 3616.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and finally at point PM-05 (Intersection of Jr. el cumbe and Jr. moquegua) it reached 3124.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. At these monitoring points, the wind speed remained in a range between 0.76 m/s and 2.18 m/s. In addition, when Pearson's r was applied, its value was 0.940, indicating a positive and significant relationship between the variables studied. Finally, it was concluded that when comparing the concentrations at different points in the city of Celendín, none exceeded the carbon monoxide values in the air quality standard; that is, there is no evidence of high carbon monoxide concentrations that could cause damage or deteriorate air quality.

Key words: CO concentrations, air quality, air flow, air quality standard.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles, siendo los vehículos automotores los que mayormente contribuyen a la contaminación atmosférica y degradación de la calidad del aire, este problema se evidencia con mayor incidencia donde hay presencia de actividades antropogénicas.

En el contexto internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido directrices sobre la calidad del aire que incluyen límites recomendados para la concentración de monóxido de carbono. Sin embargo, estos límites son frecuentemente superados en ciudades densamente pobladas alrededor del mundo, lo que representa un riesgo para la salud pública global (OMS, 2021).

La calidad del aire es un factor a tener en cuenta cuando se trata de proteger la salud humana; al respecto, la Organización Mundial de la Salud (2022), advierte que:

Hay necesidad de contar con directrices claras para llegar a niveles óptimos de calidad del aire a nivel mundial, los cuales contribuyen a un acelerado cambio climático producido por las emisiones de gases como el CO y CO₂, afectan considerablemente a la salud de las personas, provocando enfermedades dentro de ellos las emisiones del parque automotor de las ciudades. (pp. 5-6).

Asimismo, en países con altos volúmenes de tráfico vehicular como en algunas ciudades de Estados Unidos y China, estudios han demostrado una correlación directa entre el incremento en el número de vehículos y los niveles elevados de CO en el aire, especialmente en ciudades grandes como Los Ángeles y Beijing respectivamente (Smith y Lee, 2019); otra de las ciudades que presenta serios problemas es la ciudad de México donde se identificó que durante los picos de tráfico, los niveles de concentración de CO pueden duplicar los estándares considerados seguros, afectando principalmente a poblaciones vulnerables como niños y ancianos (García et al., 2020).

En Latinoamérica el transporte es el sector que genera la mayor cantidad de emisiones de monóxido y dióxido de carbono. Al respecto Murillo et al. (2018) sostienen que:

El creciente incremento del parque automotor, la necesidad de transporte, la lenta y cara generación tecnológica para reducir las emisiones de CO, permite un crecimiento acelerado de hasta el 37% respecto al total de emisiones (p. 98).

En Latinoamérica, países como México, Colombia, Brasil, Ecuador, Perú y Chile, la mayoría de vehículos del parque automotor respectivamente tienen más de 10 años de antigüedad, así mismo usan combustible fósil como el petróleo y la gasolina, que al combustionar genera gases contaminantes como el monóxido de carbono. En el Perú, tiene tasa más alta de concentración de partículas en el aire, alcanzando un valor de 28 PM_{2.5} (material particulado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), provocando una consecuencia grave en la capa de ozono (Cabanillas et al., 2021, p.6).

En nuestro país, la importación de vehículos a ido incrementándose en los últimos 5 años aumentando las emisiones de CO, siendo la ciudad más contaminante Lima con un 76% del parque automotor del país, seguidamente la libertad, Arequipa y cusco (Posada, 2018, p. 25).

En la ciudad de Celendín, existe un creciente parque automotor, donde la totalidad de los vehículos que transitan son de tecnología muy antigua que sobre pasa los 10 años de antigüedad por vehículo, lo cual generan emisiones considerables en los puntos de mayor congestión vehicular, avenidas y jirones principales de la ciudad, los cuales no son medidos a efectos de tomar las precauciones en relación con la mitigación de las emisiones de CO que se producen.

Para investigar y medir las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en la atmósfera emitidas del parque automotriz, los investigadores emplean diversas metodologías y tecnologías. Generalmente, se utiliza un enfoque mixto que combina técnicas de monitoreo en tiempo real con modelado atmosférico. Los dispositivos de medición directa, como los analizadores de gases infrarrojos no dispersivos (NDIR), son comúnmente instalados en puntos estratégicos para capturar las fluctuaciones diarias de CO relacionadas con el tráfico vehicular. Estos dispositivos proporcionan datos precisos y continuos sobre la concentración de CO en el aire. Paralelamente, se emplean modelos computacionales para simular la dispersión del CO y estimar la exposición en áreas más amplias basándose en patrones de tráfico, condiciones meteorológicas y topografía urbana. Este método combinado permite a los investigadores entender mejor las dinámicas de contaminación y desarrollar estrategias de mitigación más efectivas.

Los resultados de la problemática abordada se muestran que en las ciudades con un considerable flujo vehicular tienen concentraciones de monóxido de carbono que en la atmósfera superan los Límites Máximos Permisibles ampliamente, de los cuales el sector transporte representa el 78.7% de los gases contaminantes, el 8.2% a la industria y el 13.1% al sector residencial y comercial, siendo este un problema recurrente en las ciudades principales, el método utilizado para medir estos gases se realiza mediante mediciones constantes de control y vigilancia ambiental que utilizan diferentes tipos de muestreo y toma

de muestras de aire, uno de ellos es el tren de muestreo, el cual se instalaron en lugares de alto tránsito vehicular. En conclusión, el problema de la concentración de CO en el aire tiene efecto en la salud pública. Además, comprender la dinámica y las fuentes de emisión de CO ayudará a la toma de decisiones para controlar y minimizar sus efectos negativos en la salud

De lo antes señalado se formuló el siguiente problema de investigación ¿Cuáles son los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2024?

La investigación se justifica teóricamente porque busca conocer el fundamento teórico científico que genera las concentraciones de monóxido de carbono en el aire de la ciudad de Celendín se compara con los Estándares de Calidad de Aire. Además, se justifica en la práctica, porque se ha medido las concentraciones reales de las emisiones de CO en diferentes puntos de la mencionada ciudad. También, se justifica ambientalmente, porque recopila información importante para la toma de decisiones en relación con la mitigación de este tipo de contaminantes. Por otro lado, se justifica metodológicamente porque nos brinda los pasos o procedimientos para la toma de muestras en los puntos de control de la ciudad y encontrar valores reales de la concentración en el aire producto del parque automotor de la ciudad de Celendín. Finalmente, se justifica socialmente porque se ha encontrado resultados importantes en el aire de la ciudad de Celendín. De lo anterior señalado se ha planteado los siguientes objetivos:

Determinar los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire, de la ciudad de Celendín, generado por el parque automotor - 2024; y como objetivos específicos. Medir los niveles de concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el aire, de la ciudad de Celendín, emitido por el parque automotor - 2024. Determinar la velocidad y dirección del viento en el aire de la ciudad de Celendín, en los puntos de monitoreo para el monóxido de carbono (CO), generado por el parque automotor. Determinar la relación

entre el flujo vehicular y las concentraciones de monóxido de carbono en el parque automotor de la ciudad de Celendín y Comparar las concentraciones de monóxido de carbono (CO), del aire de la ciudad de Celendín con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

Según Méndez (2019) realizó estimaciones de emisión contaminante por CO de fuentes móviles, cuyo propósito fue realizar estimaciones de los contaminantes procedentes de los automóviles que impacta en la calidad del aire en la ciudad de Barranquilla, la investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo básica, descriptiva de corte transversal y se utilizó la metodología Corinair, y la ficha de campo como instrumento de recolección de datos donde se registró la clasificación vehicular, combustible usado, categorización de vehículos, aforo en mediciones, el estudio estuvo una muestra constituida por 180433 vehículos, evaluados según su categoría; en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: el contaminante que generó mayor cantidad de emisiones fue el monóxido de carbono, luego los óxidos de nitrógeno, siendo inversamente proporcionales a la calidad de combustión realizada por los vehículos motorizados, además se observó que las velocidades mínimas de circulación, la antigüedad vehicular, deficiencia en mantenimientos y los vehículos con gasolina contribuyeron a emisiones significativas de CO. (p. 3).

Por su parte, Herrera (2019) realizó una investigación sobre las estimaciones de emisiones de transporte urbano en las ciudades intermedias mexicanas y cambio

climático, cuyo propósito fue cuantificar las emisiones del transporte urbano de las ciudades intermedias de México, la investigación tuvo un enfoque mixto, de diseño no experimental, de corte longitudinal, el instrumento de medición fueron comparativos con la Norma y estándares ambientales de monitoreo, en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: las emisiones de las ciudades con densidad poblacional en el rango de medio millón a un millón denominadas intermedias, donde las emisiones son las más altas con respecto al promedio del país alcanzando una media de 3.47 T CO₂ por cada habitante y alcanzando a nivel nacional es de 1.38 T CO₂ (p. 5).

También, Rojas et al. (2018) investigó sobre las emisiones de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja, Ecuador, cuyo propósito contribuir a conocer la calidad ambiental del aire en la ciudad de Loja, que puede verse afectado por el parque automotor, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de corte transversal, de tipo básica, de diseño no experimental, se utilizó como instrumento de recolección de datos a encuestas sistematizadas, recopilando información sobre tecnología vehicular, tipo de combustible, cantidad de recorrido diario en Km, la muestra estuvo constituida por 73 propietarios de vehículos, en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: en la ciudad de Loja, los vehículos emitieron 208.920 toneladas de CO₂, siendo el transporte público el que provee mayor porcentaje de emisiones que alcanza al 33% del total de emisiones de CO y CO₂, existe una relación entre el flujo vehicular, la cantidad de vehículos y las horas de operación vehicular, además los factores que influyeron en un mayor cantidad de emisiones fue la expansión del sector urbano y el incremento de las actividades económicas de la ciudad. (p. 4).

Al mismo tiempo, Gómez y Gonzales (2020) señalan en el estudio sobre la concentración de monóxido de carbono del parque automotor de las ciudades de Pucallpa y Aguaytía, cuyo propósito fue determinar las concentraciones de CO generados por

vehículos que transitan por las vías principales, la investigación fue de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo básica y de alcance descriptivo -analítico, se utilizó como instrumento de recolección de datos fichas de evaluación de campo, de registro de los puntos de muestreo, velocidad vehicular promedio, estimación de monóxido de carbono y flujo vehicular, la ficha de registro de puntos de muestreo tomó los datos medidos con fotometría infrarroja no dispersiva, mediante el método calorimétrico de sal de plata ácido p-sulfamonobenzoico, la muestra estuvo constituida por los puntos de muestreo en 4 puntos de la ciudad de Pucallpa y 2 puntos de la ciudad de Aguaytía, en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones en los puntos de la ciudad de Pucallpa, en la Av. Aviación la concentración fue superior al establecido en ECA con un valor de $10\,171.2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, en los puntos de intersección Av. Centenario y Eglitón el valor alcanza la cima del estándar con $9\,824\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, en los puntos de la ciudad de Aguaytía en ninguno de los puntos se alcanzaron valores superiores a los $3327.2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. (p. 4).

Desde el punto de vista de, García (2019) realizó evaluaciones de la concentración de CO, NO₂ y SO₂ en el aire por el tráfico vehicular en el distrito de morales, cuyo propósito fue analizar las concentraciones de gases CO, NO₂ y SO₂, producidos por el tráfico de los vehículos en el distrito de morales, la investigación fue de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo básica y de nivel correlacional, transversal, se utilizó fichas de campo que registró las mediciones de gases contaminantes, su comportamiento y algunas características de los gases, mediante el tren de muestreo de gases, la muestra estuvo constituida por 4 puntos de muestreo donde se observaron la mayor congestión vehicular, en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: en los Jr. Alfonso Ugarte y Francisco Izquierdo las concentraciones superaron los Estándares de Calidad Ambiental, mientras con en los puntos del Jr.

Tarapoto y Alfonso Ugarte están por debajo de las concentraciones de monóxido de carbono indicado en los ECA, además se encontró una relación directa entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO, finalmente, se menciona que las emisiones no presentan riesgo para la salud en la ciudad de Morales, Tarapoto. (p. 16).

De acuerdo con, Fonseca (2018) comparó los niveles de monóxido de carbono en el aire de la ciudad de Tingo María, cuyo propósito fue determinar los niveles de monóxido de carbono generados por el flujo vehicular en la ciudad de Tingo María, la investigación presentó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, longitudinal, de nivel o alcance correlacional, se tomó como instrumento de recolección de datos las fichas de campo que recogieron datos de flujo vehicular, temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección de vientos, la muestra estuvo constituida por 4 puntos de muestreo, donde se realizaron 4 repeticiones; en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: la dispersión de los gases CO su velocidad y dirección están influenciados por el viento y los parámetros físicos, siendo éste, la precipitación, temperatura los factores que generan esta diseminación de los gases, además el tiempo de concentración del CO en el aire constantemente, al medir las concentraciones de monóxido en los puntos de interés no sobrepasaron a los establecidos en los estándares de calidad del aire. (p. 5)

Como opina, Alva (2019) investigó las concentraciones de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de azufre, provocado por la planta de cal ubicado en Puyucana, en la investigación se tomó un punto de muestreo, para posteriormente evaluar sus emisiones mediante el equipo Handheld 3016 y el sensor de gases Aeroqual por un periodo continuo de 8h, durante los días 13, 14 y 15 del mes de julio luego de ello se procedió a simular las emisiones de los gases mediante el método gaussiano para finalmente comparar con los estándares de calidad de aire, en los resultados se observó que las concentraciones de monóxido de carbono fue de 9968 ug/m^3 , y de $17,0 \text{ ug/m}^3$ en

la concentración de dióxido de azufre, estas concentraciones presentes en el aire no sobrepasaron los ECAs haciendo uso del modelo gaussiano de 0.5 a 1 Km desde la fuente de emisión, concluyendo que las concentraciones de monóxido de carbono no superan a los estándares de calidad de aire comparado; así mismo evaluando la dispersión del modelo se evidencia un descenso a valores menores de 1034 ug/m^3 , debido principalmente a la velocidad de los vientos en esta zona de evaluación. (p. 15).

también, Tello (2019) estimó la cantidad de los diferentes contaminantes que se encuentra en la atmósfera de la ciudad de Celendín, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, se usó el modelo internacional de emisiones como instrumento de recolección de datos, el modelo estima los diversos contaminantes presentes en la atmósfera provenientes de vehículos motorizados, la población estuvo conformado por 961 vehículos motorizados, los resultados del estudio indicaron que los gases contaminantes alcanzan a $198192 \text{ g día}^{-1}$, y en las concentraciones de CO alcanzó a 153072 g , 45.3 g de SOX, y 1261 g de PM, finalmente se concluyó que la cantidad de contaminantes no excede a lo comparado con el estándar de calidad de aire, siendo el CO el contaminante presente en mayor volumen alcanzando el 77.23% de los gases encontrados los demás están el VOC con el 16.47% y el SOX con un 0.02% del total de las emisiones. (p. 13).

Finalmente, Briones y Hernández (2020) investigaron sobre el sistema ecofavben en la predicción de contaminantes por CO en la atmósfera de la ciudad de Cajamarca, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental, para ello se realizaron prototipos sensoriales y una aplicación móvil para detectar niveles contaminantes de CO en las diversas ubicaciones de la ciudad, los resultados indican que el sistema ecofavben tuvo un impacto positivo en la detección de contaminantes, teniendo un margen de precisión del 92% en las cantidades contaminantes vertidos a la atmósfera,

finalmente se concluyó que el sistema implementado denominado Ecofavben tuvo un nivel de confiabilidad del 70% en la detección de gases de CO en la ciudad de Cajamarca, en el parque automotor y en las mediciones realizadas alcanzaron niveles menores a 9 ppm en la plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca. (p. 12).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Contaminación atmosférica

La contaminación ambiental es un tema de interés global, conocer y preservar la naturaleza frente a cambios irreversibles que puedan dañar en todo o parte nuestro hábitat es preocupante. La contaminación es un cambio pernicioso de las propiedades físicas, químicas o biológicas de la tierra, aire o agua que pueden provocar efectos nocivos sobre la vida humana y las especies que lo habitan, las condiciones de vida y el deterioro irreversible de los recursos renovables. (Moreira, 2018, p. 275).

