

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE
COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA
RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI

Tingo María - Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°001-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 14 de noviembre de 2023, a horas 9:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022”

Presentado por la Bachiller: **ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 02 de enero de 2023


Ing. M. Sc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO
PRESIDENTE


Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO
MIEMBRO


Ing. M. Sc. ABBY SOLANGE DA CRUZ RODRIGUEZ
MIEMBRO


Dr. VICTOR MANUEL BETETA ALVARADO
ASESOR





“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 018 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

| | | | |
|-------|---|------------------------------------|--|
| Tesis | X | Trabajo de Suficiencia Profesional | |
|-------|---|------------------------------------|--|

| TÍTULO | AUTOR | PORCENTAJE DE SIMILITUD |
|--|---|------------------------------|
| EMISIONES DE NO ₂ , CO Y CH ₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022 | ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI | 15 % Quince |

Tingo María, 19 de enero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE
COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA
RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022**

Ejecutor : Almendra Carolina Salazar Luciani

Asesor : Dr. Victor Manuel Beteta Alvarado

Programa de investigación : Niveles de Contaminación Ambiental

Línea (s) de Investigación : Ciencia y Tecnologías Ambientales

Eje Temático de Investigación : Contaminación del Aire

Lugar de Ejecución : Ciudad de Tingo María

Duración : 6 meses

Financiamiento : MONTO S/. 5160.10

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

Tingo María – Perú

2023

VICERRECTOR DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA


REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACION DOCENTE
Y TESISISTA

(Resol. N°113-2019-CU-R-UNAS)

1. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables
Título de tesis : Emisiones de NO₂, CO y CH₄ en las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado – Huánuco 2022
Autor : Salazar Luciani, Almendra Carolina
Asesor de Tesis : Dr. Beteta Alvarado, Victor Manuel
Escuela Profesional : Ingeniera Ambiental
Programa de investigación : Niveles de Contaminación Ambiental
Línea de investigación : Ciencia y Tecnologías Ambientales
Eje temático de Investigación : Contaminación del aire
Lugar de ejecución : Ciudad de Tingo María
Duración del trabajo : 6 meses
Financiamiento : 5160.10
FEDU : No
Propio : Si
Otros : No

Tingo María, Perú, Diciembre 2023.


Almendra Carolina Salazar Luciani
Tesisista


Dr. Victor Manuel Beteta Alvarado
Asesor

DEDICATORIA

*A Dios por su infinito amor y misericordia,
además de brindarme salud para lograr
mis objetivos y sabiduría para concluir mi
trabajo de investigación.*

*A mi papá Elí Salazar Claudio que desde
el cielo me guía y cuida, mi primer amigo
incondicional que me enseñó a luchar por
mis sueños. Aunque ya no está en este
plano, su amor seguirá conmigo toda la
vida.*

*A mi mamá Sonia Irma Luciani Sánchez
por su amor incondicional. Por estar
siempre conmigo en las buenas y malas
brindándome palabras de aliento ante
cualquier adversidad de la vida.*

*A mi hermano Jean Arnold Salazar
Luciani por ser mi compañero de vida y
vea en mí el ejemplo de perseverancia y
luce siempre por sus metas.*

*A mi maravillosa familia Salazar Claudio,
Chambergo Luciani, Luciani Velásquez y
Castillo Sánchez, por su apoyo
incondicional, por los consejos y ánimos
durante mi etapa universitaria.*

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por brindarme vida, salud, inteligencia y guiarme en el sendero de la vida.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, especialmente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por su apoyo y orientación en mi formación académica.
- A mi papá Elí Salazar por haberme brindado su apoyo incondicional hasta el último día de su vida.
- A mi mamá Sonia Luciani y mi hermano Jean Salazar por su apoyo y amor incondicional.
- A mis queridos abuelitos Samuel Luciani y Esteban Salazar por su apoyo y consejos para concluir satisfactoriamente el presente trabajo de investigación y a mis queridas abuelitas Clara Claudio y Vilma Sánchez por su amor y consejos, estarán siempre en mi corazón.
- A mi asesor Dr. Victor Manuel Beteta Alvarado, por su dedicación y paciencia en el asesoramiento del trabajo de investigación, por su amistad y por sus sabios consejos.
- A mis miembros de jurado de tesis: Ing. MSc. Franklin Dionisio Montalvo, Ing. MSc. Abby Solange Da Cruz Rodríguez, Dr. Luis Eduardo Ore Cierro y al Mtblgo. Luis Alberto Sánchez Romero, por su sabia orientación en la realización del trabajo de investigación.
- A mi querido novio Christian Gabriel Díaz Bardales por su apoyo, consejos y por ser mi compañero en este proceso de investigación y redacción de mi tesis
- A mis mejores amigas Peruzka Pareja, Tiffany Arregui y Carol Hernández por su amistad brindada y apoyo moral para concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación.
- A mis queridas mascotas Lucky y Hasan por alegrarme la vida y sanar mi corazón.
- A todas las personas que directa e indirectamente colaboraron para la culminación del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|-------------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivos | 2 |
| 1.1.1. Objetivo general | 2 |
| 1.1.2. Objetivos específicos | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 3 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales..... | 4 |
| 2.2. Estándares de Calidad Ambiental del aire | 4 |
| 2.3. Emisión de gases..... | 5 |
| 2.4. Contaminación del aire | 5 |
| 2.4.1. Fuentes de contaminación | 5 |
| 2.5. Establecimiento de venta al público de combustible | 5 |
| 2.5.1. Estación de Servicio | 6 |
| 2.5.2. Gasocentro | 6 |
| 2.6. Monóxido de carbono (CO) | 6 |
| 2.6.1. Propiedades físicas del monóxido de carbono..... | 7 |
| 2.6.2. Fuentes de emisión y aplicaciones del monóxido de carbono..... | 7 |
| 2.6.3. Efectos en la salud y medio ambiente | 7 |
| 2.7. Óxido de nitrógeno (NO ₂)..... | 8 |
| 2.7.1. Propiedades físicas del óxido de nitrógeno | 8 |
| 2.7.2. Fuentes de emisión y aplicaciones del óxido de nitrógeno | 8 |
| 2.7.3. Efectos en la salud y medio ambiente | 9 |
| 2.8. Metano (CH ₄)..... | 9 |
| 2.8.1. Propiedades físicas del metano..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.8.2. Fuentes de emisión del metano..... | 10 |
| 2.8.3. Efectos en la salud y medio ambiente | 10 |
| 2.9. Flujo vehicular | 10 |
| 2.9.1. Velocidad..... | 11 |
| 2.9.3. Densidad | 11 |
| 2.10. Medidas de prevención | 11 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 3.1. Lugar de ejecución..... | 12 |
| 3.1.1. Ubicación política..... | 12 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica..... | 13 |
| 3.2. Aspectos ambientales..... | 13 |
| 3.2.1. Clima | 13 |
| 3.2.2. Temperatura..... | 14 |
| 3.2.3. Humedad..... | 14 |
| 3.2.4. Hidrografía..... | 14 |
| 3.2.5. Población | 14 |
| 3.3. Materiales y equipos | 14 |
| 3.3.1. Materiales | 14 |
| 3.3.2. Equipos | 14 |
| 3.4. Tipos de investigación | 14 |
| 3.4.1. Variables de investigación..... | 14 |
| 3.4.2. Diseño de investigación..... | 15 |
| 3.4.3. Diseño estadístico | 16 |
| 3.5. Niveles de investigación | 16 |
| 3.6. Metodología | 16 |
| 3.6.1. Cálculo de la carga vehicular en las estaciones de servicio | 16 |
| 3.6.2. Determinación de las emisiones de gases contaminantes..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 3.6.3. Percepción de los trabajadores respecto a la contaminación por gases de combustión | 19 |
| 3.6.4. Propuestas para mejora en la gestión de gases de combustión de las estaciones de servicio y GLP | 20 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 21 |
| 4.1. Cálculo de la carga vehicular en las estaciones de servicio | 21 |
| 4.1.1. Estimación del tránsito vehicular | 21 |
| 4.1.2. Estimación de la carga de usuarios | 23 |
| 4.2. Determinación de las emisiones de gases contaminantes | 24 |
| 4.3. Percepción de los trabajadores respecto a la contaminación por gases de combustión | 29 |
| 4.4. Propuestas para mejora en la gestión de gases de combustión de las estaciones de servicio y GLP | 33 |
| V. CONCLUSIONES | 36 |
| VI. PROPUESTAS A FUTURO | 37 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 38 |
| ANEXO | 43 |