Uno de los elementos de la naturaleza que está en constante riesgo medioambiental es el aire, se conoce que diariamente se emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera causando variaciones ambientales. Al respecto Montealegre et al. (2021) sostienen que la contaminación atmosférica viene a ser un fenómeno de acumulación de contaminantes, siendo estos elementos contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos, los cuales generan efectos nefastos sobre el medio donde vivimos, los recursos naturales renovables, la propia salud de las personas, pueden ser por combinación o como parte de una reacción, son generados producto de las actividades humanas, de forma natural o por combinación de estas (p. 1901).

Las altas concentraciones de contaminantes en cortos o largos periodos de tiempo generan un riesgo en la población y en la conservación de medio ambiente. Para el Ministerio del Medio Ambiente (2022) la contaminación atmosférica “es la presencia en el espacio aéreo de contaminantes, o su combinación de estos en niveles

o concentraciones que puedan generar un riesgo para la salud de los habitantes y la conservación del espacio donde vivimos” (p. 12).

Los procesos de oxidación de los combustibles de los vehículos producen emisiones contaminantes dentro de ella el monóxido de carbono (CO), siendo las tecnologías de inyección de motores capaces de reducir estas emisiones, causadas como subproducto de la combustión incompleta del diésel, de este modo se liberará el monóxido de carbono (CO) de manera mínima respecto a otros contaminantes (Echeverri, 2022).

Es un fenómeno complejo que se define como la presencia de sustancias químicas o compuestos en la atmósfera, en concentraciones que pueden ser perjudiciales para la salud humana, los ecosistemas y los materiales. En particular, el monóxido de carbono (CO) es uno de los contaminantes más conocidos y peligrosos, producto principalmente de la combustión incompleta de combustibles fósiles (Sendilvelan et. al. 2024).

2.2.2. *La calidad del aire*

La calidad del aire debe constantemente estar monitoreada, a fin de proveer soluciones respecto a la mitigación de los impactos. Para la Organización Mundial de la Salud (2021), debe haber un respeto a las normas de calidad ambiental ya que es la base de la gestión de calidad del aire, de tal modo que los niveles se mantengan aceptables en un determinado lugar o país, estas normas indican los valores máximos permisibles que no deben superarse en un periodo de tiempo y bajo medidas de control constante (p. 174).

Siendo el aire un gas elemental para la vida y los ecosistemas los cuales están constituidos por Nitrógeno (78%), Oxígeno (21%) CO₂, Ar, Otros (1%). Álvarez et al. (2018) sostienen que:

La calidad del aire está relacionada con las concentraciones y el tiempo de las emisiones contaminantes que pueden provocar efectos nocivos en el componente biótico como al patrimonio ambiental, el traslado de los contaminantes imposibilita el control de inmisiones directamente, sino más bien debe existir un control en la emisión causada propia de las actividades cotidianas del ser humano (antrópica) pudiendo ser mitigado o evitado, incluyendo la necesidad de la aplicación de los estándares de calidad del aire (pp. 3-4).

La expansión descontrolada del parque automotor, y la renovación vehicular con nueva tecnología, provoca el incremento en la contaminación del aire, como menciona Loreto (2020) “los incendios forestales, la industria y sobre todo el transporte de pasajeros y de carga es la mayor fuente de contaminación del aire” (p.32), debiendo promover nuevas estrategias de innovación vehicular y de responsabilidad con el entorno donde habitamos.

La contaminación del aire por partículas microscópicas que se emanan de los vehículos generan indicadores alarmantes de CO. Al respecto Velepucha y Sabando (2021) sostienen que:

Los vehículos como automóviles, camionetas, camiones expulsan mediante la combustión de la gasolina o cuando este por acción del calor se evapora, siendo los contaminantes con mayores emisiones y peligrosos el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOX), partículas en suspensión (PM), óxidos de nitrógeno (NOX), diversidad de hidrocarburos (HC), compuestos orgánicos volátiles (COV) y el dióxido de carbono (CO₂) este último afecta en gran medida al cambio climático. (p. 80).

Existen múltiples compuestos que afectan la atmosfera. La dinámica del transporte y las reacciones químicas producidas en la atmósfera van afectando la

calidad del aire en las ciudades, siendo los contaminantes de mayor presencia los óxidos de nitrógeno, el material particulado y por supuesto los compuestos como el monóxido de carbono, amoníaco y ozono, estas emisiones tienen una mayor presencia en las ciudades urbanas; por lo tanto, para mejorar las condiciones donde vive la gente se debe identificar las diversas fuentes que causa la contaminación (Querol, 2018).

2.2.3. *Estándares de Calidad Ambiental ECA*

En nuestro país el Estándar de Calidad Ambiental implica una evaluación rigurosa de ciertos parámetros que determinen la calidad de los diversos componentes ambientales como el aire, el agua y el suelo. Estos estándares son establecidos por el Ministerio del Ambiente a fin de salvaguardar la salud de las personas y del entorno donde vivimos y nos desarrollamos. Para ello se establecen determinados límites máximos permisibles de contaminación; por lo tanto, es fundamental su monitoreo constante a fin de evaluar estos parámetros e ir implementando medidas correctivas en los casos donde se presente incumpliendo de estas. En tal sentido el ECA protege las condiciones ambientales de nuestro entorno.

Según el Ministerio del Ambiente (2019) los estándares de calidad ambiental o ECA es un parámetro de medición del ambiente que son consecuencia de los gases o efluentes que se generan por la acción de la actividad humana o de la naturaleza, las cual puede eliminar estas emisiones o efluentes. Por lo tanto, estos estándares solo se evalúan, pero no tienen la característica de fiscalizarse (p. 10). Los estándares de calidad ambiental miden los 5 componentes principales del entorno, como el suelo, agua, ruido, aire y radiaciones.

El Ministerio del Ambiente (2017) aprueba los estándares de calidad ambiental para el aire, útiles para la gestión ambiental, caracterizando la generación de

emisiones para las actividades de extracción, producción y de servicios, dentro de él se evidencia los parámetros máximos de la calidad del aire en un nuestro ambiente (pp. 7-9).

Tabla 1

Parámetros del ECA – componente Aire.

Parámetro	Periodo	Valor [µg/m ³]	Criterio de evaluación	Método de análisis
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

Nota: en base a los ECA (2017) y disposiciones complementarias

2.2.4. Métodos de monitoreo del CO en el aire

El Decreto Supremo N°010-2019 del Ministerio del Ambiente (2019) indica que: el método para la determinación del CO en el aire se debe realizar mediante infrarrojo no dispersivo, el cual tiene un filtro de correlación de gas, con un elemento rotatorio filtrante de gases, que tiene dos partes, una para el CO y la otra para el N₂, estas mediciones son determinadas por lo que denominan haz de referencia o medición, se debe considerar además que la temperatura no debe estar fuera del rango de 20°C y 30°C al momento de operarse el instrumento, de igual modo es necesario utilizar filtros de teflón que impida el paso de partículas hacia el equipo de medición (p. 33).

Actualmente existen diversos métodos de monitoreo de los gases como el monóxido de carbono en la atmósfera, las cuales han ido incorporando técnicas directas e indirectas para detectar y cuantificar los gases contaminantes, uno de estos procedimientos se realiza mediante infrarrojos no dispersivo, basada fundamentalmente en la espectroscopía de absorción molecular de gases; la cual consiste en una luz de tipo infrarroja que irradia el gas es relativamente absorbida

dentro de la banda espectral específica producto de la vibración de átomos de gas. (JunGe, et. al., 2023).

2.2.5. Gases contaminantes de la atmósfera

Dióxido de azufre (SO₂)

Este componente gaseoso se encuentra en diferentes formas CO₂ y H₂S y sulfato aerosol. El dióxido formado por combustión de carburantes de tipo fósil es un contaminante del aire, donde todos su moléculas o componentes presentan azufre, se considera que estos valores son altos cuando alcanzan unos 3000 µg/m³ se encuentran principalmente en emisiones de carbón petróleo y metalurgia, cuando el SO₂ se oxida, va desapareciendo de la atmósfera (Quispialaya y Suañe, 2018, p. 30).

Óxido de nitrógeno (NO_x)

Está compuesto por la mezcla de gases, que forman parte del ciclo foto dinámico que sucede en la atmósfera formándose el ácido nítrico o el ozono troposférico los cuales contribuyen al calentamiento global, el NO_x reacciona químicamente en función de su concentración, los cuales están relacionados con la intensidad lumínica solar, la temperatura y entrando al ciclo fotodinámico de los óxidos de nitrógeno. El N₂O es un gas de efecto invernadero que está presente en el ciclo biogeoquímico del compuesto nitrogenado. Donde el incremento de emisiones antropogénicas (industria, agricultura, transporte) es capaz de destruir el ozono estratosférico (Fernández, 2019, p. 17).

Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas producto de la combustión (combinación química de una determinada sustancia con el oxígeno) es incompleta (carbón, petróleo o gas natural), con poco o escasa disponibilidad de aire, es decir que solo la mitad del oxígeno se

adhiera al carbono, no se genera naturalmente, a bajas temperaturas y escaso oxígeno se produce mayores cantidades de CO (Sanguinetti, 2018, p. 2).

Para Baldini et. al. (2020) el monóxido de carbono es un gas sin color, sin sabor ni olor, que es producto de la combustión incompleta de los combustibles fósiles y de la materia orgánica; es altamente tóxico para las personas y animales, fusionándose a la hemoglobina e impidiendo la distribución normal del oxígeno a todo el cuerpo, su proliferación de este gas en la atmósfera es principalmente causado por los vehículos motorizados, incrementándose considerablemente en zonas urbanas con alto tránsito. (p. 369).

El CO es un gas invisible, peligroso al ser inhalado constantemente por el ser humano; cuando se dispersa al aire, permanece en nuestra atmósfera en un tiempo de 3 meses, puede reaccionar con algunos compuestos en la atmósfera y convertirse en dióxido de carbono. Este gas es producido por la deficiente combustión del petróleo, gasolina, carbón, madera, etc., y en su mayor proporción es expulsado por los vehículos motorizados (Obando, et. al., 2022).

Dióxido de Carbono (CO₂)

Es un gas de efecto invernadero que permite el paso de la radiación solar de onda corta, en cambio impide el paso de la radiación de onda larga que sale de la superficie de la tierra, la cual mantiene la temperatura del planeta, en síntesis, se genera naturalmente, sin embargo, estas emisiones en altas concentraciones generan un problema medio ambiental producto de las actividades antropogénicas y el uso de combustible fósil. (Sosa y García, 2019, p. 768).

Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

“Es un gas altamente tóxico, que provoca irritación en el aparato respiratorio, su origen es fósil a partir de la combustión a temperaturas elevadas en vehículos,

erupciones volcánicas, provoca la lluvia ácida y el deterioro de la capa de ozono”. (Ministerio del Ambiente, 2019b, p. 5).

Materiales Particulados (MP)

Las ciudades se ven afectadas por la contaminación de gases y material particulado. El material particulado es una mezcla de partículas líquidas y sólidas de origen diverso, forma, tamaño y composición, que genera impactos sobre los seres vivos, ecosistemas, infraestructura. Se caracterizan por ser menores a $10\mu\text{m}$ de diámetro y su nomenclatura es MP_{10} (fracción fina) y los MP_{25} (fracción gruesa), $\text{MP}_{2,5-10}$ (Partículas desde $2,5\mu\text{m}$ y entre $2,5$ y $10\mu\text{m}$) altamente aerodinámico. (Egas et al., 2018, p. 112).

2.2.6. Factores ambientales afectados por la emisión de gases vehiculares

Las emisiones provenientes del transporte terrestre favorecen la contaminación, así mismo, las condiciones meteorológicas, influyendo de este modo a los niveles de concentración en el aire, también es importante resaltar el tamaño de las partículas, algunas condiciones de viento y los parámetros de arquitectura en una ciudad (Yovitz et. al, 2016)

Dado que la gasolina en su estructura interna tiene hidrocarburos que forman parte de los alcanos, y están constituidos por pequeños átomos de carbono y también hidrógeno, es decir su estructura está formada por una armazón de átomos de carbono que se van uniendo a los diferentes átomos de hidrógeno; debido a esto; y a la congestión vehicular se presenta cambios atmosféricos, impactando negativamente sobre la capa de ozono, el cual conlleva a cambios climáticos y por supuesto alternaciones en el ciclo de vida (Muñoz, et. al, 2021, p. 22).

El uso de combustibles fósiles y de las actividades antropogénicas generan la combustión incompleta de estos combustibles tanto en las industrias como las plantas

generadoras de energía y en el transporte terrestre, siendo estos últimos los que generan la mayor cantidad de emisiones. Los hidrocarburos no afectan directamente en la salud, sino se debe a las reacciones que se presentan en la atmósfera (Vásquez, 2005).

2.2.7. Niveles de concentraciones del Monóxido de Carbono CO

Las zonas urbanas son las que concentran la mayor cantidad de monóxido de carbono. Liñan et. (2020) sostienen que:

El mayor porcentaje de CO atmosférico son por las emisiones de vehículos a gasolina, las fuentes naturales de este compuesto son la oxidación del material orgánico, la quema de biomasa el CO de termitas y vegetación del océano, aunque este gas no es considerado de efecto invernadero, sin embargo, es el primer contaminante con mayor abundancia en la atmosfera (Liñan et al., 2020, p. 69)

El monóxido de carbono que se encuentra en la atmosfera en más del 80% es generado de manera natural. Para Terradas (2022), “el contaminante primario, porque son emitidas directamente a la atmosfera está el CO, además la fuente de este contaminante es claramente identificable” (p. 236). Las características que posee el monóxido de carbono según sus características, origen y evolución en la atmósfera se detallan:

Tabla 2*Características del CO en la atmósfera*

Contaminante	Característica	Origen	Evolución en la atmósfera
Monóxido de carbono CO	• Gas inodoro, incoloro, insípido, tóxico e inflamable. • Muy abundante en la atmósfera urbana • Molécula diatómica lineal ($C\equiv O$) con enlace covalente triple • Presenta una alta afinidad con el hierro (Fe^{2+}) • Es moderadamente estable en la atmósfera • Es un agente reductor que actúa en reacciones de oxidación atmosférica	• Proviene de la oxidación del CH_4 • Disociación de CO_2 a elevada temperatura • Se genera por emisiones oceánicas • Combustión incompleta de la gasóleo o gasolina • Refinerías y plantas de tratamiento de combustibles fósiles • Quema de biomasa e incendios forestales • Procesos industriales de producción de energía y siderurgia • Oxidación atmosférica de los hidrocarburos y metano	• Se oxidan al reaccionar con radicales hidroxilos ($-OH$) y con el O_2 sobre todo en la estratósfera. $CO + \bullet OH \rightarrow CO_2 + H\bullet$ • La reacción previa controla su tiempo entre 1 a 3 meses del compuesto • Se incorporan al suelo por actividad de algunos hongos y plantas superiores • Consume radicales $\bullet OH$, reduciendo la capacidad oxidante de la atmósfera • Favorece de forma indirecta la formación de ozono por su participación en los ciclos fotoquímicos con NO_x.

Nota: Según las propiedades de la atmosfera (Terrada, 2022, p. 237).

Para Terrada (2022) indicó que el CO no es un contaminante secundario, sino más bien interviene de manera activa en la atmósfera la misma que altera el equilibrio oxidativo, su reacción donde el radical OH convierte en un tipo de regulador indirecto del ozono troposférico, se transforma en CO_2 y su impacto generado en la formación de O_3 lo convierte en un elemento climáticamente relevante, se conoce además que el CO es un indicador de combustión incompleta producto del tráfico vehicular.

2.2.8. Parque automotor de Celendín

El parque automotor de la ciudad de Celendín tiene un crecimiento anual de 3%, según la Oficina de Transportes de la Municipalidad Provincial de Celendín, el parque automotriz tiene un total estimado de 5852 vehículos que circulan por la ciudad y que están registrados con placa vehicular de circulación.