INDICE DE TABLAS

| Tabla | Página |
|--|---------------|
| 1. Ubicación geográfica de las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María..... | 13 |
| 2. Variables observadas | 15 |
| 3. Análisis de varianza..... | 16 |
| 4. Cronograma de monitoreo | 18 |
| 5. Estándares de Calidad Ambiental para aire | 19 |
| 6. Totalidad de trabajadores por estación de servicios | 20 |
| 7. Comparación de valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de los Estándares de calidad ambiental con los resultados obtenidos..... | 29 |
| 8. Propuestas de medidas de control y mitigación en la emisión de gases de combustión | 33 |
| 9. Análisis de varianza de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 | 49 |
| 10. Prueba de Duncan | 49 |
| 11. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la Estación Gas JKA E.I.R.L. | 50 |
| 12. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la estación de servicios Servicentro Salazar S.A.C. | 51 |
| 13. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la estación de servicios JASFOR COMBUSTIBLES SAC..... | 52 |
| 14. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la estación de servicios Grifo Ríos D&D | 53 |
| 15. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la estación de servicios Gasocentro Ivonne & Dayana E.I.R.L..... | 54 |
| 16. Datos de las emisiones de NO_2 , CO y CH_4 de la estación de servicios GRIFO INVERSIONES ARIAS S.A.C. | 55 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|---------------|
| 1. Ubicación de las estaciones de servicio en la ciudad de Tingo María | 12 |
| 2. Diagrama de investigación | 15 |
| 3. Tránsito vehicular por hora (vehículos/hora) | 21 |
| 4. Tránsito vehicular por día (vehículos/día)..... | 22 |
| 5. Carga de usuarios por estación de servicios | 23 |
| 6. Concentración de NO ₂ /día y hora..... | 24 |
| 7. Concentración de NO ₂ /Estaciones de servicio | 25 |
| 8. Concentración de CO/día y hora | 26 |
| 9. Concentración de CO/Estaciones de servicio..... | 26 |
| 10. Concentración de CH ₄ /día y hora | 27 |
| 11. Concentración de CH ₄ /Estaciones de servicio..... | 28 |
| 12. Trabajadores que consideran que el aire que respiran dentro del grifo es bueno para su salud..... | 30 |
| 13. Percepción del combustible | 30 |
| 14. Horario de mayor percepción del olor de gasolina o GLP | 31 |
| 15. Presencia de malestares | 31 |
| 16. Tipo de malestar que presentaron los trabajadores..... | 32 |
| 17. Horario de trabajo..... | 46 |
| 18. Tiempo que trabajan en las estaciones de servicios | 46 |
| 19. Actividades que realizan los trabajadores en las estaciones de servicios..... | 47 |
| 20. Aforo vehicular por turnos | 47 |
| 21. Aforo vehicular por día..... | 48 |
| 22. Aforo vehicular por estaciones de servicio..... | 48 |
| 23. Tipos de vehículos que frecuentan las estaciones de servicio | 49 |
| 24. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Jimmy Gonzales..... | 56 |
| 25. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Eduardo Celiz | 57 |
| 26. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Luis Cárdenas | 58 |
| 27. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. José Pinedo | 59 |
| 28. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Yerlin Tolentino..... | 60 |
| 29. Constancia de calibración del equipo Detector de gases..... | 61 |
| 30. Encuesta llenada a cargo del personal de atención al cliente | 62 |

| | |
|--|----|
| 31. Encuesta llenada a cargo del personal administrativo | 63 |
| 32. Clasificación vehicular de 7 - 8 am | 64 |
| 33. Clasificación vehicular de 12 - 1 pm | 64 |
| 34. Clasificación vehicular de 6 - 7 pm | 65 |
| 35. Solicitud de permiso enviadas a las estaciones de servicio para ejecutar el trabajo de investigación..... | 66 |
| 36. Carta de autorización de la estación de servicios INVERSIONES ARIAS SAC | 67 |
| 37. Carta de autorización de la estación de servicios GASOCENTRO IVONNE & DAYANA EIRL..... | 68 |
| 38. Carta de autorización de la estación de servicios JASFOR COMBUSTIBLES SAC..... | 69 |
| 39. Carta de autorización de la estación de servicio SERVICENTRO SALAZAR SAC | 70 |
| 40. Carta de autorización de la estación de servicios ESTACION GAS JKA EIRL | 71 |
| 41. Carta de autorización de la estación de servicios GRIFO RIOS D&D | 72 |
| 42. Medición de gases turno mañana en la estación de servicios JKA | 73 |
| 43. Medición de gases en la estación de servicios SERVICENTRO SALAZAR SAC..... | 73 |
| 44. Medición de gases en GRIFO RIOS D&D..... | 74 |
| 45. Medición de gases en la estación de servicios GASOCENTRO DAYANNA & IVONNE EIRL..... | 74 |
| 46. Encuesta a trabajadores y personal administrativo de las estaciones de servicios | 75 |
| 47. Encuesta a trabajadores de las estaciones de servicio | 75 |
| 48. Mapa de ubicación de las estaciones de servicio de combustible y GLP..... | 76 |

RESUMEN

Actualmente la contaminación del aire es un gran problema debido al incremento de procesos industriales (Estaciones de servicio de combustible y GLP) que son las principales fuentes de contaminación atmosférica. Las estaciones de servicio de combustible registran niveles de algunos compuestos orgánicos en el aire, como: El NO₂ afecta las membranas mucosas de los ojos, la garganta, el tracto respiratorio y la nariz. El CO es un gas incoloro e inoloro provocando hasta la muerte. El CH₄ es el componente principal del gas natural, mientras que el GLP tiene un impacto menor para la calidad del aire. La investigación se basó en los datos de las emisiones de gases de las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María, donde se realizó la comparación con los estándares de calidad ambiental para aire. Las mediciones se realizaron con un gas detector, monitoreando durante siete días cada estación de servicios en tres horarios diferentes. Los resultados indicaron que la mayor emisión de NO₂ se encontró en la estación de servicios Jasfor Combustibles con un valor de 11 267 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la mayor emisión de CO se encontró en el Grifo Ríos D&D con un valor de 99 464 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la mayor emisión de CH₄ se encontró en la estación de servicios Gasocentro Ivonne y Dayana con un valor de 510 661 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se concluye que las emisiones de NO₂, CO y CH₄ superan el nivel normado del ECA para aire.

Palabras claves: Estación de servicios, NO₂, CH₄, CO

NO₂, CO and CH₄ Emissions at the Gas and LPG Stations in the City of Tingo María in the Rupa Rupa District of the Leoncio Prado Province in Huánuco During 2022

ABSTRACT

Currently, the contamination of the air is a great problema due to the increase in the industrial process (gas and LPG (GLP in Spanish) stations), which are the principal sources of atmospheric contamination. Gas stations register levels of some organic compounds in the air, such as: NO₂, which affects the mucus membranes of the eyes, the throat, the respiratory tract, and the nose. CO [which] is a colorless, odorless gas that can even cause death. CH₄ [which] is the principal component of natural gas, while LPG has a lower impacto n the quality of air. The research was bases on the data for gas emissions at the gas and LPG stations in the city of Tingo Maria, where a comparison was done with the environmental quality standards for air. The measurements were done with a gas detector, [with] monitoring for seven days at each gas station, for three different timeframes. The results indicated that the greatest emission of NO₂ gas was found at the Jasfor Combustibles gas stations with a value of 11,267 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, the greatest emission of CO was found at the Grifo Ríos D&D gas station with a value of 99,464 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and the greatest emission of CH₄ was found at the Gasocentro Ivonne y Dayana gas station with a value of 510,661 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. It was concluded that the emissions of NO₂, CO and CH₄ surpassed the permissible EQS (ECA in Spanish) level for air.

Keywords: gas station, NO₂, CH₄, CO

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la contaminación del aire es un gran problema debido al incremento de procesos industriales (Estaciones de servicio de combustible y GLP) que son las principales fuentes de contaminación atmosférica. El Perú ocupa el sexto lugar en emisiones de gases contaminantes de Sudamérica, el de mayor concentración es el CO₂ con 65 millones de toneladas de gases emitidas al año producido por el parque automotor.

Los principales contaminantes ambientales están relacionadas con el uso de energía en el sector transporte por las emisiones que se concentra en las zonas urbanas donde se ubican las estaciones de combustibles líquidos, generando impactos negativos al ambiente.

En el Perú se aprobaron Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para monitorear la calidad de aire y fiscalizar las empresas que atenten contra la salud y el bienestar de las personas. En nuestro país, la venta y el abastecimiento de combustibles y GLP se realiza mediante los establecimientos de combustible, cuyos proveedores son empresas nacionales e internacionales como: Petroperú, Pecsca, Repsol y Primax; dichos establecimientos ocasionan muchos problemas ambientales que tienen impactos negativos en cada una de sus actividades, afectando principalmente al aire.

Las estaciones de servicio de combustible registran niveles de algunos compuestos orgánicos en el aire, como: El NO₂ afecta las membranas mucosas de los ojos, la garganta, el tracto respiratorio y la nariz, mientras que el GLP tiene un impacto menor para la calidad del aire. El CO es un gas incoloro e inodoro que provoca hasta la muerte, dicho gas se produce cuando se enciende el combustible como gas natural. El CH₄ es el componente principal del gas natural. La exposición de la población es a través por inhalación de aire que contiene dióxido de nitrógeno, las personas que viven cerca de refinerías de petróleo, plantas petroquímicas o establecimientos de combustible están expuestas a concentraciones más altas.

En la Ciudad de Tingo María no se cuenta con investigaciones relacionadas a las concentraciones de NO₂, CO y CH₄, teniendo como principal factor las estaciones de servicio de combustible y GLP que influye en la calidad de aire dentro de la ciudad. En tal sentido es necesario realizar monitoreo con un equipo analítico cuantitativo y cualitativo que determine la concentración de gases presentes en el aire.

La presente investigación se basó en los datos de concentración de gas de las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María, donde se realizó la comparación con los estándares de calidad ambiental para aire. Ante esta realidad se planteó el siguiente

problema de investigación ¿Cuántos son las concentraciones de NO₂, CO y CH₄ en las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María – Huánuco 2022?

Teniendo como hipótesis que las emisiones de NO₂, CO y CH₄ se encuentran por debajo de los ECA para aire en las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María – Huánuco 2022.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar las emisiones de NO₂, CO y CH₄ en las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco 2022.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la carga vehicular en las estaciones de servicio de combustible y GLP.
- Determinar las emisiones de gases contaminantes (NO₂, CO, CH₄) en las estaciones de servicio de combustible y GLP.
- Determinar la percepción de los trabajadores respecto a la contaminación por gases de combustión.
- Proponer medidas de control y mitigación respecto a la emisión de gases de combustión de las estaciones de servicio de combustible y GLP.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

El estudio titulado “Inventario de emisiones de fuentes fijas y gasolineras en el área metropolitana de Santiago de Cali – 2017”, tuvo como objetivo actualizar una base de datos que permita la restablecer los datos de las emisiones al aire para fuentes de combustible y estaciones de servicio específicas en el área Metropolitana de Santiago de Cali – 2017. En las estaciones de servicio, según la política de control y prevención de la contaminación del aire de 2010, solo 3 ciudades han elaborado y publicado los resultados del inventario de emisiones en el portal del Sistema de información Ambiental de Colombia (SIAC). Los resultado de la evaluación muestran que la mayor concentración de contaminantes expuestos en la atmosfera provienen principalmente de fuentes sólidas: CO₂ (1 152 590.65 tn/año), COV (5 163.7 tn/año), NO_x (124.65 tn/año), CO (108.35 tn/año), SO_x (39.08 tn/año) y PM₁₀ (29.03 tn/año) (JIMÉNEZ, 2019).

LEFEVRE (2021), en su investigación “Aplicación del sistema modelo Calpuff para estimar las concentraciones de gases benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) cerca de gasolineras de la Ciudad de La Plata, Argentina”, estas concentraciones se evaluaron cerca de gasolineras de Ciudad de La Plata y se compararon con los niveles observados mediante el monitoreo de la calidad del aire. Se realizaron modelos de fuentes múltiples en todas las estaciones de servicio encuestadas en el área para determinar los niveles esperados de BTEX. Y a través del LCR (riesgo de cáncer de por vida) puede estimar el riesgo de desarrollar cáncer de por vida por exposición a diferentes concentraciones de benceno en el aire en una población expuesta. El uso combinado de las herramientas principales son: Inventario, modelado y seguimiento de emisiones ha permitido el diagnóstico, predicción y verificación de los niveles de BTEX en el área de estudio, en base a la información disponible, procesada y/o generada. Su aplicación integral ayuda en última instancia a evaluar las zonas de peligro desde las fuentes de emisiones son típicas de esta zona. Los resultados del registro de los valores obtenidos de benceno son aceptados según los criterios de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y la OMS. Las zonas más afectadas son las circunvalaciones donde hay mucho tráfico, por lo que las estaciones ubicadas se caracterizan por un mayor consumo. La concentración ambiental de benceno estimada utilizando el sistema de modelado CALPUFF excedió el valor permitido según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y 32

OMS, a menos de 160 m del área de liberación. Asimismo, los diferentes resultados de los escenarios propuestos muestran que la variable de mayor importancia en términos de concentración de BTEX es la tecnología utilizada en la venta de combustibles convencionales.

El estudio de las mediciones de benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) en el aire del área Metropolitana de Quito, demuestra disminuciones año tras año en los niveles de estos contaminantes, determinando que las concentraciones más altas son las más cercanas a los grifos que contribuyeron al aumento de la contaminación (MEZA, 2017).

2.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio “Identificación y evaluación de los contaminantes ambientales emitidos por gasolineras de la región Ica” tuvo como objetivo evaluar los contaminantes ambientales con base en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) ocasionados por las estaciones de servicios del área metropolitana de Ica. Los parámetros evaluados son: C₆H₆, SO₂, H₂S, PM₁₀, hidrocarburos totales y los niveles de ruido. Concluyendo que la calidad del aire en las tres estaciones de servicio cumplió con los requisitos del ECA, pero la calidad ambiental del ruido en las estaciones de servicio 1 y 3 estuvo levemente por encima del estándar de calidad ambiental especificados en el D.S. N° 085 – 2023 - PCM para el sector comercio (GARCIA, 2022)

PINEDO (2017), en su investigación “Evaluación de la calidad del aire por NO₂ en estaciones de servicio por camiones en las ciudades de la banda de Shilcayo, Morales y Tarapoto”, para determinar las condiciones laborales de los empleados del área de atención al cliente; tomando muestras en el plazo de un hora, a una distancia mínima de 0.5 m de la fuente o directamente en el área donde trabaja el empleado, se analizan los resultados y se evalúa la calidad el aire según la R.M. 181 – 2016 - MINAM para calificaciones pertinentes.

FARROÑAN (2017), basó su investigación en datos sobre concentración de gas y nivel de ruido en las gasolineras de la ciudad de Chiclayo en el período 2012 – 2014, para luego analizarlos con estándares de calidad ambiental de ruido y aire. Los resultados de las concentraciones de gases de CO, NO₂ y H₂S analizados en el período 2012 – 2014 estuvieron todos por debajo del estándar de calidad ambiental.

2.2. Estándares de Calidad Ambiental del aire

Es un instrumento de gestión ambiental del aire diseñada para medir el estado actual de la calidad ambiental en el país. El ECA fija el nivel de concentración de sustancias o elementos

que se encuentran en el ambiente y no representa un peligro para el ambiente o la salud (MINAM, 2019).

El D.S. N° 003-2017-MINAM, especifica una concentración de benceno (C_6H_6) en $2 \mu g/m^3$ por año, mientras que el valor señalado en el D.S. N° 003-2008-MINAM mantiene la concentración total de hidrocarburos (HT) en hexano en $100 \mu g/m^3$ durante 24 horas (MINAM, 2017).

2.3. Emisión de gases

Es la liberación de un compuesto químico o agente de origen natural o artificial que puede o no alterar directa o directamente la composición e interacciones de la atmósfera y puede tener o no un efecto adverso sobre la calidad del aire, con el que los seres vivos y los humanos entran en contacto (CEPAL, 2022).

2.4. Contaminación del aire

Según NATIONAL GEOGRAPHIC (2019), es una mezcla de gases y partículas que pueden alcanzar concentraciones dañinas tanto en exteriores como interiores.

2.4.1. Fuentes de contaminación

- **Fuentes móviles:** Incluyen todo tipo de transporte y vehículos (SEMARNAT, 2018).
- **Fuentes puntuales:** Tienen la característica de estar ubicados en un punto fijo, como por ejemplo: Centrales eléctricas, industrias químicas, refinerías y fábricas (SEMARNAT, 2018).

2.5. Establecimiento de venta al público de combustible

El establecimiento de combustible son instalaciones donde se recepciona, almacena y vende combustible. En el país también se les conoce como: Estaciones de servicio, gasocentro, grifos flotantes, gasocentro, gasolineras, grifos rurales y grifos (D.S. N° 032-2022-EM).

2.5.1. Estación de Servicio

D.S. N° 032-2022-EM, menciona que la estación de servicio es un establecimiento que comercializa combustible líquido al público mediante dispensador y/o surtidor, también ofrecen otros servicios, como:

- Lubricación y lavado
- Cambio de filtro y aceite
- Venta de neumáticos, aditivos, lubricantes, accesorios, baterías, entre otros.
- Sustitución, calibración, reparación y balanceo de neumáticos.
- Venta de GLP para uso vehicular
- Venta de gasolina y petróleo

2.5.2. Gasocentro

D.S. N° 032-2022-EM, menciona que son establecimientos que venden al público gas natural licuado para uso vehicular, la venta de gas natural para uso vehicular se realiza a través de surtidores, los cuales deben ser aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), también puede prestar otros servicios, como:

- Venta de productos de un minimarket.
- Comercialización de gas licuado envasado, de acuerdo con los requerimientos establecidos en el Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 019-97-EM y el reglamento específico.

2.6. Monóxido de carbono (CO)

Es el mayor contaminador del aire y extendido que se encuentra en la troposfera, y su principal origen natural es la oxidación del CH₄ que se produce por descomposición anaeróbica de la materia orgánica, estos procesos constituyen una fuente de CO₂ natural. El gas producido se forma al quemar carbón con oxígeno a altas temperaturas se producirá la siguiente reacción: $O_2 + 2 C \leftrightarrow 2 CO$ (CRANA, 2018).

Según MOTTE (2018), el CO también se produce por incendios forestales y descargas eléctricas durante las tormentas. Las fuentes antropogénicas correspondientes a la combustión incompleta del tráfico rodado, son responsable del 34% de las emisiones, y del sector doméstico y comercial del 36%.

2.6.1. Propiedades físicas del monóxido de carbono

- Fórmula química: CO
- Masa molecular: 28,0 g/mol
- Punto de fusión: -205°C
- Ebullición: -191°C
- Solubilidad en agua (ml/100 ml a 20°C): 2,3
- Densidad relativa del gas (aire = 1): 0,97
- Punto de inflamación: Gas inflamables
- Temperatura de autoignición: 605°C
- Límites de explosividad (% en volumen en el aire): 12,5 – 74,2

2.6.2. Fuentes de emisión y aplicaciones del monóxido de carbono

La principal fuente de emisiones de monóxido de carbono proviene de las actividades de transporte, debido a la combustión incompleta de gas, petróleo crudo, gasolina y carbón. Los aparatos electrodomésticos que funcionan con combustibles fósiles, como estufas y chimeneas, también son fuentes de emisiones (EUROPEAN CHEMICAL AGENCY, 2022).

Las industrias que emiten mayores concentraciones de monóxido de carbono a la atmósfera son:

- Industria metalúrgica (Producción de acero)
- Industrias de producción de papel
- Planta de producción de formaldehído

2.6.3. Efectos en la salud y medio ambiente

Según MITECO (2021), el CO que ingresa al cuerpo hacia los pulmones causa disminución de transporte de oxígeno a la sangre, falta de oxígeno a los tejidos y órganos, insuficiencia cardíaca, dolores de cabeza, daño al sistema nervioso, fatiga y mareos.

Asimismo afecta el clima al trabajar con formación de gases de efecto invernadero. Su vida media en la atmósfera es aproximadamente tres meses, que permite oxidarse lentamente a CO₂, que también produce O₃ (MITECO, 2021)

2.7. Óxido de nitrógeno (NO₂)

Es una mezcla de gases formados por oxígeno y nitrógeno. El dióxido de nitrógeno y óxido nítrico son más tóxicos. Ambos no son inflamables e incoloros o de marrones a temperatura ambiente. Además, el óxido nítrico es un gas dulce y picante a temperatura ambiente y el dióxido de nitrógeno tiene un olor fuerte y desagradable. Además, el dióxido de nitrógeno es líquido, pero a temperaturas más altas se convierte en un gas de color marrón rojizo en temperaturas superiores a 70 °F (AGENCIA PARA SUSTANCIAS TOXICAS Y REGISTRO DE ENFERMEDADES, 2020).