Para Méndez (2017) el parque automotor “es la cantidad de vehículos motorizados de diferente tipo y categoría que utilizan combustible para circular o realizar alguna actividad económica” (p. 54).

los vehículos que transitan con mayor frecuencia se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3

Vehículos que transitan en la provincia de Celendín

Nro	Tipo	Carrocería	Cantidad Parque automotriz
1	Moto	Motocicleta	1650
2	Mototaxi	Mototaxi	763
3	Automóvil	Sedan, Hatchback	1480
4	Station Wagon	Station Wagon	450
5	Camioneta Pick Up	Pick Up	642
6	Camioneta Rural	Combi o Microbus	268
7	Camioneta Panel	Furgón	12
8	Ómnibus	Ómnibus Urbano	34
9	Camión	Chasis combinado	360
10	Plataforma	Plataforma	8
11	Volquete	Volquete	185

Nota: Parque automotor por clase de vehículo Cajamarca (INEI, 2018, p. 337) y del área de transportes de la Municipalidad Provincial de Celendín

2.2.9. Flujo vehicular

Para Bibson (2001), manifiesta que el flujo vehicular es el volumen de vehículos que logran pasar en un punto determinado durante un tiempo establecido, esta unidad es medida simplemente en unidades vehiculares en un tiempo determinado, por lo general es un día, estos valores pueden variar en una determinada hora denominada hora pico o también conocida como la máxima demanda vehicular

Es un factor, tasa o frecuencia por donde los vehículos pasan en una determina sección transversal de un carril o calzada en un tiempo determinado, este valor se puede expresar en vehículos por hora, por día o por segundo (Pérez, et. al., 2014).

Por lo tanto, los modelos de flujo vehicular indican que el tránsito viene hacer el número de vehículos que pasan por una determina sección de la vía en un momento determinado, asimismo se toma en cuenta la velocidad de éstos y la separación que

existe entre cada uno de ellos. (Falcocchio & Levinson, 2015); Para otros autores el flujo vehicular hace referencia al volumen de tránsito o la cantidad de unidades motorizadas que transitan en una determina sección vial, en un rango de tiempo, por lo general este rango de tiempo es de un día, el cual es indicado como vehículos/día.

Para Gómez y Delgado (2022) el flujo vehicular “Es el tránsito de vehículos en una avenida o calle y en una dirección determinada, se debe considerar por lo tanto el número de unidades vehiculares en una unidad de tiempo” (p. 182).

Algunos autores como Reyes et. al. (1994) manifiestan que es la continuidad de tránsito vehicular por una zona, carril o calzada en una unidad de tiempo.

2.2.10. El tráfico vehicular

Es considerado como la cantidad de vehículos que pasan por un determinado lugar o tramo en un tiempo específico, está dado por la formula $V=N/t$; donde v: es el volumen de vehículos por hora, N: es el número de vehículos contados y t: tiempo de observación en horas. El tráfico vehicular resulta siendo una condición donde los vehículos que ingresan en un flujo vehicular se ven incrementado a medida que pasa el tiempo, dificultando el tránsito normal y fluido de un punto a otro (Thomson & Bull, 2001).

Hace referencia al flujo vehicular en una calle, vía, avenida, carretera, el cual puede verse incrementado o disminuido por las condiciones de tránsito en una determinada hora (Gómez & Delgado, 2022).

La necesidad de transporte, para realizar cualquier tipo de actividad económica, culturales, sociales requieren de un medio de transporte, en tal sentido el tráfico vehicular se convierte en un factor clave y a la vez contaminante; Trejo (2016) manifiesta que el tráfico es propio de la actividad humana y este se ve incrementado

por la afluencia de vehículos en una sección de la vía en determinadas situaciones, horarios, convirtiéndose después en congestión vehicular

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1. Antropogénica

“Son actividades que causan relativos cambios ambientales, causado por la quema de petróleo, gas, carbón que pueden afectar las generaciones venideras” (Mora, et al., 2020, p. 95)

2.3.2. Calentamiento Global

“Es el cambio o incremento del promedio de temperatura ambiental del planeta producto de emisiones de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2022, p. 4)

2.3.3. Cambio Climático

“Es la variación del estado del clima en todo el mundo, por periodos amplios de tiempo atribuido a las actividades del ser humano” (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021, p. 7)

2.3.4. Combustible fósil

“Es un recurso no renovable gas, petróleo y carbón que emite gases de efecto invernadero, los cuales provoca aumento de temperatura en el planeta” (Allen, 2016, p.5)

CAPÍTULO III

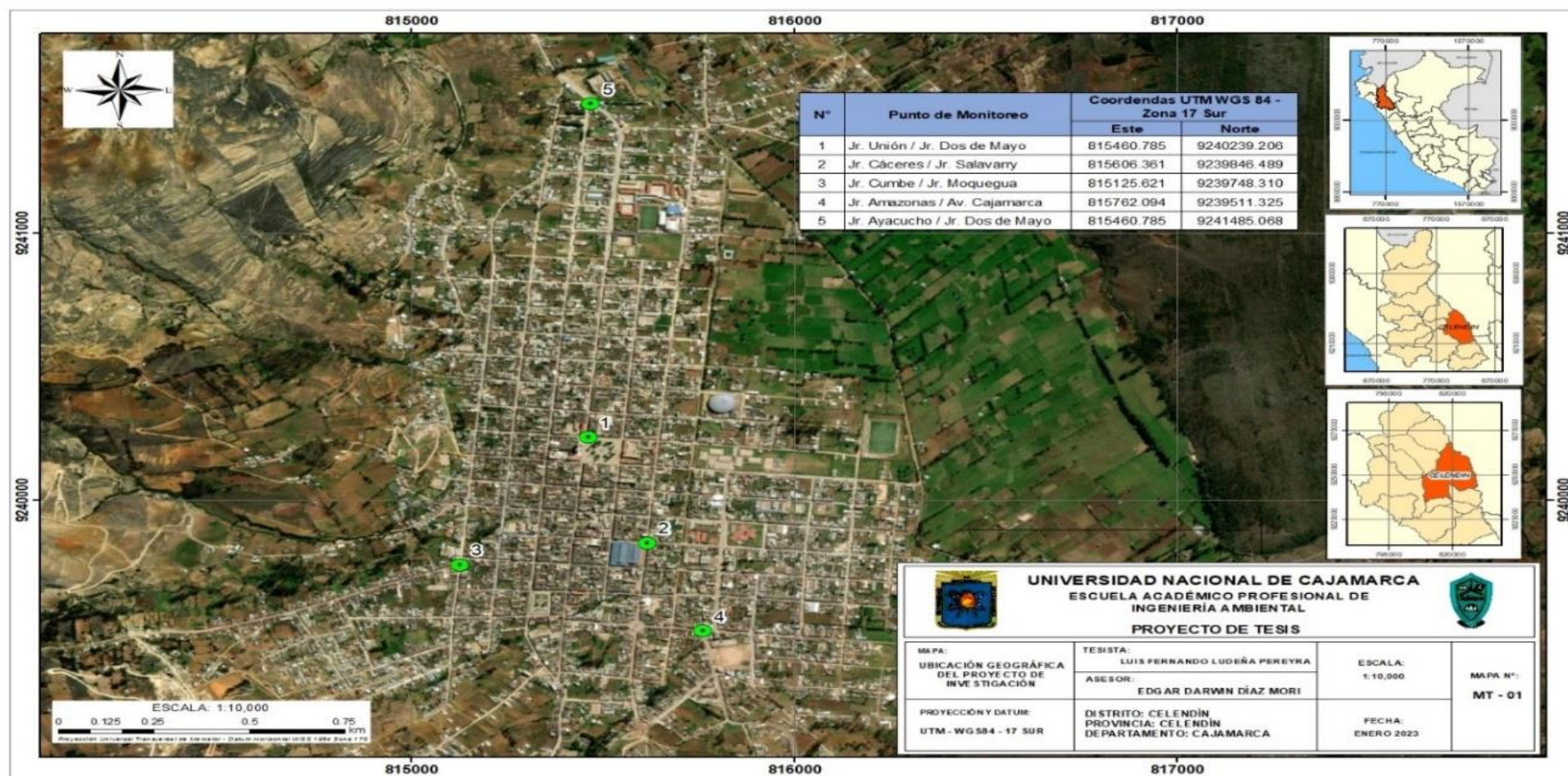
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló dentro del distrito de Celendín, Región Cajamarca. La ciudad de Celendín está ubicada al norte del Perú, y al noreste del departamento de Cajamarca, tiene una expansión superficial de 2,658.52 km², presenta un relieve casi plano en la zona urbana, su clima es templado y oscila entre los 3°C hasta los 12.8°C durante el año, sus actividades económicas principales dentro del ámbito urbano son el comercio, transporte urbano y rural. (Ministerio de producción, 2024).

Figura 1

Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo



3.2. Descripción de los puntos de muestreo

Los puntos de control fueron cinco, los cuales se convirtieron en puntos de monitoreo de los gases de CO durante cuatro semanas consecutivas en los meses de mayo, junio y julio, las mediciones se realizaron durante el día desde las 8:00 a.m. hasta las 16:00 p.m. (ver la tabla 4). Todos los puntos fueron evaluados previamente en los puntos de mayor flujo vehicular y la ubicación del tren de muestreo midió la cantidad de gases de CO, estos valores fueron registrados en la ficha de campo anexa.

Los datos de estos puntos se muestran a continuación:

Tabla 4

Coordenadas de los puntos de muestreo de CO

Puntos de monitoreo	Coordenadas	
	Este	Norte
Intersección Jr. Unión y Jr. Dos de Mayo	0815460.785	9240239.206
Intersección Jr. Cáceres y Jr. Salaverry	0815606.361	9239846.489
Intersección Jr. El Cumbe y Jr. Moquegua	0815125.621	9239748.310
Intersección Jr. Amazonas y Av. Cajamarca	0815762.094	9239511.325
Intersección Jr. Ayacucho y Jr. Dos de Mayo	0815460.785	9241485.068

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Equipos

Se utilizó equipos normalizados según ECA para aire N° 03-17 -MINAM a fin de monitorear los valores del CO en el aire, tales como:

Tren de muestreo: Sistema que capta los gases del medio atmosférico mediante una solución química que es la que absorbe o capta el contaminante para cuantificarlo, este equipo provee los resultados de los gases de manera automática, sus componentes son los siguientes:

Frascos o depósito Dreschel: lugar donde se depositó la solución química recolectada

Manguera Tylón: se usó para conectar el depósito Dreschel y el filtro con la bomba que succiona los gases del entorno el cual pasa por la muestra

Medidor de flujo: indicador para el control y medida del flujo primario y final del muestreo, se usa generalmente un manómetro graduado con forma de U.

Bomba que succiona: bomba libre de grasas o aceites, es la que se encarga de mantener constante el flujo necesario para el contaminante durante el tiempo requerido para su control

GPS: Usado para marcar las coordenadas del monitoreo

Cámara de fotos: para capturar la evidencia del monitoreo

3.3.2. *Materiales para ubicación del tren de muestreo de CO*

EPP: Equipo de protección como chaleco, guantes, zapatos de seguridad y casco

Filtros: Utilizado para colocar en la muestra

Soluciones captadoras: Solución química para captar el contaminante

Conos de seguridad: Para delimitar la zona de toma de muestras

Malla señalizadora con barrotes: Para delimitar la zona de toma de muestra

Extensión eléctrica: Para dar funcionamiento al equipo de muestreo

Pizarra y plumones: Para indicar ubicación y coordenadas de la toma de muestra

Cooler: Para colocar las soluciones captadoras y filtros requeridos para la toma de muestra

3.3.3. *Materiales para determinar el flujo vehicular en los puntos de muestreo*

Fichas de campo: Formato de conteo vehicular, clasificando por tipo, incluye la hora, fecha y punto de muestreo, observaciones

Cronometro: Utilizado para controlar el intervalo de tiempo para el registro de vehículos

Lapiceros, lápices y resaltadores: Usado para el registro claro y sistematizado de la información

Conos de seguridad y cintas de señalización: Delimita el área donde estuvo el punto de monitoreo en la observación vehicular

Cámara digital mediante móvil: Evidencia fotográfica del punto de muestreo

3.3.4. *Materiales para el procedimiento para determinar la dirección y velocidad del viento.*

Veleta: Instrumento usado para observar la dirección del viento

Anemómetro: Mide la velocidad del viento (digital portátil)

Brújula. Para asegurar la orientación correcta en la veleta

3.4. Tipo y diseño de investigación

La investigación presentó:

Enfoque	: Cuantitativo
Tipo	: Aplicada
Nivel	: Descriptivo
Muestreo	: No Probabilístico
Diseño	: No experimental
Corte	: Transversal
Método	: Deductivo

3.5. Población y muestra

3.5.1. *Población*

Está constituido por el conjunto de elementos que comparten características comunes (De la puente, 2018, p. 155). En el estudio estuvo conformado por las emisiones de todos los vehículos motorizados que transitan por los puntos de muestreo de la ciudad de Celendín.

3.5.2. *Muestra*

Es el sub conjunto de la población” (Salazar y Castillo, 2017, p. 13). Para realizar el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula para variables cuantitativas y población finita, constituyendo una muestra de las emisiones de 1,050 vehículos de 14,750 unidades vehiculares registrados por la oficina de transportes de la municipalidad provincial de Celendín.

Tabla 5

Descripción específica de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	Descripción – Ubicación de las muestras	flujo vehicular en los meses
PM-01	I.E. N°83009 –“Sagrado Corazón de Jesús”, Semáforo	8652
PM-02	Mercado modelo de la ciudad, Semáforo	11198
PM-03	Ingreso/Salida Principal a la ciudad, Semáforo	7065
PM-04	I.S.T. “Pedro Ortiz Montoya” – Ingreso/salida a la ciudad por el Norte	5730
PM-05	Ingreso/salida a la ciudad por el lado Oeste	5897

Nota. Los puntos de muestreo estuvieron ubicados estratégicamente para tomar medidas de la mayor afluencia vehicular de ingreso y salida a la ciudad de Celendín.

3.6. **Unidad de análisis**

Cada muestra de aire tomada en los puntos específicos de la zona urbana de Celendín, durante los meses de mayo a julio.

3.7. **Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

3.7.1. *Técnica*

“La técnica de investigación, es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2012, p. 67), Las técnicas de recolección de datos utilizada fue la observación directa que permitirá la recopilación de datos en campo, mediante el instrumento denominado tren de muestreo que permite determinar los valores de los gases de manera automática, este equipo se ubica en los lugares

indicados en la tabla 5, con el procedimiento indicado en los 9 pasos especificados anteriormente, el equipo se ubicó a 1.5 m sobre el nivel del suelo en las intersección de las vías, durante un periodo de tiempo de una semana, una sola medida por punto en los meses de mayo, junio y julio, desde las 8:00 horas hasta las 16:00 horas de lunes a viernes, dado que en este momento es donde las actividades antrópicas permiten la mayor afluencia vehicular.

3.7.2. *Instrumentos de recolección de datos*

Se utilizó una ficha de campo, en los cuales se registraron los datos que se midieron mediante el Tren de Muestreo (Green Group)

3.7.3. *Validación de expertos y pruebas de confiabilidad de instrumento*

La validación de la ficha de campo se realizó mediante juicio de expertos y en la prueba de confiabilidad al aplicar el coeficiente de Cronbach alcanzó un valor de 0.87, el cual indica un nivel de confiabilidad alto, admitiéndose la aplicación del instrumento.

3.8. Aspectos éticos

La investigación en su totalidad se sometió a los procedimientos de originalidad, programas anti plagio, y demás a los protocolos y esquemas de investigación de la Universidad Nacional de Cajamarca; bajo la norma o estándar APA 7ma edición, se respetó en cada momento la autoría de los autores, debidamente citándose y realizando las referencias bibliográficas; del mismo modo se utilizó instrumentos de recolección de datos como el tren de muestreo calibrado y validado por la empresa y laboratorio acreditado por INACAL, que garantiza la confiabilidad de los datos recogidos en campo, los cuales se muestran en los anexos del presente estudio.

3.9. Descripción de la metodología

3.9.1. Preparación de la zona de muestreo

La preparación de la zona de muestreo se realizó en las zonas de alta frecuencia vehicular, tales como mercados, instituciones educativas, zonas de acceso y salida a la ciudad de Celendín, plaza de armas; para ello, se tomó una sección de 6 m², en la zona de toma de muestra; este lugar fue cercado con malla de seguridad; y los conos de identificación en los vértices de la zona; posteriormente se estaciona el tren de muestreo, se ingresa al sector con los medios de seguridad y EPP colocado y se inicia el procedimiento de toma de muestreo.

Figura 2

Punto de muestreo 3: Jr. Amazonas y Cajamarca



3.9.2. Procedimiento para la toma de muestra

- **Paso 1:** El procedimiento inicia con la verificación de la calibración del equipo
- **Paso 2:** Se conecta todos los componentes que hace funcionar al equipo (cabezal, mangueras, bomba, etc)
- **Paso 3:** Se realiza el proceso de manipulación de las muestras testigo, sin dejar pasar el aire por estas, se coloca los tapones y se identifica
- **Paso 4:** La solución captadora se vierte a los impinger para ser instalado en el tren de muestreo

- **Paso 5:** Luego regulamos el tren de muestreo con 8 horas de funcionamiento y regulamos el flujo de aire con el rotómetro
- **Paso 6:** Se registra la hora de inicio, fecha, observaciones relevantes
- **Paso 7:** Posteriormente con la colocación del impinger conteniendo la solución captadora con un flujo constante de aire de 0.5
- **Paso 8:** Luego, se detiene la bomba de muestreo y se retira en la porta filtro sellando ambos orificios
- **Paso 9:** Se registra los datos relevantes de la toma de muestra

Figura 3

Punto de muestreo 2: Jr. Cáceres y Salaverry



3.9.3. Preparación de la solución captadora o absorbente

La solución captadora estuvo conformada por:

- Solución “A”: conteniendo ácido p-SABA Sulfaminobenzoico a 0.1 M
- Solución “B”: conteniendo Nitrato de plata (AgNO_3) a 0.1 M
- Solución “C”: conteniendo Hidróxido de Sodio (NaOH) a 0.1 M
- El volumen de la solución captadora debe alcanzar 50mL, en un tiempo de muestreo de 8 horas, con un flujo de aire de 0.5 L/min y una tolerancia de flujo de +/- 10%

Ahora para el cálculo del volumen total muestreado se calcula $0.5 \text{ L/m} \times 480 \text{ m} = 240 \text{ L}$ de aire, este valor calculado del volumen es el adecuado para detectar las concentraciones ambientales de CO en las zonas urbanas, entonces la conversión se realiza 240 L a 0.24 m^3 ; si la masa de CO captada (dato de laboratorio) $m = C \times V$, entonces si tenemos valores de $m = 5.342 \text{ mg/m}^3 \times 0.24 \text{ m}^3$, el valor de $m = 1.282 \text{ mg}$. Luego el valor calculado sería $C = 1.28 \text{ mg}/0.24 \text{ m}^3$, obteniendo un valor de $5,342 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es decir, la concentración de monóxido de carbono es calculada a partir del volumen de aire muestreado (0.24 m^3) y a la masa de CO captada, para luego obtener la concentración final en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.9.4. Procedimiento para la determinación del flujo vehicular

- **Primero:** Ubicación del punto de monitoreo donde se consideró zonas de mayor afluencia vehicular, georreferenciándose para asegurar la precisión en el punto espacial de estudio
- **Segundo:** Se definió los horarios entre las horas 8:00 am hasta las 4:00: p.m. durante los meses de mayo a julio
- **Tercero:** Registro de tráfico durante el periodo marcado en 8 horas diarias en los formatos de registro, consignando la fecha, hora, punto de muestreo, tipo de vehículo contabilizando todos los que pasaron por el punto de muestreo
- **Cuarto:** Se validó los datos registrados revisando y verificando de manera consistente y coherente los datos, en los puntos de alto flujo (PM-02) y los demás puntos apoyándose del registro fotográfico

3.9.5. Procedimiento para la medición de velocidad y dirección de viento en los puntos de monitoreo de la ciudad de Celendín – 2024

- **Primero:** Se ubicó los puntos de monitoreo para la medición del CO y flujo vehicular

- **Segundo:** Previo a la medición se verificó el funcionamiento adecuado del anemómetro, veleta y brújula, asegurando que los instrumentos se encuentren libre de obstrucciones que afecten el registro y debidamente calibrados.
- **Tercero:** Se instaló los instrumentos sobre un mástil a una altura de 3 metros sobre el nivel del piso, sin interferencia de la viviendas ni árboles que limiten el flujo del viento
- **Cuarto:** Se orientó la veleta asegurando una orientación adecuada corroborada con la brújula
- **Quinto:** Se estabilizó los equipos en 2 minutos para evidenciar un registro de dirección y velocidad del viento en condiciones reales
- **Sexto:** Se registró la velocidad del viento de manera directa y los promedios en m/s
- **Séptimo:** Se determinó la dirección de viento, indicado en la veleta, registrando el punto cardinal desde y hacia dónde se dirige el viento.
- **Octavo:** Se registró los datos más importantes en la ficha de campo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Niveles de concentración de CO en el aire de Celendín, emitidos por el parque automotor - 2024

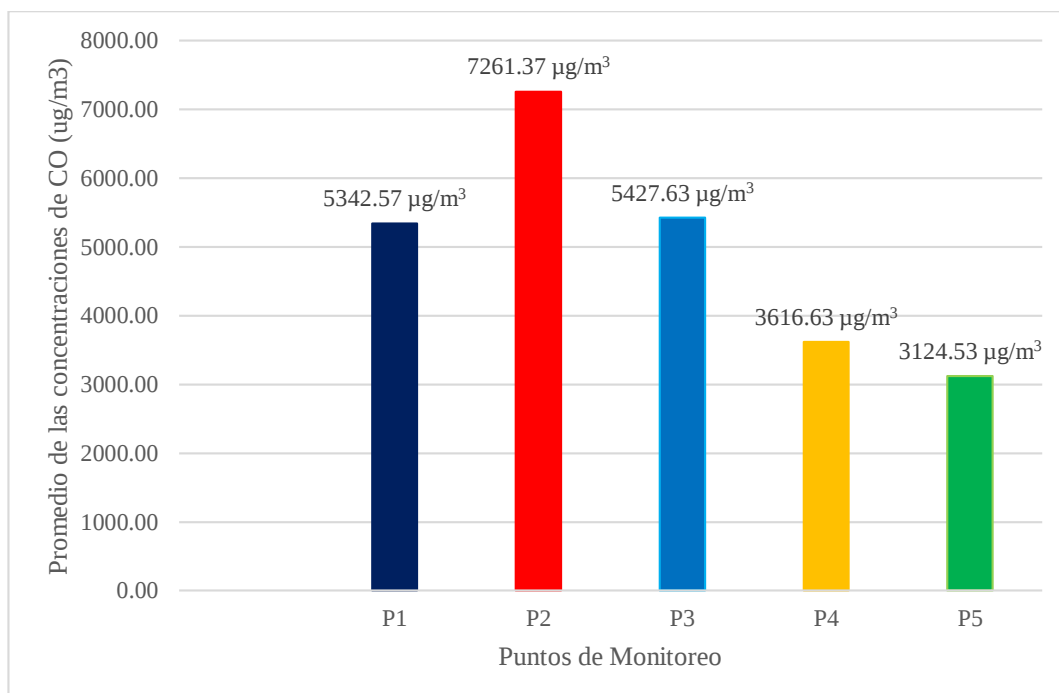
Tabla 6

Mediciones de concentraciones de CO medida en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Punto de muestreo	Mayo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Junio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Julio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM-01	4568.5625	4869.36	6589.78	5342.57
PM-02	6973.4075	6853.90	7956.80	7261.37
PM-03	5263.4025	5067.20	5952.30	5427.63
PM-04	2564.1975	3587.40	4698.30	3616.63
PM-05	2987.2975	2687.60	3698.70	3124.53

Figura 4

Mediciones en promedio de las concentraciones de CO en los puntos de monitoreo



Nota. Los niveles de concentraciones son inferiores a $10,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ indicado en el ECA

Las mediciones de las concentraciones de monóxido de carbono durante los meses de mayo a julio del parque automotriz en promedio, de la zona urbana de la provincia de Celendín, medidos en los diferentes puntos de monitoreo oscilan entre $3124.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mínimo valor alcanzado medido en el punto PM-05) hasta $7261.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (máximo valor alcanzado medido en el punto PM-02), en las 4 repeticiones y por 4 semanas de monitoreo; el punto PM-02 (mercado modelo) presentó de manera muy consistente los valores más elevados en los tres meses evaluados, mostrando una mayor influencia de las fuentes de emisiones de CO vehicular, congestión de tránsito y elevada actividad económica, comercial e intensiva que eleva los niveles de emisión en esta zona. En los puntos PM-01 (Plaza Mayor) y PM-03 (Salida a Cajamarca) los valores de emisión alcanzaron $5342.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $5427.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las cuales son zonas con poca congestión vehicular y se elevaron en el mes de julio donde se presentan mayor desplazamiento y congestionamiento vehicular. En los puntos PM-04 (Salida al Norte) y PM-05 (Salida al Oeste) se presentaron las concentraciones más

bajas alcanzando solo a $3616.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $3124.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual está asociado a un menor flujo vehicular, una mayor velocidad del viento y población menos densa de la zona. En todos los casos se muestra un incremento progresivo de las concentraciones de CO durante los meses de evaluación desde mayo a julio, siendo el mes de julio donde se registró los valores más elevados, esto debido a la mayor concentración vehicular en la zona urbana por las festividades patronales de la provincia que genera una mayor congestión, se eleva la actividades antropogénicas y comerciales, así como condiciones meteorológicas estacionales que reducen la velocidad del viento durante el periodo de muestreo, esta intensificación de las actividades urbanas hace que el transporte vehicular y comercial asociado a factores climáticos propios de la época favorezcan la acumulación de CO en la atmósfera, reduciendo su dispersión. Por otro lado, de los puntos de muestreo, el Punto PM-02 es el más crítico desde el punto de vista de la calidad de aire, y en este caso este comportamiento es consistente con la dinámica propia que se desarrolla en la zona, dado que en este punto se evidencia una elevada congestión vehicular, presencia de vehículos de carga, zonas de paradero vehicular a la localidad de Jorge Chávez, Bellavista, paradero de mototaxis a diferentes zonas de la ciudad, estas condiciones favorecen la combustión incompleta de los combustibles. Además, debido a la elevada afluencia de personas y de comercio, limita considerablemente el tránsito vehicular incrementando la residencia de los contaminantes en el aire, lo que explica los valores elevados registrados. En el punto PM-01 y PM-03 si bien no concentra transporte pesado, es la que presenta un flujo vehicular constante sobre todo de autos, mototaxis, camionetas y vehículos particulares, además de las actividades comerciales al lado de Jr. 2 de mayo y administrativas. En los puntos PM-04 y PM-05 son zonas con la menor afluencia vehicular, presenta mejores condiciones de orientación y ventilación natural, menor densidad urbana favoreciendo las condiciones y reduciendo las emisiones asociadas a la congestión vehicular y alta afluencia de personas y

vehículos. Desde el aspecto Normativo se encontró que en todos los puntos de muestreo están por debajo del estándar de calidad ambiental para el aire para el monóxido de carbono, los cuales deben estar como máximo en $10\,000\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio de 8 horas, por lo tanto aunque las concentraciones no superan los límites permisibles del ECA, los valores críticos observados en el PM-02 (mercado de abastos) o centro urbano evidencian una presión persistente o constante sobre la calidad del aire, especialmente durante los periodos de alta actividad comercial en la zona. Comparando con la investigación de Tello (2019) los valores encontrados en las concentraciones de CO en Celendín durante un periodo de 8 horas todos alcanzaron valores dentro del rango estándar de Calidad de Aire. Por otro lado, Briones y Hernández (2020) quienes sugieren que las concentraciones no presentan valores continuos durante el año y que los puntos de monitoreo solo alcanzan valores sobre el 90% en el caso de Cajamarca y el 69% en la provincia de Celendín, por debajo del estándar. Los autores sugieren además que a pesar que se mantiene por debajo del límite normativo, los valores picos y cercanos al límite deben ser monitoreados frecuentemente sobre todo en microambientes urbanos de alta exposición; estos valores comparados con Alva (2019) que realizó un monitoreo en otra ciudad que puede presentar semejantes características el valor alcanzado fue de $9968\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, la cual comparado con la provincia de Celendín que alcanzó a $5978.18\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ nuestra ciudad aún presenta valores inferiores a los reportados por otras ciudades dentro de la región y el país.

Finalmente, los resultados ponen de manifiesto que la ciudad de Celendín no presentan niveles críticos de contaminación por CO, sin embargo existen zonas específicas de mayor riesgo, sobre todo en el punto de monitoreo PM-02 (mercado modelo de la ciudad) donde se concentran transportistas, población y comerciantes y permanecen por periodos largos de tiempo, es por este motivo que es necesario una mayor vigilancia y control para mantener valores por debajo del estándar de calidad del aire e ir implementando estrategias de

prevención para la mejora en la gestión de tránsito, ordenamiento vehicular en las zonas comerciales en las zonas alrededor del mercado modelo, incluyendo la reubicación de paraderos hacia los distritos cercanos.

Flujo vehicular por punto de monitoreo

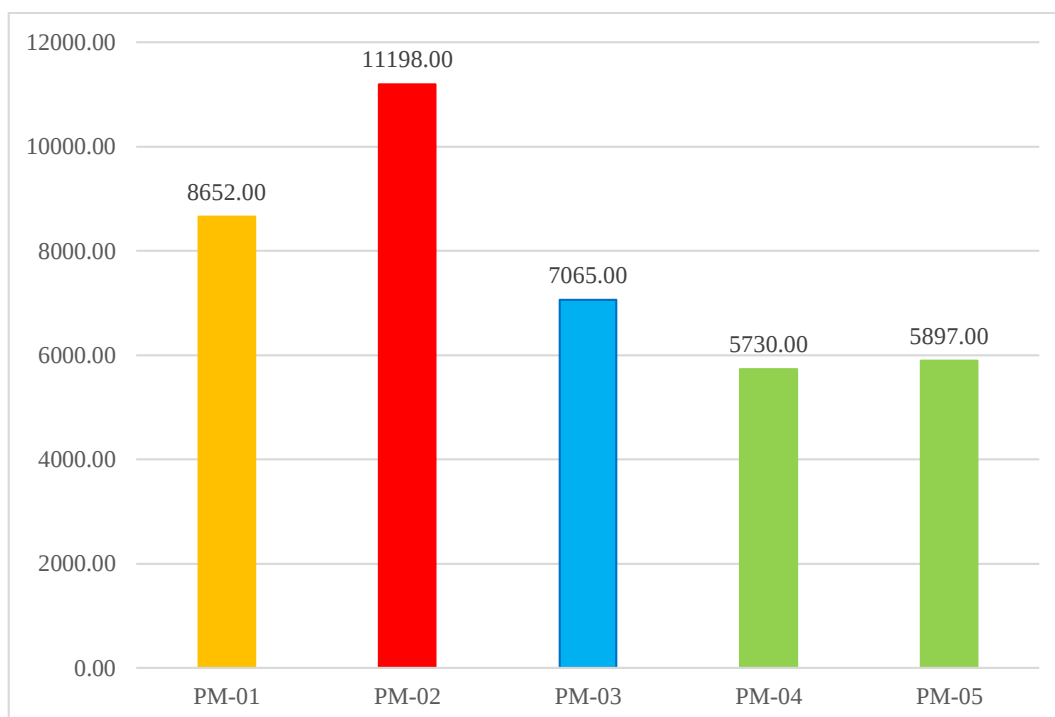
Tabla 7

Flujo vehicular durante los meses de monitoreo

Punto de muestreo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
	Unidades vehicules			
PM-01	8429	8769	8757	8652.00
PM-02	11058	11047	11489	11198.00
PM-03	7071	7068	7056	7065.00
PM-04	5707	5691	5792	5730.00
PM-05	5798	5869	6025	5897.00

Figura 5

Flujo promedio de vehículos que pasaron por los puntos de monitoreo



Las mediciones del flujo vehicular durante los meses de mayo, junio y julio del parque automotriz en los diferentes puntos de monitoreo alcanzan valores promedio en el rango de 5730 hasta 11198 vehículos que transitaron por los puntos de monitoreo donde se evidencia que la mayor cantidad de unidades en promedio de unidades vehiculares transitaron por el PM-02 (mercado), alcanzando en promedio 11198 vehículos, seguido del PM-01 (plaza mayor) donde se registró en promedio un total de 8652 unidades vehiculares que transitaron por este punto; y el punto PM-03 (salida al sur) con un valor en promedio de 7065 vehículos. Los menores flujos vehiculares se presentaron en los puntos PM-05 (Salida al Oeste) que alcanzó en promedio 5897 vehículos vehiculares que transitaron por este punto y el punto PM-04 (Salida al Norte) que alcanzó en promedio 5730 unidades vehiculares. También se puede mostrar que el flujo vehicular con ligeras variaciones mensuales con tendencia creciente en el mes de julio fueron los puntos de monitoreo PM-02 y el PM-05; estos resultados demuestran una distribución espacial en los PM heterogénea del tránsito vehicular, asociada en gran medida al rol funcional en cada punto dentro de la dinámica propia de las actividades antropogénicas de la zona urbana.