El parque automotor representa más del 81%, distribuido entre los vehículos personales con un 27%, vehículos de menos de 3 toneladas 15%, remolques 11%, taxis 8% y camionetas 5%.

2.7.1. Propiedades físicas del óxido de nitrógeno

- Fórmula química: NO₂
- Masa molecular: 46,01 g/mol
- Ebullición: 21,2°C
- Punto de fusión: -11,2°C
- Densidad relativa del líquido (agua = 1 g/mol): 1,45
- Solubilidad en agua: Buena
- Temperatura crítica: 158°C
- Presión de vapor (KPa a 20°C): 96
- Densidad relativa del gas (aire = 1 g/mol): 1,58

2.7.2. Fuentes de emisión y aplicaciones del óxido de nitrógeno

Según EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (2022), las fuentes naturales comunes de óxido de nitrógeno son: La descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, los incendios forestales, la quema de rastrojos y las erupciones volcánicas.

Las fuentes principales de emisiones antropogénicas son las emisiones de los vehículos y la quema de combustibles fósiles. Otras fuentes menos importantes provienen de procesos biológicos en el suelo, en los que los microorganismos liberan nitrito (NO₂).

2.7.3. Efectos en la salud y medio ambiente

Según EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (2022), es una sustancia que es dañina para la piel y vías respiratorias, ocasionando enrojecimiento y quemaduras.

La aspiración de altas concentraciones y por un tiempo corto puede causar edema pulmonar, cuyas consecuencias se hacen evidentes solo después de algunas horas y se agravan con el esfuerzo. La exposición aplazada puede afectar el sistema inmunitario y pulmones, lo que provoca reducción en la capacidad para curar infecciones y cambios en el tejido pulmonar.

Desde el punto de vista del impacto ambiental, esta sustancia es de gran importancia en la formación de smog fotoquímico, en combinación con otros contaminantes atmosféricos afectan las reacciones de formación del ozono en la superficie de la tierra.

El NO_2 se forma por la oxidación del óxido nítrico (NO) y tiene un tiempo de vida atmosférico corto, porque se oxida aceleradamente a nitrato (NO_3) o ácido nítrico (HNO_3).

En el segundo caso, se presenta la lluvia ácida, donde el nitrato (NO_3) reacciona con la humedad ambiental actual junto con la formación de ácido nítrico (HNO_3), el cual precipita, provocando daños a los bosques y acidificación de las fuentes de aguas superficiales.

2.8. Metano (CH_4)

Es un gas extremadamente inflamable ($> = 5 - 15\%$), comprimido, incoloro e inoloro, más ligero que el aire. Es la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, formados de forma natural y como producto de reacciones anaeróbicas del metabolismo, como la descomposición anaeróbica (Libre de oxígeno) de la materia orgánica, liberación de gases naturales, etc., pero la mayor emisión es la que produce este gas, como resultado de actividades causadas por el hombre y representan el 60% (IPCC, 2022).

2.8.1. Propiedades físicas del metano

- Fórmula química: CH_4
- Masa molecular: 16.04 g/mol
- Ebullición: -161°C
- Punto de fusión: -183°C
- Solubilidad en agua (ml/100 ml a 20°C): 3,3
- Densidad relativa del gas (referencia; aire=1): 0,6
- Punto de inflamación: Gas inflamable
- Temperatura de autoignición: 537°C

- Límites de explosividad (% en volumen en el aire): 5 – 15

2.8.2. Fuentes de emisión del metano

El origen del CH₄ son los humedales tropicales, las bacterias de metano se nutren de materia orgánica consumido por termitas, lixiviación volcánica del fondo marino en áreas de hidrato de metano y sedimentos orgánicos conservados a lo largo de las plataformas continentales oceánicas y en el permafrost polar. El reservorio natural de metano es la atmósfera, porque reacciona con el radical hidroxilo (OH[·]) en la troposfera para formar CO₂ y vapor de agua (H₂O). El CH₄ cuando llega a la estratosfera, se descompone. El suelo es un reservorio natural donde se oxida el metano por las bacterias (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2022).

2.8.3. Efectos en la salud y medio ambiente

Según SOLOMON *et al.* (2018), las emisiones de metano pueden tener un impacto significativo en el efecto invernadero y las reacciones estratosféricas porque son químicamente estables y tienen una vida útil de 12 años.

Según PHE (2019), la exposición a altas concentraciones de CH₄ puede afectar la salud, como:

- Bajo (<10 000), no puede causar efectos adversos en la salud.
- Moderado (10 000 – 100 000), puede ocasionar dolores de cabeza, fatiga o mareos.
- Alto (>100 000), puede causar agitación, dificultad para hablar, náuseas, vómitos, pérdida del conocimiento y dolor de cabeza. En altas concentraciones, el metano desplaza el oxígeno, privando al cuerpo de oxígeno, provocando asfixia.

2.9. Flujo vehicular

MOZO SANCHEZ (2012), se sumerge en el estudio del flujo de medios y define tres características principales: Densidad, flujo y velocidad. Es importante definir la relación entre ellos para comprender las propiedades específicas del flujo de tráfico. Del mismo modo, estas variables representan la calidad de la experiencia del ciclista.

2.9.1. Velocidad

Es la distancia o longitud del segmento dividida por el intervalo de tiempo en el desplazamiento (JIN, 2016).

La velocidad media se calcula dividiendo la longitud de la vía o tramo de vía por el tiempo medio de viaje de los vehículos que circulan por ella (KONG *et al.*, 2016).

2.9.2. Volumen o intensidad de tránsito

Es la cantidad de vehículos que transitan por una sección de carril durante un tiempo determinado (L. LI & CHEN, 2017). Entonces su medida serían los autos por unidad de tiempo. El período de tiempo suele ser una cantidad considerable de tiempo para obtener resultados fiables. Por este motivo, los periodos de tiempo son anuales, diarios, por fragmento de hora o por hora.

2.9.3. Densidad

Es el número de vehículos que ocupan una determinada sección de carril en un tiempo en particular (L. LI & CHEN, 2017). Esta función de flujo vehicular es una de las más importantes porque le permite conocer sus necesidades de transporte. Sin embargo, su medición es muy difícil. Fotografíar o filmar segmentos críticos requiere un equipo costoso y una ubicación específica.

2.10. Medidas de prevención

Las acciones preventivas tienen como objetivo prevenir la ocurrencia de un evento, acción o situación que suponga una amenaza para el medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje o la salud humana (ANLA, 2021)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El actual trabajo de investigación se ejecutó en seis estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María, ubicada en la Provincia de Leoncio Prado, Distrito de Rupa Rupa, Región Huánuco.



Figura 1. Ubicación de las estaciones de servicio en la ciudad de Tingo María

3.1.1. Ubicación política

La ciudad de Tingo María se encuentra en la zona centro del Perú, en el extremo Norte de la Región Huánuco, entre las coordenadas geográficas 75°53'00" longitud oeste y 09°18'00" latitud sur (CAMARA NACIONAL FORESTAL, 2014).

| | |
|-----------|-----------------|
| Región | : Huánuco |
| Provincia | : Leoncio Prado |
| Distrito | : Rupa Rupa |
| Localidad | : Tingo María |

3.1.2. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en 6 estaciones de servicios dentro del casco urbano de la ciudad de Tingo María, siendo las siguientes:

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de servicio de combustible y GLP en la ciudad de Tingo María

| Estación de Servicio | Empresa | Ubicación | Coordenadas UTM | |
|--|-----------|--|-----------------|---------|
| | | | Este | Norte |
| Estación Gas JKA E.I.R.L. | Primax | Esquina de Av. Amazonas cdra. 6 con Jr. Pucallpa cdra. 7 | 390409 | 8971994 |
| Servicentro Salazar S.A.C. | Petroperú | Esquina de Av. Amazonas cdra. 7 con Jr. Chiclayo cdra. 7 | 390470 | 8972098 |
| JASFOR Combustibles S.A.C. | | Esquina de Av. Alameda Perú cdra. 10 con Jr. Aguaytia cdra. 4 | 390442 | 8972537 |
| Grifo Ríos D & D S.A.C. | Petroperú | Esquina de Av. Raimondi cdra. 7 con Jr. San Alejandro cdra. 2 | 390141 | 8972407 |
| Gasocentro Ivonne - Dayana E.I.R.L. | | Esquina de Av. Tito Jaime cdra. 7 con Jr. Chiclayo cdra. 2 | 390153 | 8972289 |
| Inversiones Arias S.A.C. | Petroperú | Esquina de Av. Sven Erickson cdra. 2 con Av. Enrique Pimentel cdra.2 | 389657 | 8971498 |

3.2. Aspectos ambientales

3.2.1. Clima

Según SENAMHI (2021), la ciudad de Tingo María posee un clima tropical, húmedo y con temperatura media de 25°C.

3.2.2. Temperatura

Según SENAMHI (2019), la ciudad de Tingo María tiene una temperatura media de 25.57°C, con valores máximos de 30,4°C y mínimas de 20,7°C.

3.2.3. Humedad

Según SENAMHI (2019), la humedad relativa posee un promedio de 82,9%, con una precipitación anual de 3454,6 mmm.

3.2.4. Hidrografía

En cuanto a su eje hidrográfico resalta el río Huallaga, que está rodeado de afluentes entre quebradas y ríos, entre ellos se encuentra el río Monzón, río Tulumayo, quebradas como Del Águila, Cushuro (SENAMHI, s.d.).

3.2.5. Población

Según Censos Nacionales (2017), la ciudad de Tingo María tiene 46 191 habitantes.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales

Se utilizó los siguientes materiales: Cuaderno de apuntes, lapicero, encuestas, tablero de madera, solicitud de permisos para evaluar dentro de las estaciones de servicio (ver Anexo K) y carta de autorización de las estaciones de servicios (ver Anexo L).

3.3.2. Equipos

Se utilizó los siguientes equipos: GPS Garmin map 62, cámara digital, detector portable multigases con constancia de calibración (ver Anexo H) y laptop Toshiba core i5.