El punto PM-02 es el que presenta los mayores volúmenes de concentración en el flujo vehicular durante los meses de monitoreo, esta situación resulta siendo coherente con la intensa actividad comercial ubicada en esta zona, esto se debe al ingreso muy frecuente de vehículos de carga, mototaxis, transporte público, y movilidad particular; la elevada frecuencia de vehículos, congestión y actividad centralizada en la zona eleva la emisión de CO producto de la combustión incompleta de los motores. En el punto PM-01 es el que presenta el segundo flujo mayor de tráfico vehicular en promedio, que a pesar que no es una zona de tránsito pesado, el flujo vehicular es más constante, donde transitan mototaxis, vehículos de transporte público y livianos, esto sumado a la concentración por las actividades administrativas como las municipales, religiosas, comerciales, minimarket más importantes

de la ciudad, centros de copias, restaurantes con mayor afluencia de público genera un aporte importante a las emisiones de CO. El punto PM-03 es el que registró un flujo vehicular intermedio con 7065 vehículos, asociado a la salida e ingreso con mayor tránsito vehicular, aunque el volumen es considerable, la concentración urbana es más dispersa mejorando la dispersión de contaminantes. Por otro lado, en el PM-04 y PM-05 muestran los menores flujos vehiculares, asociado a la menor densidad urbana en las zonas, menor cantidad de vehículos que pasan por el punto de muestreo, condiciones que hacen que no exista acumulación de CO en el aire.

Al comparar los resultados tanto del flujo vehicular y las concentraciones de CO que se midieron previamente hay una relación directa y consistente, ya que los PM-02 y PM-01 corresponden a mayores niveles de CO en promedio confirmando que el tráfico vehicular es una de las principales fuentes contaminantes, siendo el PM-02 la zona crítica donde la congestión, alto tráfico, paradas prolongadas y actividad comercial concentrada intensa favorece la concentración de CO, esto explica las elevadas concentraciones registradas en este punto, el cual coincide también con los estudios y antecedentes de estudio que reportan que la calidad de aire en las ciudades donde se concentran las zonas comerciales y mercados tienen un mayor nivel de concentración de contaminantes. Asimismo, se observa un incremento considerable en el mes de julio, debido a las actividades festivas de la localidad donde hay un elevado incremento de los visitantes, incrementándose la actividad comercial, el transporte interurbano, y estabilidad atmosférica en este periodo de muestra. Desde el aspecto normativo, los niveles de CO están por debajo de estándares de calidad ambiental, pero el elevado flujo vehicular en las zonas críticas de la ciudad implica una exposición constante de la población a este ambiente, en especial a los comerciantes, peatones y transportistas que se encuentran por largos periodos de tiempo en esta zona; esto nos indica la necesidad de adoptar estrategias de gestión de tráfico y ordenamiento vehicular.

Los resultados comparados con los encontrados en Méndez (2019) quien evaluó las emisiones contaminantes de vehículos motorizados logro determinar que los gases de mayor incidencia fue el CO, en las horas punta alcanzó valores de $10689.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en los puntos de muestreo de semaforización. Por su parte Herrera (2019) presentó resultados de mediciones de CO en las ciudades de México las cuales son consideradas una de las ciudades de mayor tránsito vehicular las emisiones promedio alcanzaron una media de $3.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ CO en relación por cada habitante de la ciudad.

Finalmente, comparando los valores con los ECA de aire de nuestro país estipulado en D.S. 030-2017 ninguno de los puntos de monitoreo superó los límites máximos permisibles, que establece un máximo de $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de 8 horas.

4.2. Dirección y velocidad del viento de la ciudad de Celendín, en los puntos de monitoreo para el CO del aire de Celendín -2024

Tabla 13

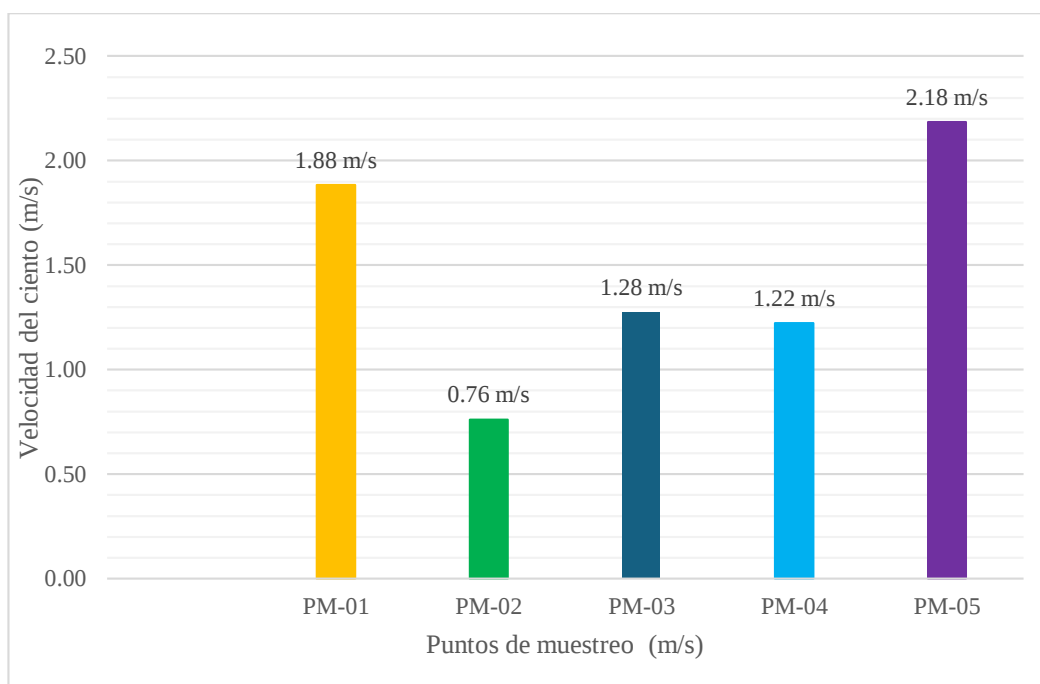
Velocidad y dirección predominante del viento

Punto de Muestreo	Velocidad (m/s)	Dirección del viento
PM-01	1.88	Sur – Sur Sur Este
PM-02	0.76	Sur – Sur Sur Este
PM-03	1.28	Sur– Sur Sur Este
PM-04	1.22	Este – Sur Sur Este
PM-05	2.18	Este – Sur Este- Sur Sur Este

Nota. En promedio durante 1 hora en los puntos indicados

Figura 6

Velocidad del viento en los puntos de monitoreo de monóxido de carbono (CO)



Nota. Mediciones de la velocidad del viento (m/s) en puntos de monitoreo

De la tabla y figura previa, se puede observar que la velocidad del viento en la ciudad de Celendín alcanzó en promedio en el punto de monitoreo 1 a 1.88 m/s, en el punto de monitoreo 2 a 0.76 m/s, en el punto de monitoreo 3 a 1.28 m/s, en el punto de monitoreo 4 a 1.22 m/s y finalmente en el punto de monitoreo 5 a 2.18 m/s, con una dirección del viento en el punto de monitoreo 1 hacia el este y Nor Este; en el punto de monitoreo 2 hacia el Sur y Sur Este, en el punto de monitoreo 3 hacia el Este y Nor Este; en el punto de monitoreo 4 hacia el Este y Nor Este; y finalmente en el punto de monitoreo 4 hacia el Este y Sur Este. En síntesis, la velocidad y dirección del viento si influyeron en las concentraciones del monóxido de carbono, a pesar de ser débiles; se logra determinar que en el mercado (PM-02), la velocidad del viento es menor en comparación con los otros puntos de control, sin embargo, en este mismo punto las concentraciones de monóxido de carbono CO son las más altas en la ciudad; en cambio en el (PM-05) la velocidad del viento es mayor y las concentraciones de monóxido de carbono son las más bajas de la ciudad; lo cual nos permite

indicar que a pesar que las concentraciones de CO son elevadas en los lugares de mayor congestión vehicular y la velocidad del viento es menor a la registrada en los demás puntos de la ciudad, significa que las partículas de CO se mantienen mayor tiempo en el aire la cual puede afectar la salud de las personas, mientras que en los demás puntos las concentraciones promedio se encuentran por debajo de $5,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo el punto donde se registró la menor concentración de partículas de CO en la atmósfera en el Jr. Moquegua con una velocidad del viento superior a todos los puntos de monitoreo que alcanzó a 2.18 m/s

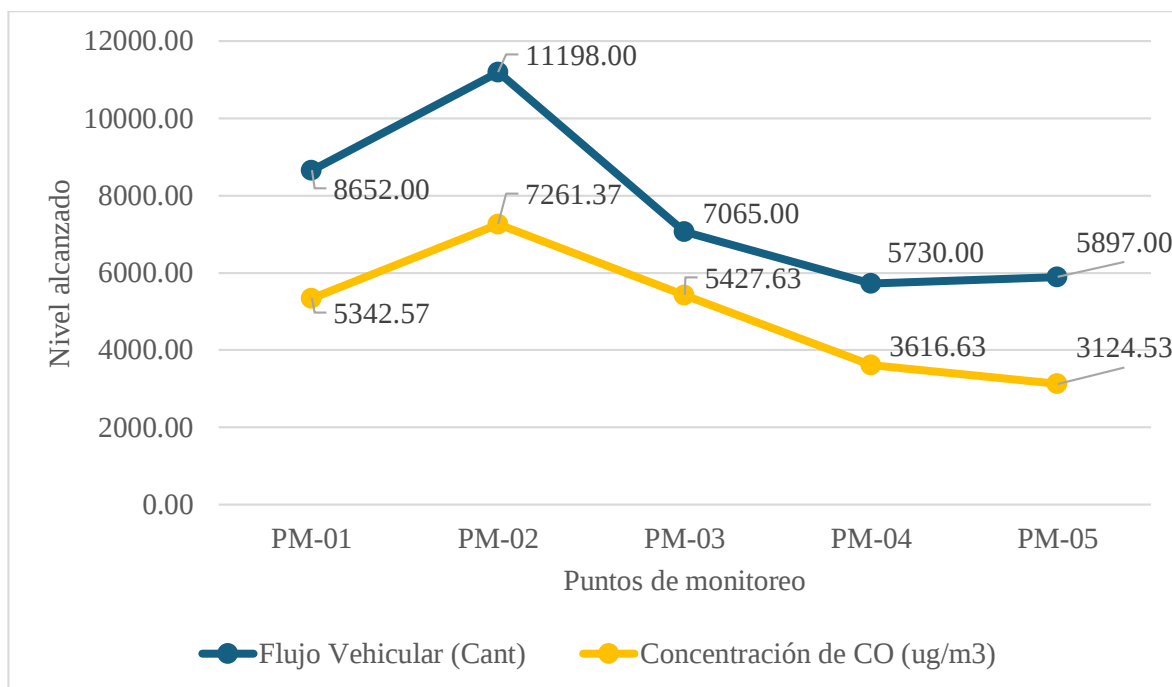
4.3. Relación entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO en el aire de Celendín -2024

Tabla 9

Flujo vehicular vs concentraciones de CO en puntos de muestreo

Punto de Muestreo	Flujo Vehicular (Unidades vehiculares)	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM-01	8652.00	5342.57
PM-02	11198.00	7261.37
PM-03	7065.00	5427.63
PM-04	5730.00	3616.63
PM-05	5897.00	3124.53

Nota. Se contabilizó la afluencia vehicular en los puntos de muestreo

Figura 7*Flujo vehicular vs concentraciones de CO en los puntos de monitoreo**Nota.* Comparación del flujo vehicular con las concentraciones de CO

En la tabla y figura anterior, se muestra la comparación entre el flujo vehicular y el promedio de concentraciones de monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la ciudad de Celendín, evidenciándose una variación significativa entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO en los puntos evaluados. El flujo vehicular oscila en promedio entre 5730 vehículos en el punto PM-04 hasta los 11198 vehículos en el punto PM-02 así como las concentraciones de CO en promedio presenta una variación entre $3124.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto PM-05 y $7261.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto PM-02. Estos valores de muestran que a un mayor flujo vehicular existe una mayor concentración de CO, donde el punto PM-02 es el más crítico seguido de los puntos PM01 y PM03; por otro lado los puntos PM-04 y PM-05, que registran el menor flujo, también muestran una menor concentración de monóxido de carbono, esta forma de comportamiento nos indica una relación directa y positiva entre ambas variables demostrando que el transito es una de las principales fuentes que genera una mayor concentración de contaminantes por CO en el área urbana de la provincia de Celendín.

En el punto crítico PM-01 es el segundo punto donde se presenta un mayor flujo vehicular alcanzando un valor de 8652 vehículos que pasan en promedio durante 8 horas consecutivas por este punto el cual tienen un valor en concentraciones de $5342.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$; aunque el tránsito más frecuente en esta zona fueron mototaxis y vehículos livianos, se presenta una circulación constante en determinadas horas, la cual limita considerablemente la dispersión atmosférica de las partículas favoreciendo su acumulación. El punto PM-03 el flujo es medio con 7065 vehículos que transitan y alcanzando una concentración similar al punto PM-01 que alcanza $5427.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esto nos demuestra que además del volumen de tránsito existen otros factores como la congestión vehicular, las condiciones de ventilación como los espacios laterales de la plaza mayor que permite una dispersión moderada en la zona de los contaminantes. En los puntos PM-04 y PM-05 son los que registraron el menor flujo vehicular alcanzando 5730 y 5897 vehículos que transitaron por estos puntos durante la hora de muestreo, la cual también al medir las concentraciones de CO fueron las más bajas, la razón es la presencia de una menor densidad urbana sobre todo en el punto PM-04, no hay muchas viviendas en esta zona, en ambos puntos el tránsito es poco fluido y hay una mejor condición de dispersión atmosférica, reduciendo considerablemente la acumulación de los gases contaminantes.

Al comparar los resultados con lo encontrado en otras investigaciones como la de García (2019), realizado en el distrito de Morales, provincia de San Martín donde demostró que existe una relación positiva entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO en los puntos de muestreo, sea estos valores dentro o fuera de los límites máximos permisibles por cada país; es decir que mientras el flujo vehicular es alto, las concentraciones se verán aumentadas en la misma proporción. También Fonseca (2018) observó los niveles de CO en la ciudad de Tingo María obteniendo resultado por debajo del estándar de calidad de aire de $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentraciones de CO en un lapso de 8 horas; además considero que existen

factores como la velocidad y dirección de viento que contribuyen a dispersar los gases, diseminándose en la atmósfera. Por otro lado, la investigación de Tirado, et al. (2021) quien realizó un estudio en la ciudad de Tacna, tuvo como resultado en los 5 puntos de muestreo que tanto los lugares como también el horario presenta un efecto significativo en las concentraciones de CO. Finalmente, el estudio realizado por Quispe (2024) en la ciudad de Puno donde se muestra que los factores como la cantidad o volumen de vehículos influyen en los niveles de concentración, por otro lado el año de fabricación y el tipo de combustible también son factor que genera un mayor porcentaje de emisiones de CO en el ambiente. De todos estos resultados se tiene que en localidades como los distritos de Morales, Tingo María y Tacna confirman que a mayor afluencia de vehículos, mayores son las concentraciones de CO, en localidades como Tacna donde las avenidas son amplias presentan mejores condiciones de dispersión, Celendín por tener un patrón urbano similar ayuda a la dispersión de los gases, Puno por su parte presenta un volumen mayor de vehículos antiguos y una topografía que dispone a las viviendas con menor ventilación agrava la situación y los niveles de contaminación aumentan.

Además, al comparar las concentraciones de CO con el flujo vehicular se demuestra que existe una relación directa y que se mantiene consistente en todos los puntos de monitoreo, es decir el tránsito vehicular es un factor más importante y la fuente principal de las emisiones de CO en la ciudad de Celendín, especialmente en las zonas de alta concentración urbana y comercial, siendo el punto PM-02, el más crítico es decir la zona de mayor exposición de la población a concentraciones de CO de manera prolongada, esta situación es de esperarse puesto que investigaciones semejantes la concentración más elevada se encontró en estas zonas, donde el control de tránsito y la planificación vial son muy limitados; por otro lado en los puntos PM-04 y PM-05 son los que muestran un menor flujo de vehículos por su forma de ventilación natural, y porque en el punto PM-04, las calles

son más anchas y la dispersión de las viviendas es más alta, lo cual contribuye a la reducción de elementos contaminantes de CO, incluso cuando el tránsito pueda ser constante.

Desde el aspecto ambiental, aunque las concentraciones están por debajo de estándar ECA para el aire sobre el CO, las tendencias encontradas nos muestran un incremento muy sostenido del parque automotor lo cual puede llevar a situaciones de riesgo posteriores, especialmente en la zona crítica identificada en el estudio (PM-02), esto nos sugiere una mejora en la gestión de tránsito, monitoreo constante del aire en los puntos críticos y de mayor congestión, teniendo en cuenta además que los factores meteorológicos como la velocidad y dirección del viento, la temperatura y su topografía ayudan a que las partículas contaminantes no se acumulen en determinadas zonas, considerando también que durante los meses que se realizó el monitoreo se experimenta condiciones secas, con muy baja precipitación, la temperatura es relativamente moderada y en determinados momentos la velocidad del viento son bajas, esto hace que la circulación del aire sea limitada, esto nos indica que si el parque automotor se eleva estos gases permanecerán más tiempo en la atmósfera incrementándose las concentraciones que se registran en el presente estudio.

Finalmente, se confirma que las concentraciones de CO es el resultado de todos los factores antrópicos de la ciudad, los factores climáticos como temperatura, estabilidad atmosférica y viento, aunque estos valores aún se mantienen por debajo de los ECA de aire del Perú, las condiciones climáticas pueden cambiar en un futuro y generar mayor cantidad de zonas críticas o donde se presenta una mayor actividad comercial urbana.

Tabla 10

Resumen de estadístico

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,940 ^a	,884	,845	647,00491

Tabla 11

ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	9578939,797	1	9578939,797	22,882
	Residuo	1255846,048	3	418615,349	,017 ^b
	Total	10834785,85	4		

Nota. Valor de F en ANOVA de las variables de estudio

Tabla 12*Pruebas de normalidad con Shapiro Wilk*

	Estadístico	gl	Sig.
Flujo Vehicular	,894	5	,377
Concentraciones de CO	,937	5	,646

Nota. Prueba adecuada para medir la normalidad de los datos

Los resultados de la prueba estadística indican que los datos obtenidos en el tren de muestreo presentan una distribución normal, por lo tanto, el estadístico de prueba es la *r* de Pearson, veamos los resultados de este estadístico en la siguiente tabla

Tabla 13*Correlación *r* de Pearson*

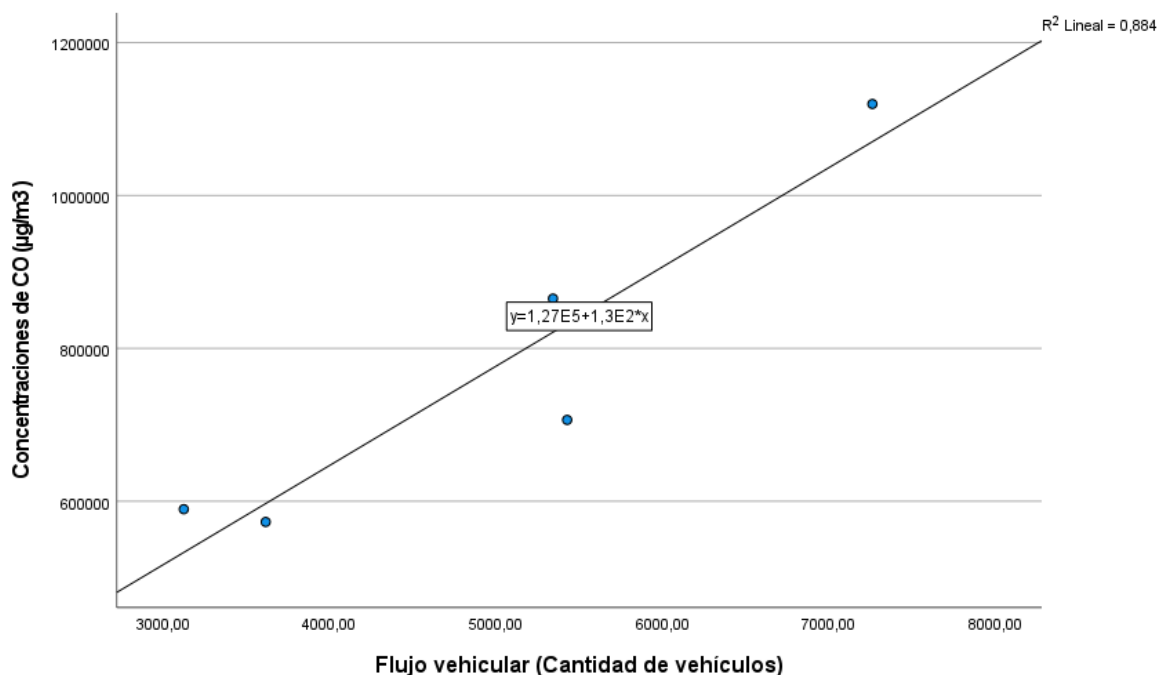
	Flujo Vehicular	Concentraciones de CO
Flujo Vehicular	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	,940**
	N	,017
Concentraciones de CO	Correlación de Pearson	5
	Sig. (bilateral)	5
	N	,940**
		,017
		1
		5

Nota. Nivel de correlación entre el flujo vehicular y las concentraciones de CO

De los resultados previos se puede observar que el máximo valor recuperado del tren de muestreo alcanzó un valor de $7261.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ este resultado promedio de los meses de mayo, junio y julio, donde el mes de julio tiene un ligero incremento en las concentraciones debido a las festividades por fiestas patrias y patronales realizadas en la ciudad, existiendo por lo tanto un mayor flujo vehicular; en tal sentido comparando con lo obtenido en Alva (2019) los valores del monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el punto de muestreo ubicado al nor este de la provincia de Cajamarca alcanzó un valor de $9968 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales son muy aproximados a los tomados en el presente estudio. Por su parte Tello (2019) sostuvo que el flujo vehicular está íntimamente relacionado de manera positiva y directa con el flujo vehicular, ya que al medirse las concentraciones diarias se obtuvieron mayores concentraciones de monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) alcanzando valores de $9687.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un flujo vehicular constante con un flujo vehicular de 1087 vehículos en promedio; viéndose incrementado las concentraciones a un mayor flujo vehicular. Comparando las investigaciones a nivel internacional tenemos lo realizado por Méndez (2019) quien evaluó los niveles de contaminación en el aire procedente de parque automotor de la ciudad de Barranquilla - Colombia, los resultados nos demuestra que el contaminante con mayor cantidad de emisiones fue el monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) el cual depende del flujo vehicular, antigüedad de los vehículos, el tipo de combustible usada entre otros factores intervinientes, del mismo modo en la investigación de Herrera (2019) demostró que los valores de monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) están sobre las 3.47 toneladas de monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), comparada con el presente estudio son valores que debido al crecimiento poblacional, la densidad demográfica y vehicular creciente hace que estos valores se disparan, sin embargo en ciudades pequeñas como Celendín, con un bajo nivel de flujo vehicular los valores aún son bajos lo cual nos da una ventaja significativa frente a otras ciudades cada vez más contaminadas.

Figura 8

Correlación entre flujo vehicular y las concentraciones de CO en los puntos de muestreo

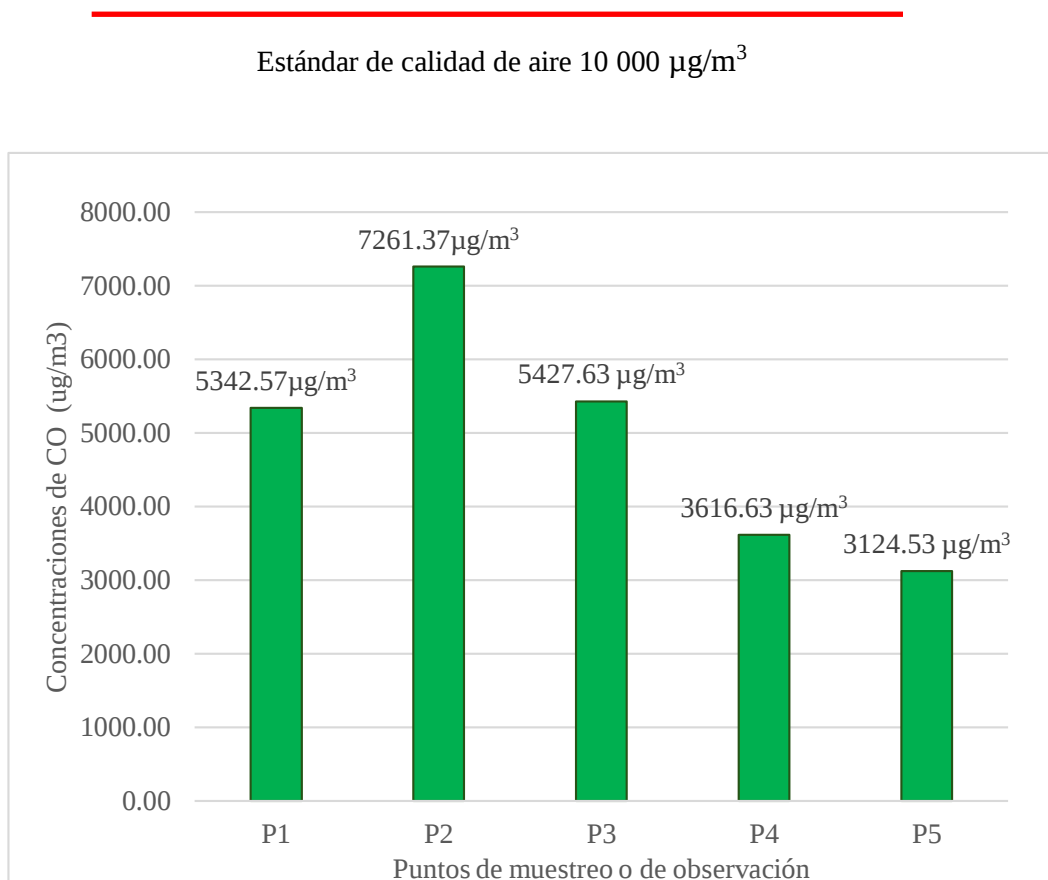


De la tabla y figura previa, se evidencia que al aplicar el coeficiente de correlación r de Pearson se determinó que la relación es positiva y altamente significativa entre el flujo vehicular y las concentraciones de Monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el aire de la ciudad de Celendín generado por el parque automotor, dado que el valor encontrado alcanzó a 0,940 (valor muy cercano a 1) que indica una correlación alta entre las variables; por otro lado, al comparar el p valor se encontró que ($p < 0.05$) lo cual demuestra el nivel o grado de significación positiva entre el flujo o afluencia vehicular y las concentraciones de Monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); por otro lado, se tiene un valor de coeficiente de determinación de 0,884, luego de analizar tiene un nivel alto de correlación.

4.4.Comparación de las concentraciones de CO del aire de la ciudad de Celendín con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Figura 9

Comparación de las emisiones de CO con el ECA a 8 horas diarias



Nota. Nivel de concentraciones comparadas con ECA aire

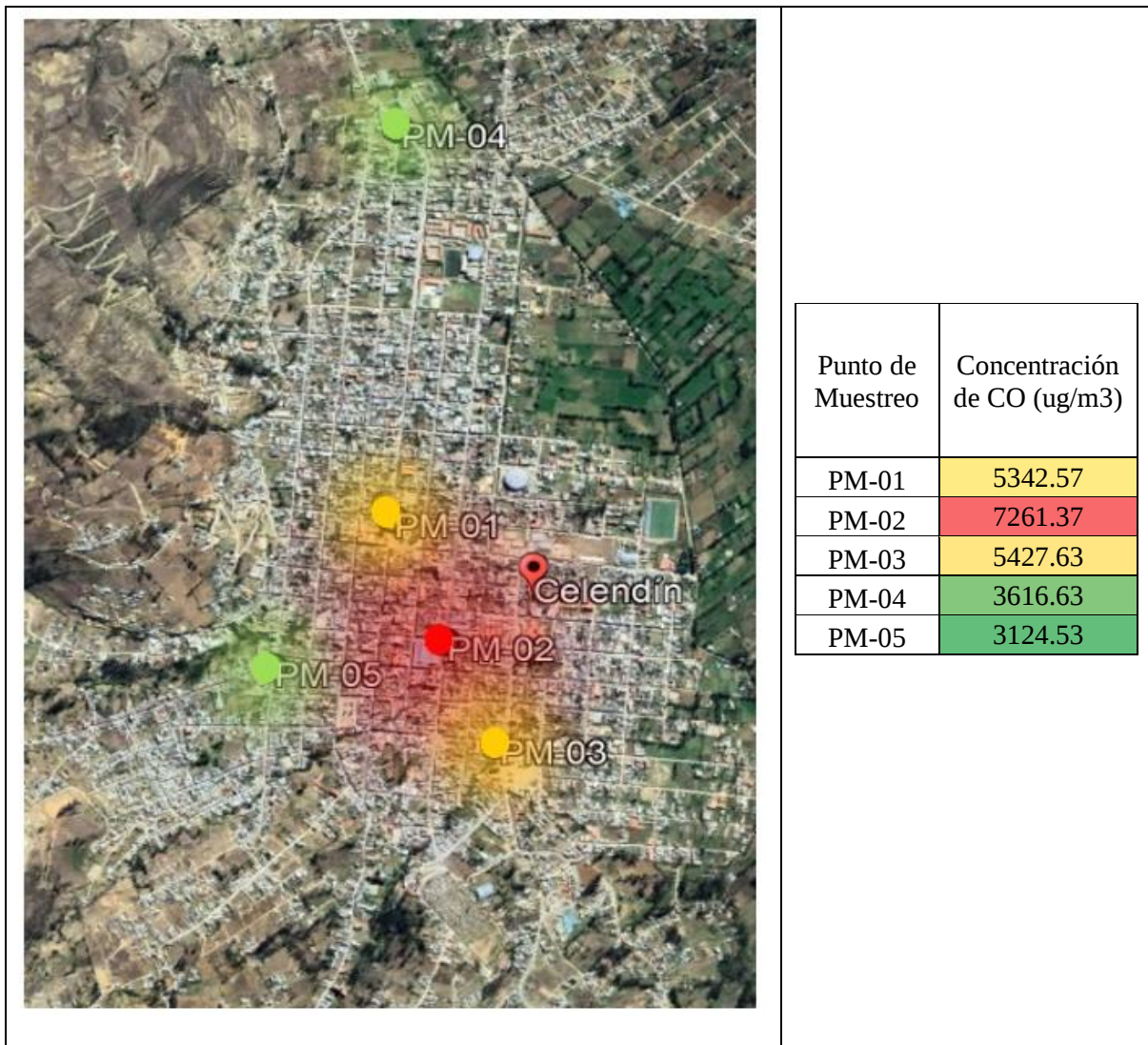
De la figura anterior se observa que las concentraciones de monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en todos los puntos de muestreo no superan el estándar de calidad del aire a una toma de muestra de 8 horas, se observa además en el punto de muestreo 2 ubicado en el mercado modelo de la ciudad alcanzó los valores más altos de concentraciones de monóxido de carbono CO con 7261.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el siguiente punto que alcanzó valores de concentración alto fue el punto 3 ubicado en el primer semáforo de ingreso y salida a la ciudad de Cajamarca al sur de la ciudad con un valor de 5427.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto 1 ubicado en la plaza de armas de la ciudad semáforo ubicado en la I.E. "Sagrado Corazón de Jesús",

alcanzando valores de $5342.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente los puntos 4 y 5 ubicados en el ingreso/salida a los distrito del norte y del oeste de la ciudad tenemos los valores de $3616.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y $3124.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, siendo el valor mínimo el punto de muestreo de ingreso/salida hacia el norte de la provincia con $3124 \mu\text{g}/\text{m}^3$