3.4. Tipos de investigación

El trabajo de investigación es de tipo descriptivo observacional, puesto que no se manipularon variables.

3.4.1. Variables de investigación

Se tiene por variables de observación las siguientes:

- Emisiones de gases
- Estación de servicio

Tabla 2. Variables investigación

| Variable Observada | Variable a monitorear |
|----------------------|--|
| Emisión de gases | Monóxido de carbono (CO) |
| | Óxido de nitrógeno (NO ₂) |
| | Metano (CH ₄) |
| Estación de servicio | Estación Gas JKA E.I.R.L., Servicentro Salazar S.A.C., Jasfor Combustibles S.A.C., Grifo Ríos D & D S.A.C., Gasocentro Ivonne - Dayana E.I.R.L. e Inversiones Arias S.A.C. |

3.4.2. Diseño de investigación

Se adaptó a un diseño no experimental, de tipo longitudinal, en la cual se trabajó en 6 estaciones de servicio y se monitoreó en 3 horarios diferentes por 7 días a cada estación de servicio, a fin de evaluar las emisiones de gases.

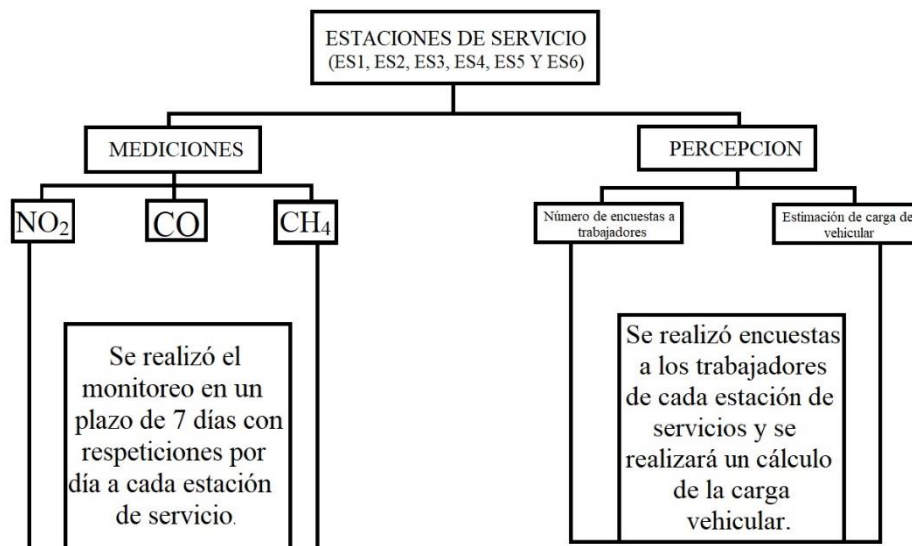


Figura 2. Diagrama de investigación

3.4.3. Diseño estadístico

Se aplicó un análisis de varianza al 95% de confianza para determinar el nivel de significancia entre las concentraciones de los gases analizados por estación de servicio, posteriormente se aplicó una prueba de Duncan para determinar las diferencias en las emisiones de gases entre las estaciones de servicio con un error máximo del 5%.

Tabla 3. Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| Tto | t-1 | SCtto | CMtto | | |
| Ee 5% | t (r-1) | SCee | CMee | | |
| Tt | t.r-1 | SCtto | | | |

FV: Factor valor, GL: Grado de libertad, SC: Suma de cuadrado, CM: Cuadrado medio

Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, Tto: Tratamientos, Ee: Error, Tt: Total, SCtto: Suma de cuadrado de tratamiento, SCee: Suma de cuadrado de error, SCtto: Suma de cuadrado total, CMtto: Cuadrado medio de tratamiento, CMee: Cuadrado medio de error.

3.5. Niveles de investigación

El nivel de investigación es de tipo correlacional, ya que se relaciona la presencia de gases con las estaciones de servicio de combustible.

3.6. Metodología

3.6.1. Cálculo de la carga vehicular en las estaciones de servicio

En esta metodología se determinó el efecto de la carga vehicular en las emisiones de gases contaminantes en los centros de servicio, para lo cual se procedió a realizar el conteo de clasificación de los vehículos que transitan frente a las estaciones de servicio y de los que son usuarios de las estaciones de servicio, para tal fin se procedió del siguiente modo:

- Estimación de la carga de usuarios

Para determinar la carga de usuarios de las estaciones de servicio se realizó mediante un formato de clasificación vehicular, según la Resolución N° 448-2006-MTC/15 (Ver anexo B), en la cual se registraron el número y tipo de vehículos que se atienden en cada estación de servicio por un periodo de 1 hora en tres turnos.

- **Estimación del tránsito vehicular**

Para estimar la tasa del tránsito vehicular, esta medición se realizó en la calle principal que se encuentra frente a la estación de servicio, y consistió en contabilizar el total de vehículos que transitaron en un intervalo de 10 minutos durante 1 hora en cada estación de servicio. La tasa del tránsito vehicular se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$q = \frac{N}{T} \dots (1)$$

Donde:

q: Tasa de tránsito vehicular (Vehículos/Hora)

N: Número total de servicios

T: Intervalo de tiempo (Por hora)

3.6.2. Determinación de las emisiones de gases contaminantes

Para el desarrollo de las mediciones se empleó un equipo detector de gases de la marca Xi'an HuaFan Technology, modelo HFP-0401, el cuál contaba con calibración de fábrica (ver Anexo H), con el cual se realizaron las mediciones de NO₂, CO y CH₄ en las estaciones de servicio, cada medición tuvo una duración de 5 minutos según el siguiente cronograma:

- **Cronograma de monitoreo**

Los monitoreos se realizaron siete (07) días por cada estación de servicios en tres (03) horarios diferentes y se adicionó un horario extra a la hora de la descarga del combustible (Cisterna a tanque).

- Mañana (7 - 8 am)
- Tarde (12 – 1 pm)
- Noche (6 – 7 pm)
- Descarga de combustible (Cisterna a tanque)

Tabla 4. Cronograma de monitoreo

| Punto | Estación de servicio | Fecha | Hora |
|--------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|
| 1 | Estación Gas JKA E.I.R.L. | 05/09/2022 | |
| | | 06/09/2022 | |
| | | 07/09/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 08/09/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| | | 09/09/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| | | 10/09/2022 | |
| | | 11/09/2022 | |
| | | 12/09/2022 | |
| | | 13/09/2022 | |
| | | 14/09/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 15/09/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| 2 | Servicentro Salazar S.A.C. | 16/09/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| | | 17/09/2022 | |
| | | 18/09/2022 | |
| | | 19/09/2022 | |
| | | 20/09/2022 | |
| | | 21/09/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 22/09/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| | | 23/09/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| 3 | Jasfor Combustibles S.A.C. | 24/09/2022 | |
| | | 25/09/2022 | |
| | | 26/09/2022 | |
| | | 27/09/2022 | |
| | | 28/09/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 29/09/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| | | 30/09/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| 4 | Grifo Ríos D & D S.A.C. | 01/10/2022 | |
| | | 02/10/2022 | |
| | | 03/10/2022 | |
| | | 04/10/2022 | |
| | | 05/10/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 06/10/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| 5 | Gasocentro Ivonne - Dayana E.I.R.L. | 07/10/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| | | 08/10/2022 | |
| | | 09/10/2022 | |
| | | 10/10/2022 | |
| | | 11/10/2022 | |
| 6 | Inversiones Arias S.A.C. | 12/10/2022 | 7:00 a 8:00 am |
| | | 13/10/2022 | 12:00 a 1:00 pm |
| | | 14/10/2022 | 6:00 a 7:00 pm |
| | | 15/10/2022 | |
| | | 16/10/2022 | |

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento de monitoreo**

Para el monitoreo se realizó con el equipo Gas detector, para ello se realizó los siguientes pasos:

- Se prendió el equipo Gas detector y se colocó a un metro de distancia aproximadamente del surtidor (Combustible y GLP).
- Con ayuda del sensor, se pudo observar en la pantalla LCD la cantidad de los gases que se expanden en ppm.
- Posteriormente se tomó apuntes en el cuaderno de campo. El resultado obtenido se comparó con los ECA, según el D.S. N° 003 – 2017-MINAM, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 5. Estándares de Calidad Ambiental para aire

| Parámetros | Período | Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Criterios de evaluación | Método de análisis |
|--|---------|------------------------------------|---------------------------|---|
| Metano (CH_4) | 8 horas | 1 000 | Media aritmética anual | Análisis cromotográficos |
| Dióxido de nitrógeno (NO_2) | 1 hora | 200 | NE más de 24 veces al año | Quimio luminiscencia (Método automático) |
| | Anual | 100 | Media aritmética anual | |
| Monóxido de carbono (CO) | 1 hora | 30 000 | NE más de 1 vez al año | Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático) |
| | 8 horas | 10 000 | Media aritmética móvil | |

Fuente: D.S. N° 003-2017-MINAM

3.6.3. Percepción de los trabajadores respecto a la contaminación por gases de combustión

Para determinar la percepción se realizó una encuesta validada por juicio de expertos a la totalidad de los trabajadores, según el orden siguiente:

Tabla 6. Totalidad de trabajadores por estación de servicios

| Trabajador | Estación de servicio | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|---|-----------------------------------|--|
| | Estación Gas JKA E.I.R.L. | Servicentro Salazar S.A.C. | JASFOR combustibles S.A.C. | Grifo Ríos D & D | Gasocentro Ivonne & Dayana E.I.R.L. | Grifo Inversiones Arias S.A.C. | |
| Gerente | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Administrativos | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Expendedores | 7 | 4 | 6 | 2 | 6 | 6 | |
| Total | 9 | 7 | 8 | 4 | 8 | 10 | |

Fuente: Elaboración propia

– **Total de encuestados**

Se encuestó a la totalidad de trabajadores de cada estación de servicios, por lo tanto no se tomó una muestra.

– **Análisis de la información**

Los resultados adquiridos de la encuesta fueron tabulados, ordenados y presentados por gráficas para su interpretación.

– **Formulación de encuestas**

La encuesta estuvo dirigida a los trabajadores de la estación de servicio. Estas preguntas fueron evaluadas y validadas mediante el juicio de expertos de 5 ingenieros ambientales, según el anexo A.

3.6.4. Propuestas de medidas de control y mitigación respecto a la emisión de gases de combustión de las estaciones de servicio de combustible y GLP

Para las propuestas de medidas de control y mitigación se realizó en base a la recopilación de datos obtenidos de la encuesta, así como también se utilizó el diagnostico híper de las estaciones de servicio. Se logró identificar los problemas y proponer alternativas de solución por cada actividad que se realiza en las estaciones de servicio. Se realizó mediante la siguiente estrategia: Híper de grifos → Árbol de causa – efectos → Tabla de propuestas.

A partir de este árbol se elaboró una tabla de propuestas para las medidas de control y mitigación respecto a la emisión de gases combustión en las estaciones de servicio de combustible y GLP.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cálculo de la carga vehicular en las estaciones de servicio

4.1.1. Estimación del tránsito vehicular

El mayor tránsito vehicular se registró en el Grifo Ríos D&D con un promedio 1 160 vehículos/hora en el horario de 7 – 8 am, 3 022 vehículos/hora en el horario de 12 – 1 pm y 2 529 vehículos/hora en el horario de 6 – 7 pm, mientras que el menor flujo vehicular fue en la estación de servicios Jasfor Combustibles con 672 vehículos/hora en el horario de 7 – 8 am, 1 020 vehículos/hora en el horario de 12 – 1 pm y 980 vehículos/hora en el horario de 6 – 7 pm (Figura 3).

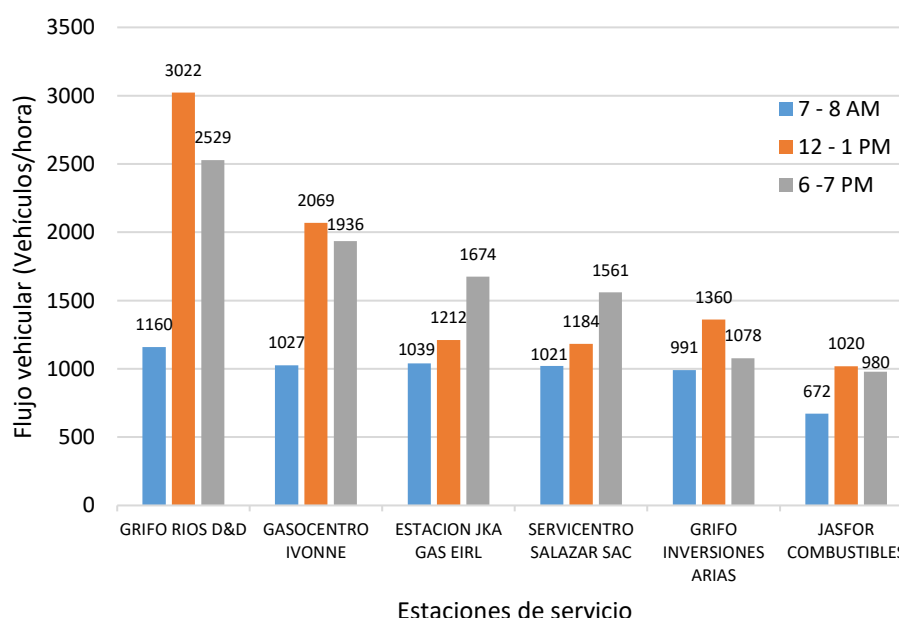


Figura 3. Tránsito vehicular por hora (vehículos/hora)

El Grifo Ríos D&D presenta mayor tránsito vehicular por estar ubicado en una avenida principal (Av. Raimondi), en la que se encuentra diversos centros comerciales, instituciones educativas, empresas de transportes, entre otros. Así mismo AYALA (2016) en sus resultados obtuvo una mayor concentración de flujo vehicular con un promedio para el turno de la mañana (7 – 9 am) con 1409 vehículos/hora, en la tarde (11 – 2 pm) con 1663 vehículos/hora, en la noche (6 – 8 pm) con 1613 vehículos/hora.

En las 6 estaciones de servicio se presentó un mayor tránsito vehicular en el turno de la tarde y noche, mientras que en el turno de la mañana con menor tránsito vehicular. ZAVALA (2016) presentó en sus resultados realizados en 30 puntos de muestreos, donde registró un mayor promedio en el turno de la tarde (12:30 – 2:00 pm) con 1442 vehículos/hora, seguido por el turno mañana (7:30 – 9 pm) con 1279 vehículos/hora y disminuyendo notablemente en el turno noche (22:00 – 23:30 pm) con 896 vehículos/hora, esta diferencia se debe en el diferente horario de evaluación para el turno noche. En la investigación se observó un mayor flujo vehicular en horas punta, debido a la demanda de retiro o ingreso laboral y la asistencia de estudiantes a las instituciones educativas. Así mismo MAQUERA (2019), en su investigación determinó que el mayor tránsito vehicular se produce en horas punta (mañana, tarde y noche), esto se debe al ingreso y salida de las instituciones educativas, centros de labores, entre otros.

La estación de servicios con mayor tránsito vehicular es el Grifo Ríos D&D donde los días miércoles y jueves tiene un ligero aumento de vehículos/día y presenta una disminución mínima el día sábado, y con menor tránsito vehicular fue la estación de servicios Jasfor Combustibles, donde se observa que los días jueves y domingo tiene una ligera disminución de vehículos/día (Figura 4).

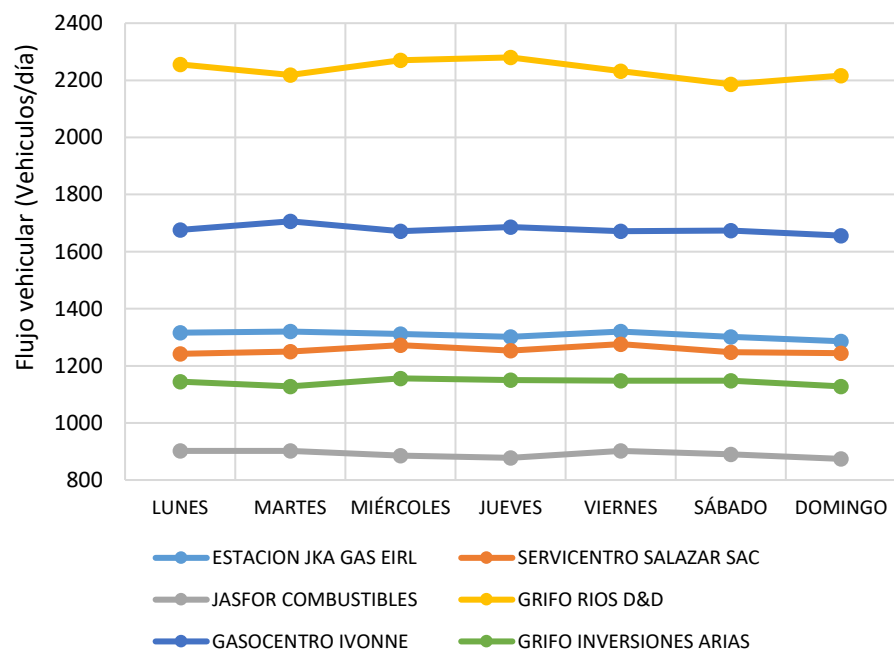


Figura 4. Tránsito vehicular por día (vehículos/día)

MAQUERA (2019) en su investigación también presentó una leve disminución de tránsito vehicular los días no laborales (sábado y domingo), así mismo menciona que el tránsito vehicular varía en relación a los días de la semana. CONSORCIO VIA INGENIEROS (2014) en su informe hace referencia que el tránsito vehicular es constante de lunes a viernes y disminuye los fines de semana, esta variación se debe a diferentes factores como: Actividades económicas, centros de trabajo, instituciones educativas y recreación.

4.1.2. Estimación de la carga de usuarios

El trimovil es la más recurrente en las estaciones de servicios, seguidos de las motos lineales, station wagon, auto, pick up y siendo los menos recurrentes la combi, el camión, el panel y el bus, además el trimovil hace más uso con frecuencia de la estación de servicio Gasocentro Ivonne & Dayana, esto se debe que en la actualidad en su mayoría el vehículo trimovil funciona a gas licuado de petróleo (Figura 5).

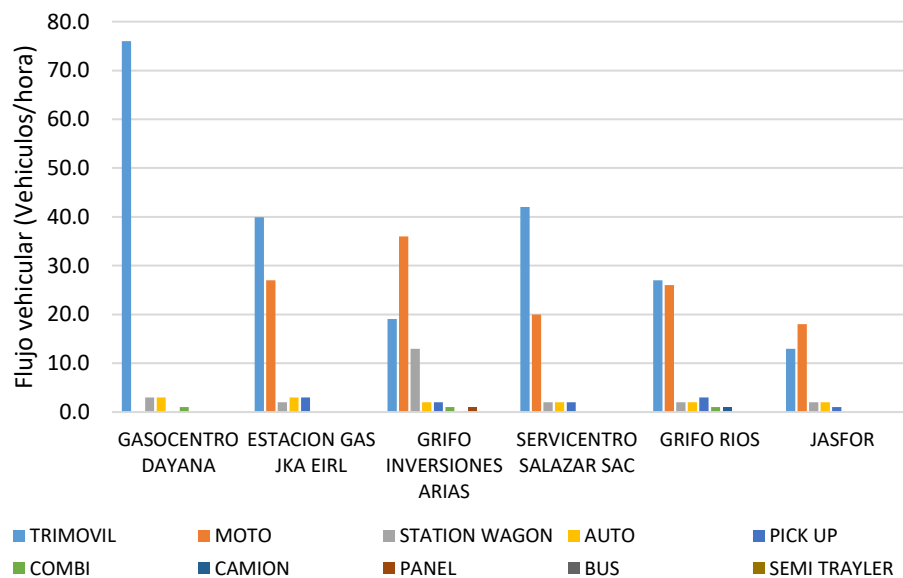


Figura 5. Carga de usuarios por estación de servicios

AYALA (2016) en su investigación obtuvo un mayor flujo vehicular del tipo trimovil, seguido de la motocicleta, la cual se refleja en la investigación cuyos usuarios son de la categoría trimovil que se abastecen de combustible con mayor frecuencia, seguido de las motos lineales. Así mismo ZAVALA (2014) menciona que el mayor número de vehículos en

la ciudad de Tingo María es la moto lineal, pero este tipo de vehículo son el segundo en el abastecimiento de combustible de las estaciones de servicio, la cual difiere con el estudio desarrollado.