En las investigaciones realizadas en el Perú tenemos a la de Gómez y Gonzales (2020) donde se observó que en los puntos de muestreo ubicados en diferentes puntos de la ciudad de Pucallpa los valores en algunos puntos estuvieron cercanos a lo indicado por el estándar alcanzando valores de $9824 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y $10\ 1712 \mu\text{g}/\text{m}^3$, estos valores en algunos puntos de monitoreo difieren mucho a los obtenidos en el estudio; que en todos los casos son menores a $10\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por otro lado la investigación de García (2019), consideró evaluar diferentes niveles de concentraciones en el aire de las cuales en relación con el monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), se determinó que el flujo vehicular tiene una estrecha relación con las concentraciones de monóxido de Carbono (CO), esto coincide con lo encontrado estadísticamente en el presente estudio, por su parte Fonseca (2018) consideró que los valores del monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), también se ven alterados no solamente por el flujo vehicular sino también por la dirección de los vientos disminuyendo los valores en los equipos de monitoreo, razón por la cual, en el presente estudio se presentó este tipo de valores bajos en el punto 4 del presente estudio, demostrando que existen variables intervinientes que pueden disminuir los indicadores medidos convirtiéndose de este modo como una de las limitantes del estudio.

Figura 10

Mapa de calor de la dispersión de las concentraciones de CO en los puntos de monitoreo



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los niveles de concentraciones de Monóxido de carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el aire de la ciudad de Celendín, generado por el parque automotor en el punto de muestreo 1 alcanza 5342.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto de muestreo 2 alcanza 7261.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto de muestreo 3 alcanza 5427.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto de muestreo 4 alcanza 3616.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto de muestreo 5 alcanza 3124.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en ninguno de los casos superó el estándar de calidad de aire indicado en el D.S. 030-2017- MINAM.

La velocidad del viento en los puntos de control alcanzó una velocidad de 2.18 m/s, y en el más bajo de 0.76 m/s; en promedio de los 5 puntos de monitoreo se alcanzó una velocidad de 1.47 m/s, con dirección de viento que varía en cada punto de Este a Nor Este y de Sur a Sur Este, por lo tanto, la velocidad y dirección del viento influyeron en las mediciones de las concentraciones de monóxido y de la dispersión de partículas en el aire.

Se evidencia una relación directa o positiva y significativa entre el flujo vehicular y las concentraciones de monóxido de carbono (CO) que son emitidos al aire de la ciudad de Celendín, alcanza un valor de 0,940 utilizando el coeficiente de correlación denominador de

Pearson, se determinó la relación de las variables de estudio, además el valor ($p < 0,003$) confirma la correlación entre éstas.

Al comparar las concentraciones de monóxido de carbono (CO), del aire de la ciudad de Celendín con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA), se evidencia que mediante el muestreo realizado en 5 puntos de muestreo en ninguno de los casos superó el estándar de calidad de aire indicado en el D.S. 030-2017-MINAM, considerándose, por lo tanto, un aire no contaminado en la ciudad de Celendín.

Recomendaciones

Se recomienda a la municipalidad provincial de Celendín, plantear estrategias de ordenamiento vehicular para evitar congestión y exposición de las personas a concentraciones elevadas y constantes en los puntos críticos como el PM-02 del mercado modelo, esto ayuda a reducir la acumulación de contaminantes en la atmósfera.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E., Menéndez, J. y Bravo, M. (2018) *La calidad del aire*. Ed. Orkestra.
<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/calidad-del-aire.pdf>
- Alva Huamán, D. (2019). *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*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3523/CONCENTRACI%C3%93N%20DE%20MATERIAL%20PARTICULADO,%20MON%C3%93XIDO%20DE%20CARBONO,%20DI%C3%93XIDO%20DE%20AZUFRE%20Y%20DI%C3%93XIDO%20DE%20NITR%C3%93G.pdf?sequence=1>
- Allen Pfeiffer, D. (2016) Comemos combustibles fósiles. *POLIS, Revista Latinoamericana*, 5 (14),1-9 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30551421>
- Arias Fidias, J. (2012) *El proyecto de investigación – introducción a la metodología científica*. Ed. Episteme.
- Baldini, M., Chiapella, M., Fernández, A., Guardia, S., De vito, E. & Sala, H. (2020). Capacidad de difusión de monóxido de carbono, pautas para su interpretación. *Revista de medicina y medioambiente*. 5 (9). 1-12.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/medba/v80n4/1669-9106-medba-80-04-359.pdf>

- Briones, N. & Hernández, E. (2020). *Impacto del sistema Ecofavben en la predicción de contaminación por CO en la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23770/Briones%20Chilon%20Noe%20Elias%20-%20Hernandez%20Valencia%20Erick%20Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabanillas, P., Ydrogo, R, Vigo, F. Muñoz, S. (2021). Relación entre el parque automotor y su impacto en américa. *Revista académica de la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*. 25 (2). 1-11.
<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/234/198>
- De la Puente Viedma, C. (2018) *Estadística descriptiva e inferencial*. Ed. IDT CB. Madrid.
https://www.academia.edu/37886940/Estad%C3%ADstica_descriptiva_e_inferencial_Carlos_De_La_Puente_Viedma_pdf
- Egas, C., Naulin, P. y Préndez, M. (2018). Contaminación urbana por material particulado. *Información tecnológica* 29(4). 11-118.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n4/0718-0764-infotec-29-04-00111.pdf>
- Echeverri Londoño, C. (2022). *Control de contaminación atmosférica*. Ed. EDU
- Fernández Rivas, L. (2019). *Los óxidos de nitrógeno en el cambio climático*. [Tesis de pregrado, Universidad Complutense de Madrid] Universidad Complutense de Madrid.
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/48627/1/LAURA%20FERNANDEZ%20RIVAS%20%281%29.pdf>
- Falcocchio, J y Levinson, H (2015) *Road Traffic Congestion: A Concise, Guide New York, USA*
- Fonseca Adrianzén, A. R. (2018). *Niveles de monóxido de carbono en el aire de la ciudad de Tingo María* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Universidad Nacional Agraria de la Selva.
<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4d4e5189-5997-4523-b5c5-a94b5694a963/content>

- García Ruiz, A. (2019). *Evaluación de la concentración de CO, NO₂ y SO₂ en el aire por el tráfico vehicular en el distrito de morales*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión] Universidad Peruana Unión. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2608/Antony_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, E., Martínez, S., & Hernández, L. (2020). Impacto del tráfico vehicular en los niveles de CO en Ciudad de México. *Revista Mexicana de Ciencias Ambientales*, 41(2), 188-202.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC (2022). *El calentamiento global y cambio climático 2022*. <https://climate.selectra.com/es/ques/es/calentamiento-global>
- Gómez, A. y Gonzales, H. (2020). *Determinación de la concentración de monóxido de carbono del parque automotor de las ciudades de Pucallpa y Aguaytía*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali] Universidad Nacional de Ucayali. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4274/UNU_AMBIENTAL_2020_T_ALEXIS-GOMEZ_HENRY-GONZALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gómez, J. & Delgado, D. (2022). El congestionamiento vehicular, análisis y propuesta de solución: intersección semaforizada entre avenidas américa y reales tamarindos, Portoviejo, Ecuador. *Revista UTA*. 174-203. <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/dide/article/view/1732/1576>
- Gibson Belarde, J. (2001). *Teoría de flujos vehiculares*. Ed. Mauro Huenupí
- Herrera Pérez, A. (2019). *Estimaciones de emisiones de transporte urbano en las ciudades intermedias mexicanas y cambio climático*. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Madrid]. Universidad Autónoma de Madrid. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/692274/herrera_rios_abril_yuri_ko.pdf?sequence=1
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Compendio estadístico 2017*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1492/libro.pdf

- JunGe, L., Yongchang, J., JiaKang, W., Cong, W., Svetlana, G., Xiaofeng, Gu & Lijia, P. (2023). Multiplex-gas detection based on non-dispersive infrared technique: A review, *Sensors and Actuators A: Physical*. 356(16). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092442472300167X>
- Lotero Echeverri, G. (2020). La contaminación del aire. *Revista Universitas Científica* 3 (12). 32-35. <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/3372/3080>
- Liñan, R. et al. (2020). Mediciones continuas de carbono negro, monóxido de carbono y dióxido de carbono. *Ciencia & Desarrollo*. 19(16). 68-76. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/934/1049>
- Méndez Severino, A. (2019). *Estimaciones de emisión contaminante por CO de fuentes móviles en Barranquilla*. [Tesis de pregrado, Universidad del Norte, Universidad del Norte]. <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9934/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez Montoya, J. (2017). *Parque automotor y contaminación ambiental en la ciudad de Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6200/Mendez_mj.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Ministerio del Ambiente (2017). *Resolución Ministerial N°306-2017-MINAM*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/10/RM.306-2017-MINAM_.pdf
- Ministerio del Ambiente (2017). *Estándar de Calidad Ambiental para aire y disposiciones complementarias*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2019). *Estándar de Calidad Ambiental: Datos sobre los ECA*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/376853/Datos-sobre-los-ECA.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2019a). *Protocolo Nacional de Monitoreo de calidad ambiental del aire* <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/65578>

- Ministerio del Ambiente (2019b). *Fuentes y contaminantes: contaminantes del aire*. <https://infoaireperu.minam.gob.pe/calidad-de-aire/fuentes-y-contaminantes/>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021) *Cambio Climático*. <http://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/908/7/7-CAMBIO%20CLIMATICO.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente (2022). *Guía de calidad del aire y educación ambiental*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>
- Ministerio de Producción (2024). *Datos de la provincia de Celendín*. <https://data-peru.itp.gob.pe/profile/geo/celendin>
- Mora, J., Sibaja, J. y Borbón, H. (2020). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación. *Tecnología en marcha*. 34 (1). 92-103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7836868>
- Moreira Romero, A. (2018). Contaminación del aire en el medio ambiente pro emisiones de gases tóxicos. *Revista Polo del conocimiento* 3 (7). 299-306. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/553/pdf>
- Montealegre, L. et al. (2021). Impacto de la contaminación atmosférica en la frecuencia de las enfermedades. *Revista South Florida Journal of Development*, 2 (2). 1897-1914. <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/294>
- Murillo, L. M., Rivera, J. y Castizo, R. (2018). Cambio climático y desarrollo sostenible. Ed. La rábida. <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/SEGIB-Informe-La-Ra%CC%81bida-2018-completo-2.pdf>
- Municipalidad Provincial de Celendín (2022) Registro de vehículos motorizados clasificados por categorías.
- Muñoz, S., Salcedo, J., Sotomayor, S. (2021). Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: Revisión de literatura. *Inventum* 16 (30). 20-30. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2612>

- Organización Mundial de la Salud (2022). *Directrices de la OMS para mejorar la calidad del aire*. <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- Organización Mundial de la Salud (2021). *WHO Global air quality guidelines*. WHO. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Obando, V., Castro, E., Cevallos, L., Bautista, R., Cabrera, O. Cuello, & Cuello, M. (2022). Concentración de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en Esmeralda, Ecuador. *Revista Cumbres*, 8(1), 35-46. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v8n1a3>
- Posada Ferrero, C. (2018). Aumento continuo del parque automotor, un problema a solucionar. *Revista la cámara* 2 (4). 24-26. https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r816_3/comercio%20exterior.pdf
- Pérez, F., Bautista, A., Salazar, M., Macias, A. (2014). Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *Revista DYNA* 81 (184). 36-40. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v81n184/v81n184a04.pdf>
- Querol Ávila, X. (2018). *La calidad del aire en las ciudades: Un reto mundial*. Ed. Fenosa. <https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf>
- Quenaya Calle, E. (2018). *Impacto de la contaminación del aire por el parque automotor del área urbana de Arequipa* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín] Universidad Nacional de San Agustín. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7968/ECMqucaecc.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Quispe, R. (2024). *Determinación del nivel de contaminación de monóxido de carbono generado por vehículos, Puno -2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos]. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/768/Rocsana_QUISPE_GUEVARA.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com

- Quispialaya, M. y Sauñe, M. (2018). *Estudio de procesos de combustión de gases contaminantes emitidos por vehículos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3789/Quispealaya%20Zurita.Sa%c3%b1ue%20Espinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, M., Cal, M. & Cárdenas, J. (1994). *Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. Ed. Alfaomega
- Rojas, M., Caraballo, M., Álvarez, O. & Vivanco (2018). Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja, Ecuador. *Revista del centro de estudios y desarrollo de la amazonia*. 2 (8). 23-29. [https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/download/567/532/1742#:~:text=Un%20veh%C4%B1culo%20automotor%20particular%20en,m%C3%A1s%20significativos%20\(Tabla%205\)](https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/download/567/532/1742#:~:text=Un%20veh%C4%B1culo%20automotor%20particular%20en,m%C3%A1s%20significativos%20(Tabla%205)).
- Sánchez Vega, M.V. (2018). La capa de ozono. *Revista Biocenosis* 21 (3). 65-68. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/download/1276/1341/>
- Sanguinetti Lingán, A. (2018). Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono. *Impomak* 5 (30). 1-3. <https://www.impomak.com/03/wp-content/uploads/2018/05/Arti%CC%81culoISC-CO-vs-CO2.pdf>
- Salazar, C. y Castillo, S. (2017). *Fundamentos Básicos de estadística*. Editorial Amz.
- Sendilvelan, S., Gomathi, K., y Sassykova, L. (2024). Port injection of diesel, biodiesel, and petrol in a compression ignition direct injection diesel engine to mitigate nitrogen oxides and soot emissions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 59 (3). 623-632. https://www.researchgate.net/publication/379888110_PORT_INJECTION_OF_DIESEL_BIODIESEL_AND_PETROL_IN_A_COMPRESSION_IGNITION_DIRECT_INJECTION_DIESEL_ENGINE_TO_MITIGATE_NITROGEN_OXIDES_AND_SOOT_EMISSIONS
- Sosa, B. y García, Y. (2019). Emisión de gases efecto invernadero en el suelo bajo el uso de abonos verdes. *Agronomía Mesoamérica* 30(3). 767-782. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7128707.pdf>

- Smith, J., & Lee, R. (2019). Urban traffic and air pollution: An analysis of CO emissions in NYC and LA. *Environmental Research Letters*, 14(3), 034021.
- Thomson, I. & Bull, A. (2001) *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Ed. Naciones Unidas
- Tello Barboza, J. B. (2019). *Estimación de contaminantes atmosféricos emitido por mototaxis en la ciudad de Celendín, empleando modelo internacional de emisiones vehiculares*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Universidad Nacional de Cajamarca.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3412/ESTIMACI%C3%93N%20DE%20CONTAMINANTES%20ATMOSF%C3%89RICOS%20EMITIDOS%20POR%20MOTOTAXIS%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20CELEND%C3%8DN%20EMPLEAND.pdf?sequence=1>
- Terradas Gutiérrez, J. (2022). *La contaminación atmosférica* Ed. McGrawHill.
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448169816.pdf>
- Trejo Velásquez, F. (2016). *Propuesta de distribución de red vehicular basado en tecnologías inteligentes e ingeniería de tráfico urbano*. Ed. Universidad Internacional de México
- Tirado, L., Tirado, E., Mena, F. & Montánchez, E. (2021). Análisis y evaluación de los niveles de CO y CO₂ en la ciudad de Tacna en relación con el parque automotor y los estándares de calidad ambiental del aire. *Arquitek* 20 (7). 21-34. <https://doi.org/10.47796/ra.2021i20>
- Vásquez Domínguez, J. (2005). *Evaluación y control ambiental de contaminantes debido al tráfico rodado en la ciudad de Piura* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].
<https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/68b00292-c16a-4a6d-a1d8-24262c3456e8/content>
- Velásquez de Castro Gonzáles, F. (2018). *Contaminación atmosférica.: conceptos, causas, efectos y control*. Ed. Acribia
- Velepucha, J. M. y Sabando, L.F. (2021) Emisiones de gases contaminantes en vehiculos livianos a gasolina. *Revista científica INGENIAR* 4 (8). 78-95.
<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/34/49>

Yovitza R., Norvic, F., Julien N., Carlo R., Marguerite Nyhan (2020). Quantifying and spatial disaggregation of air pollution emissions from ground transportation in a developing country context: Case study for the Lima Metropolitan Area in Peru, *Science of The Total Environment* 4 (9).345-385 698. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134313>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO I. Registro fotográfico

Instalación del equipo de
monitoreo

Jr. Dos de mayo y Jr. Unión



Monitoreo y medición del
viento

Jr. Dos de mayo y Jr. Unión





Instalación del equipo de
monitoreo
Jr. Cáceres y Jr. Salaverry





Monitoreo y medición del viento

Jr. Cáceres y Jr. Salaverry

Instalación del equipo de monitoreo

Jr. Cumbe y Jr. Moquegua





Monitoreo y medición del viento

Jr. Cumbe y Jr. Moquegua

Instalación del equipo de
monitoreo

*Jr. Amazonas y Av.
Cajamarca*





Monitoreo y medición del viento

Jr. Amazonas y Av. Cajamarca

Instalación del equipo de monitoreo

Jr. Dos de mayo y Jr. Ayacucho



Monitoreo, medición del viento y rotulado de muestras

Jr. Dos de Mayo y Jr. Ayacucho



ANEXO II. Informes de ensayo emitidos por el laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 113023012

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230167
N° de Protocolo : 113023012
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: CELENDÍN - CAJAMARCA
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 05-10012
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-10
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-05-10
Fecha de Emisión de Informe : 2023-05-19

Código de Laboratorio		05-10012	
Código de Punto de Muestreo		CA - 01	
Descripción del Punto de Muestreo		Intersección Jr. Unión y Jr. Dos de mayo	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		08-05-2023 08:30 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		08-05-2023 16:30 Hrs	
Tipo de Muestra		Aire	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 815460.785 N 9240239.206	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122 (VALIDADO). 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 113023016

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230167
N° de Protocolo : 113023016
Cliente : LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: CELENDÍN - CAJAMARCA
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 05-10016
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-10
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-05-10
Fecha de Emisión de Informe : 2023-05-19

Código de Laboratorio			05-10016
Código de Punto de Muestreo			CA - 02
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Cáceres y Jr. Salaverry
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			09-05-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			09-05-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 815606.361 N 9239846.489
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122 (VALIDADO). 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAC y ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - ✉ itsperu@itsperu.com.pe - 🌐 www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 113123087

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230167
N° de Protocolo : 113123087
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: CELENDÍN - CAJAMARCA
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 05-11087
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-11
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-05-11
Fecha de Emisión de Informe : 2023-05-22

Código de Laboratorio			05-11087
Código de Punto de Muestreo			CA - 03
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. El Cumbe y Jr. Moquegua
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			10-05-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			10-05-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 815125.621 N 9239748.310
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122 (VALIDADO). 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 113223029

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230167
N° de Protocolo : 113223029
Cliente : LUIS FERNANDO LUDEÑA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: CELENDÍN - CAJAMARCA
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 05-12029
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-12
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-05-12
Fecha de Emisión de Informe : 2023-05-22

Código de Laboratorio			05-12029
Código de Punto de Muestreo			CA - 04
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Amazonas y Av. Cajamarca
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			11-05-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			11-05-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 815762.094 N 9239511.325
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122 (VALIDADO). 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.
LABORATORIO

Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionados. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 113323010

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230167
N° de Protocolo : 113323010
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: CELENDÍN - CAJAMARCA
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 05-13010
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-13
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-05-13
Fecha de Emisión de Informe : 2023-05-22

Código de Laboratorio		05-13010	
Código de Punto de Muestreo		CA - 05	
Descripción del Punto de Muestreo		Intersección Jr. Ayacucho y Jr. Dos de mayo	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		12-05-2023 08:00 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		12-05-2023 16:00 Hrs	
Tipo de Muestra		Aire	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 815460.785 N 9241485.068	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122 (VALIDADO). 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ
LABORATORIO

Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 115823063

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230213
N° de Protocolo : 115823063
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Intersección Jr. Unión y Jr. Dos de mayo
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 06-07063
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-07
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-06-07
Fecha de Emisión de Informe : 2023-06-16

Código de Laboratorio			06-07063
Código de Punto de Muestreo			CA-01
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Unión y Jr. Dos de Mayo
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			06-06-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			06-06-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815460.785 N 9240239.206
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 115623021

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230213
N° de Protocolo : 115623021
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Intersección Jr. Cáceres y Jr. Salaverry
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 06-05021
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-05
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-06-05
Fecha de Emisión de Informe : 2023-06-15

Código de Laboratorio			06-05021
Código de Punto de Muestreo			CA-02
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Cáceres y Jr. Salaverry
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			03-06-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			03-06-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815606.361 N 9239846.489
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.
LABORATORIO

Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SIN INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 115623036

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230213
N° de Protocolo : 115623036
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Intersección Jr. El Cumbe y Jr. Moquegua
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 06-05036
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-05
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-06-05
Fecha de Emisión de Informe : 2023-06-15

Código de Laboratorio		06-05036	
Código de Punto de Muestreo		CA-03	
Descripción del Punto de Muestreo		Intersección Jr. El Cumbe y Jr. Moquegua	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		04-06-2023 08:00 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		04-06-2023 16:00 Hrs	
Tipo de Muestra		Aire	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 0815125.621 N 9239748.310	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 115723041

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230213
N° de Protocolo : 115723041
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Intersección Jr. Amazonas y Av. Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 06-06041
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-06
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-06-06
Fecha de Emisión de Informe : 2023-06-15

Código de Laboratorio			06-06041
Código de Punto de Muestreo			CA-04
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Amazonas y Av. Cajamarca
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			05-06-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			05-06-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815762.094 N 9239511.325
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 115923048

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230213
N° de Protocolo : 115923048
Cliente : LUIS FERNANDO LUDENA PEREYRA
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Intersección Jr. Ayacucho y Jr. Dos de mayo
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 06-08048
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-08
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-06-08
Fecha de Emisión de Informe : 2023-06-16

Código de Laboratorio			06-08048
Código de Punto de Muestreo			CA-05
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Ayacucho y Jr. Dos de Mayo
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			07-06-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			07-06-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815460.785 N 9241485.068
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 118723033

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230260
N° de Protocolo : 118723033
Cliente : LUDENA PEREYRA LUIS FERNANDO
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Celendín / Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 07-06033
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-06
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-07-06
Fecha de Emisión de Informe : 2023-07-17

Código de Laboratorio			07-06033
Código de Punto de Muestreo			CA - 01
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. El Unión y Jr. Dos de Mayo
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			05-07-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			05-07-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815460.785 N 9240239.206
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

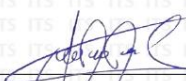
Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.
LABORATORIO

Fin de documento


Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 118523034

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230260
N° de Protocolo : 118523034
Cliente : LUDENA PEREYRA LUIS FERNANDO
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Celendín / Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 07-04034
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-04
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-07-04
Fecha de Emisión de Informe : 2023-07-17

Código de Laboratorio		07-04034	
Código de Punto de Muestreo		CA - 02	
Descripción del Punto de Muestreo		Intersección Jr. Cáceres y Jr. Salaverry	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		03-07-2023 08:00 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		03-07-2023 16:00 Hrs	
Tipo de Muestra		Aire	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 0815606.361 N 9239846.489	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Fin de documento


Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionados. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 118623053

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230260
N° de Protocolo : 118623053
Cliente : LUDENA PEREYRA LUIS FERNANDO
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Celendín / Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 07-05053
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-05
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-07-05
Fecha de Emisión de Informe : 2023-07-17

Código de Laboratorio			07-05053
Código de Punto de Muestreo			CA - 03
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. El Cumbe y Jr. Moquegua
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			04-07-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			04-07-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815125.621 N 9239748.310
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

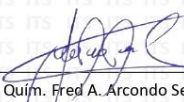
Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.
LABORATORIO

Fin de documento


Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 118823062

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230260
N° de Protocolo : 118823062
Cliente : LUDENA PEREYRA LUIS FERNANDO
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Celendín / Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 07-07062
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-07
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-07-07
Fecha de Emisión de Informe : 2023-07-17

Código de Laboratorio			07-07062
Código de Punto de Muestreo			CA - 04
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Amazonas y Av. Cajamarca
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			06-07-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			06-07-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815762.094 N 9239511.325
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

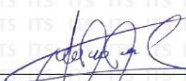
Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.
LABORATORIO

Fin de documento


Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 118923028

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230260
N° de Protocolo : 118923028
Cliente : LUDENA PEREYRA LUIS FERNANDO
Dirección legal del cliente : JR. BOLOGNESI 105 - CELENDÍN
Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
Procedencia de la Muestra : Muestreo por el cliente
Nombre del proyecto: Niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), en el aire, generado por el parque automotor en la ciudad de Celendín - 2023
Lugar del proyecto: Celendín / Cajamarca
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 solución captadora
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 07-08028
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-08
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-07-08
Fecha de Emisión de Informe : 2023-07-17

Código de Laboratorio			07-08028
Código de Punto de Muestreo			CA - 05
Descripción del Punto de Muestreo			Intersección Jr. Ayacucho y Jr. Dos de Mayo
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			07-07-2023 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			07-07-2023 16:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0815460.785 N 9241485.068
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	µg CO/muestra	156	< 156

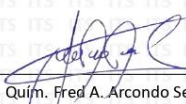
Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of air pollutants". 1981. Cap. 3, Pág 121-122. 2019. Determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire. (VALIDADO FUERA DEL ALCANCE)

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Fin de documento


Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

ANEXO III. Certificado de calibración del tren de muestreo



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 052



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LCA-0164-2021

Expediente	:	00665	Página 1 de 2
Fecha de emisión	:	2021-12-13	
1. Solicitante	:	Geomax Laboratorio Ambiental, Aire, Agua y Suelo e Ingeniería E.I.R.L.	Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
Dirección	:	Jr. Los Topacios 482 - VII. Universitaria - Cajamarca - Cajamarca - Cajamarca	El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.
2. Instrumento calibrado:		Rotámetro	Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	:	Dwyer	
Modelo	:	RMA-13	
N° de serie	:	T07AE	
Código	:	No inidca	
Procedencia	:	U.S.A.	ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Alcance	:	0,1 L/min a 1 L/min	
División de escala	:	0,1 L/min	Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Diámetro aproximado	:	5,0 mm	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.
3. Lugar de calibración		Laboratorio de Caudal de ALAB	El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.
4. Fecha de calibración :		2021-12-01	
5. Método de calibración			

La calibración de realizó por comparación directa siguiendo el "Procedimiento ME-009 para la calibración de caudalímetros de gases." del CEM de España. Edición Digital 1

6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-004	Flujómetro (calibrador primario de flujo de gas) con rango de trabajo desde 0,05 L/min a 5 L/min	CCP-0633-002-21

Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 052



Registro N° LC - 052

Certificado de calibración N° LCA-0164-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	22,0 °C	21,9 °C
Humedad relativa	64,5 %	66,6 %
Presión atmosférica	1013,1 mbar	1013,1 mbar

8. Resultados de la calibración

Caudal Indicado (L/min)	Caudal de Referencia (L/min)	Error (L/min)	Incertidumbre (L/min)
0,1	0,094	0,006	0,058
0,5	0,504	-0,004	0,058
1,0	1,009	-0,009	0,058

El caudal convencionalmente verdadero (CCV) resulta de la relación:

$$CCV = \text{Indicación del instrumento} - \text{error}$$

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO con N° 001016.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- El presente documento reemplaza al Certificado LCA-0160-2021, emitido el 2021-12-02. El cambio fue el símbolo de acreditación.

FIN DEL DOCUMENTO



INFORME DE VERIFICACIÓN N° IVC-0002-2021

Expediente : 00612

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-12-02

1. Solicitante : GEOMAX LABORATORIO AMBIENTAL, AIRE, AGUA Y SUELO E INGENIERIA E.I.R.L.

Dirección : Jr. Los Topacios 482 - VII. Universitaria - Cajamarca - Cajamarca - Cajamarca

2. Instrumento verificado: TREN DE MUESTREO

Marca : GREEN GROUP

Modelo : TMD

N° de serie : 221114

Código : No indica

Procedencia : No indica

Alcance del rotámetro : 0,1 L/min a 1 L/min

Resolución del rotámetro. : 0,05 L/min (*)

Clase : No indica

3. Lugar de verificación Laboratorio de caudal de ALAB

4. Fecha de verificación 2021-12-01

5. Método de verificación

La verificación se realizó por comparación directa siguiendo el "Procedimiento ME-009 para la calibración de caudalímetros de gases." del CEM de España. Edición Digital 1

6. Trazabilidad

Los resultados de la verificación realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Los resultados del informe son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario reverificar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.

Este informe de verificación es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El informe de verificación no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-004	Flujómetro (calibrador primario de flujo de gas) con rango de trabajo desde 0,05 L/min a 5 L/min	CCP-0633-002-21

Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

Certificado de verificación N° IVC-0002-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de verificación

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	20,7 °C	21,1 °C
Humedad relativa	69,7 %	67,6 %
Presión atmosférica	1012,1 mbar	1011,1 mbar

8. Resultados de la verificación

- Se evaluó el funcionamiento de los cinco canales del tren de muestreo para los cinco gases en los caudales que se muestran en el cuadro de resultados.
- Se determinó el promedio de lecturas de caudal del rotámetro del tren de muestreo en los cinco canales.
- Se determinó el promedio de lecturas de caudal patrón para los cinco canales del tren de muestreo.
- Durante la evaluación de los canales del tren de muestreo no se encontró obstrucción para la salida del flujo del gas.
- Durante la evaluación del tren de muestreo las bombas internas y los reguladores de flujo no presentaron inconvenientes en su flujo de trabajo.

Gases	Caudal Promedio Indicado (L/min)	Caudal de Referencia Promedio (L/min)	Error (L/min)	Tolerancia 2 %
SO ₂	0,2	0,199	0,001	0,004
H ₂ S	0,2	0,208	-0,008	0,004
CO	0,5	0,508	-0,008	0,010
O ₃	0,5	0,510	-0,010	0,010
NO ₂	0,4	0,407	-0,007	0,008

El caudal convencionalmente verdadero (CCV), que es el caudal de referencia, resulta de la relación:

$$CCV = \text{Caudal promedio indicado} - \text{error}$$


9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "VERIFICADO" con el código IVC-0002-2021.
- Antes de la verificación no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Para una mejor lectura se subdividió en 5 partes la resolución del rotámetro.
- Los caudales indicados por el equipo se encuentran dentro de las tolerancias indicadas en la tabla de resultados.

ANEXO IV. Velocidad y dirección del viento en los puntos de monitoreo