4.2. Determinación de las emisiones de gases contaminantes

La alta concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) tiene un valor de $11\,267\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día lunes en el horario de 12 – 1 pm y $1\,877\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el horario de 7 – 8 am en el mismo día, mientras en los días siguientes no se encontró concentraciones de dicho gas. La concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en horas punta superan el valor del ECA que exige el D.S. N° 003 - 2017 – MINAM una concentración no mayor a $200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones de NO_2 oscilan entre $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $12\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 6).

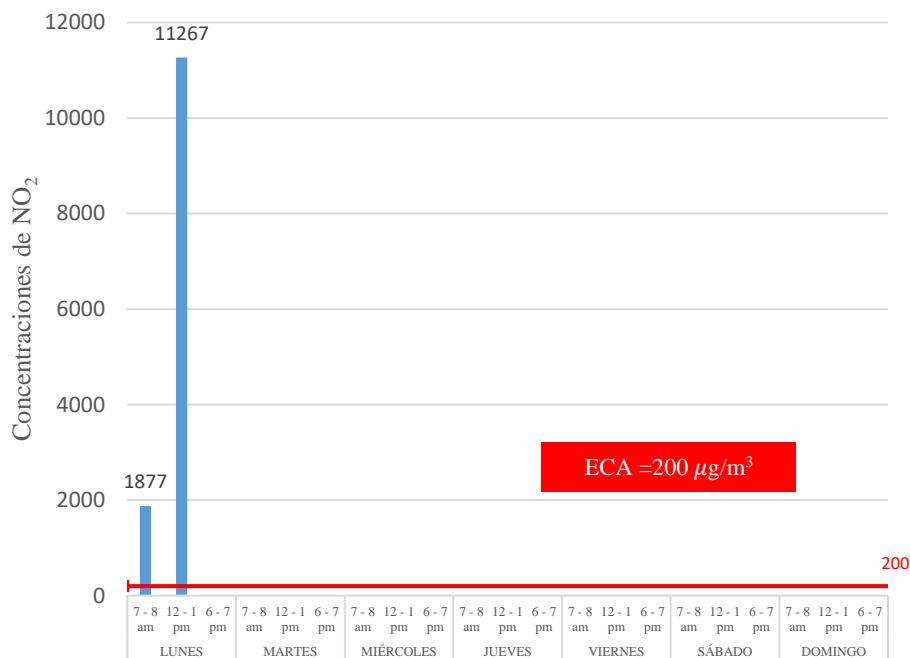


Figura 6. Concentración de NO_2 /día y hora

La concentración de NO_2 se registró en 3 estaciones de servicios, siendo la estación de servicios con mayor concentración de NO_2 Jasfor Combustibles SAC con un valor de $11\,267\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido de la Estación JKA EIRL con un valor de $1\,314\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el Grifo Ríos D&D con un valor de $751\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que en las demás estaciones de servicio no se registraron concentraciones de NO_2 . La concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en las estaciones de servicio supera el valor del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) que exige el

D.S. N° 003 - 2017 – MINAM una concentración no mayor a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones de NO_2 fluctúan entre $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $12\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 7).

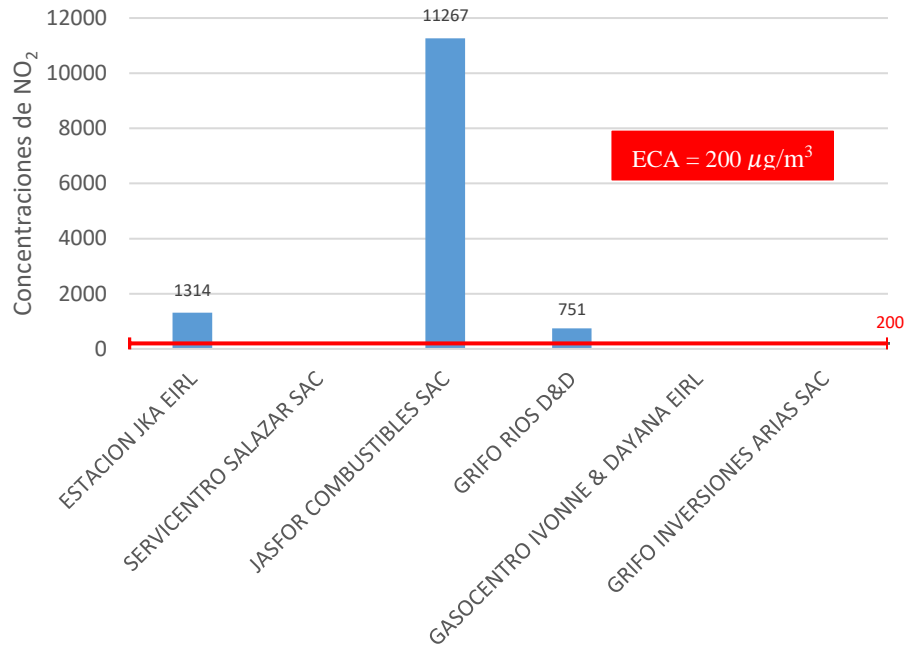


Figura 7. Concentración de NO_2 /Estaciones de servicio

La mayor concentración de monóxido de carbono (CO) es de $99\,464 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día sábado en el horario de 7 – 8 am y la mínima concentración es de $20\,578 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día domingo en el horario de 6 – 7 pm. La concentración del monóxido de carbono (CO) se encontraron por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA) en el horario de 6 -7 pm (Jueves) y de 12 – 1 pm (viernes) registraron una concentración de $28\,581 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el horario de 6 – 7 pm (domingo) con un valor de $20\,578 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en los demás horarios superan los ECA que exige el D.S. N° 003 – 2017 – MINAM una concentración no mayor a $30\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones se encuentran entre los $20\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $100\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 8).

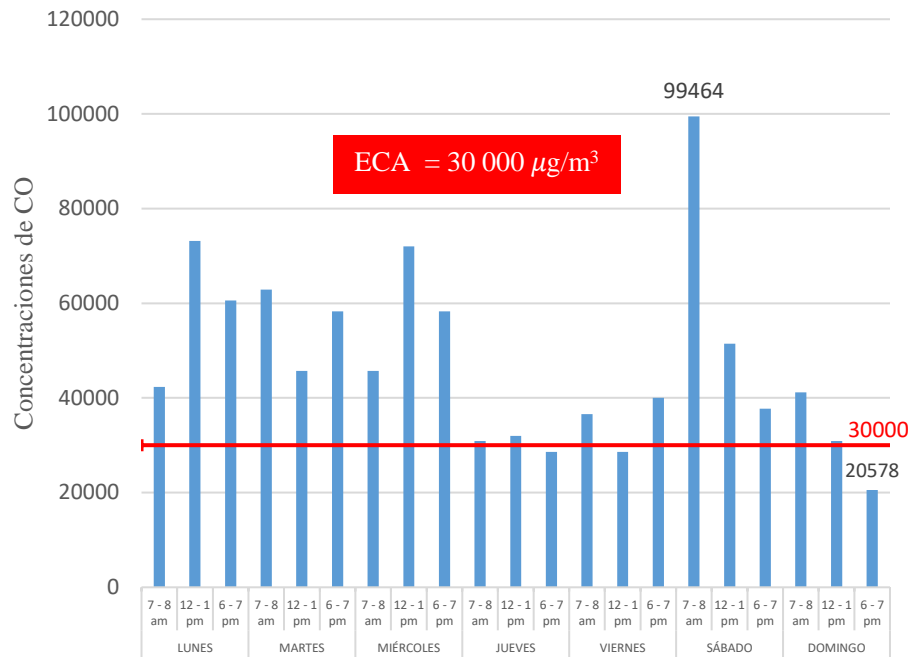


Figura 8. Concentración de CO/día y hora

Las concentraciones de CO se registraron en las 6 estaciones de servicios, siendo el GRIFO RIOS D&D con una mayor concentración de CO con un valor de 99 464 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el GRIFO INVERSIONES ARIAS SAC presenta una mínima concentración de CO con un valor de 54 876 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración del CO en cada estación de servicio supera el valor de los ECA que exige el D.S. N° 003-2017-MINAM una concentración no mayor a 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones de CO fluctúan entre los 50 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 100 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 9).

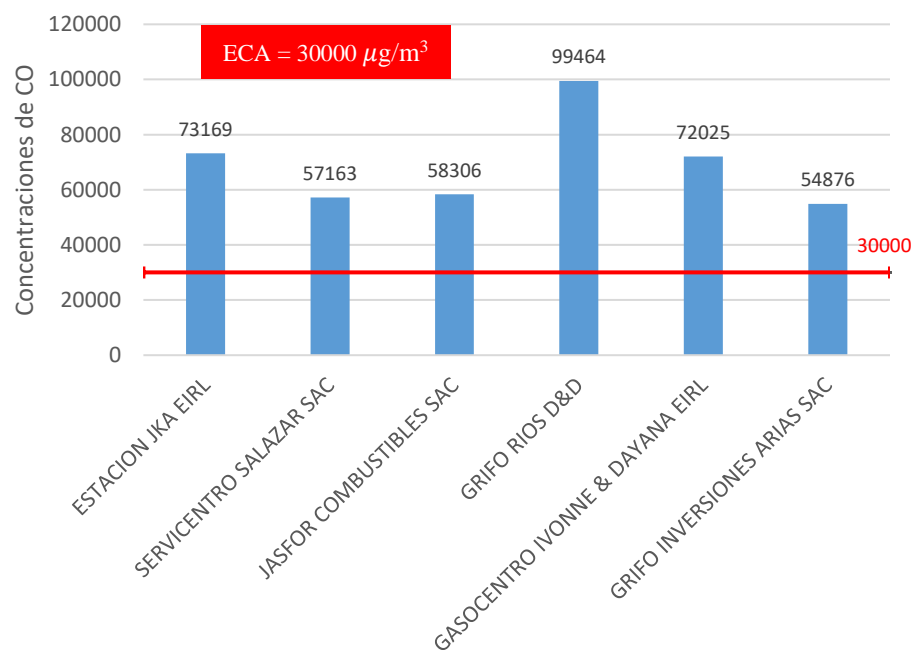


Figura 9. Concentración de CO/Estaciones de servicio

La mayor concentración de metano (CH_4) registró un valor de $510\,661\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día jueves en el horario de 6 – 7 pm, esta concentración se dio por motivo que a esa hora se realizaba el mantenimiento de uno de los surtidores, seguido de una concentración de $65\,469\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los horarios 7- 8 am y 6 – 7 pm del día martes y la mínima concentración de $6\,546\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día jueves (7 – 8 am), viernes (7 – 8 am) y domingo (6 -7 pm). La concentración de CH_4 supera el valor requerido por los ECA (Figura 10).

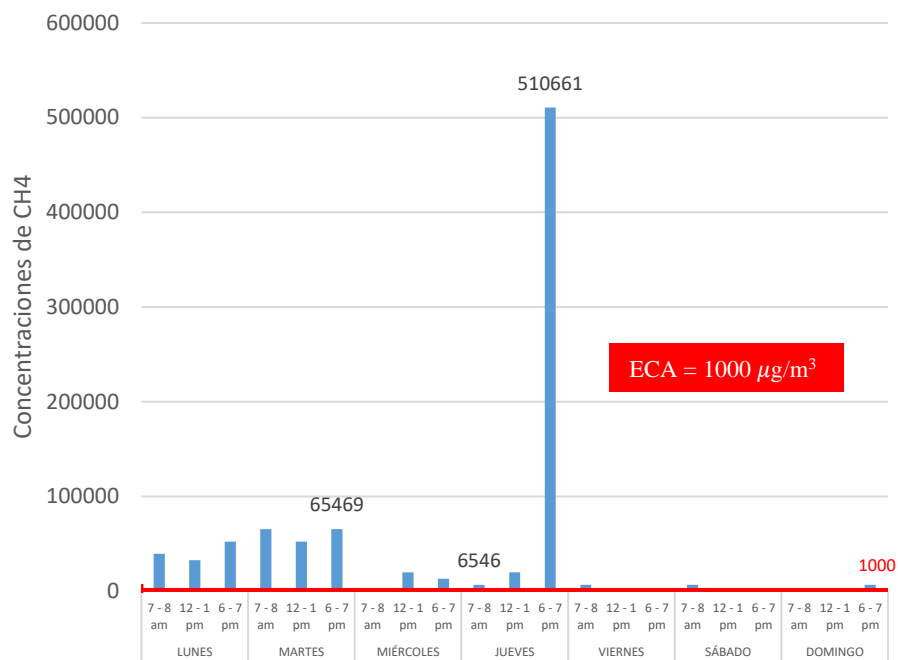


Figura 10. Concentración de CH_4 /día y hora

Se registró concentraciones de CH_4 en las 6 estaciones de servicio, siendo la estación de servicios GASOCENTRO IVONNE & DAYANA con mayor concentración de CH_4 con un valor de $510\,661\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, esta concentración alta en CH_4 se da por el mantenimiento de uno de los surtidores de dicho establecimiento de servicio, seguido de una mayor concentración los establecimientos de combustible JASFOR COMBUSTIBLES y ESTACION JKA con un valor de $65\,469\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el GRIFO INVERSIONES ARIAS SAC registrando una mínima concentración de CH_4 con un valor de $6\,546\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración del CH_4 en cada estación de servicio supera los estándares de calidad (Figura 11).

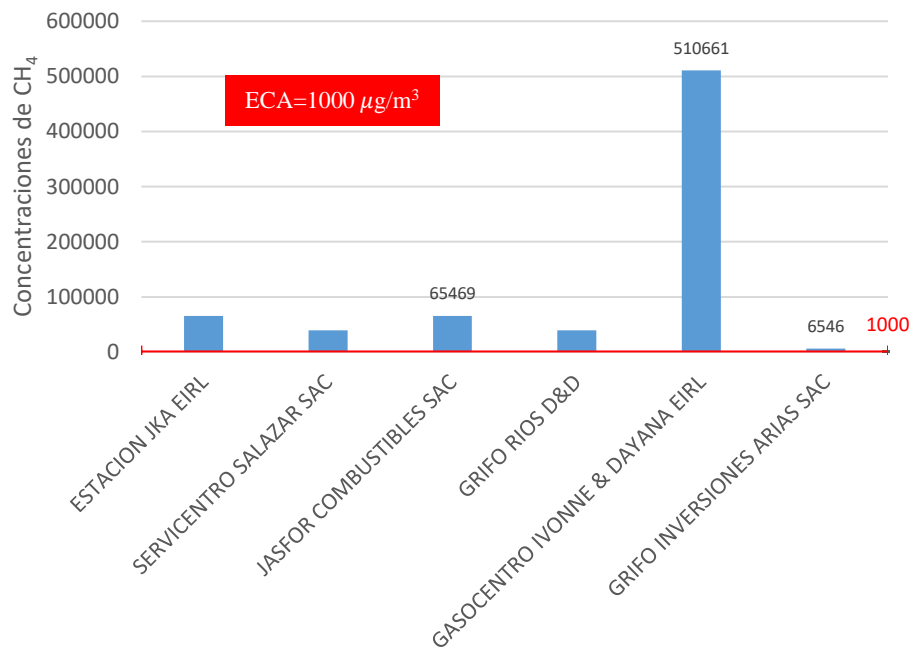


Figura 11. Concentración de CH₄/Estaciones de servicio

Los resultados obtenidos en las emisiones de CH₄, CO Y NO₂ superan los ECA a excepción del día domingo en el horario de 6 -7 pm, la concentración del CO se encuentra por debajo de los ECA, en comparación a otros resultados de otras ciudades como Chiclayo por FARROÑAN (2017) en su estudio: “concentración de gases y nivel de ruido según estándares de calidad ambiental en las estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo” señala que las concentraciones están por debajo de los ECA.

PINEDO, J. (2017), en su estudio realizado menciona que en uno de sus puntos de muestreo (EE.SS 07) tiene un valor de 354 µg/m³ sobrepasando el estándar de calidad ambiental, la cual coincide con los resultados del presente estudio investigado.

D.S. N° 003 – 2017 – MINAM, aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, el NO₂ en concentraciones de corta duración de 1 hora el valor permitido es de 200 µg/m³ siendo un gas tóxico con efectos nocivos en la salud, el CO en concentraciones por un tiempo de 1 hora el valor permitido es de 30 000 µg/m³, siendo un gas sin olor ni color causando hasta la muerte, este gas se produce cuando se enciende el combustible como gas natural, petróleo, entre otros y el CH₄ en un período de 8 horas el valor permitido es de 1 000 µg/m³, el CH₄ es el componente principal del gas natural.

ESDA (2013), menciona que para el sector hidrocarburos la mayor concentración de emisiones atmosféricas es el metano (CH₄). Así mismo señala que las emisiones reguladas provienen de la explotación y refinación a partir del consumo de combustibles, como el

monóxido de carbono (CO) que tuvo un crecimiento anual del 4 % en promedio, desde el año 2006, el óxido de nitrógeno (NO_x) y metano (CH₄) fueron evaluadas a partir del consumo comercial entre los años 2002 – 2012, estas emisiones tuvieron un incremento para el NO_x de 77 % y CH₄ del 23 %.

Tabla 7. Comparación de valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de los Estándares de calidad ambiental con los resultados obtenidos

| Parámetros | Período | Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Estación de servicio | Resultados |
|---|---------|------------------------------------|----------------------------|------------|
| Metano (CH ₄) | 8 horas | 1 000 | Estación JKA EIRL | 65 469 |
| | | | Servicentro Salazar | 39 281 |
| | | | Jasfor Combustibles | 65 469 |
| | | | Grifo Ríos D&D | 39 281 |
| | | | Gasocentro Ivonne & Dayana | 510 661 |
| | | | Grifo Inversiones Arias | 6 546 |
| Dióxido de nitrógeno (NO ₂) | 1 hora | 200 | Estación JKA EIRL | 1 314 |
| | | | Servicentro Salazar | 0 |
| | | | Jasfor Combustibles | 11 267 |
| | | | Grifo Ríos D&D | 751 |
| | | | Gasocentro Ivonne & Dayana | 0 |
| | | | Grifo Inversiones Arias | 0 |
| Monóxido de carbono (CO) | 1 hora | 30 000 | Estación JKA EIRL | 73 169 |
| | | | Servicentro Salazar | 57 163 |
| | | | Jasfor Combustibles | 58 306 |
| | | | Grifo Ríos D&D | 99 464 |
| | | | Gasocentro Ivonne & Dayana | 72 025 |
| | | | Grifo Inversiones Arias | 54 876 |

Fuente: Elaboración propia

4.3. Percepción de los trabajadores respecto a la contaminación por gases de combustión

Se realizó la encuesta a 38 trabajadores que laboran en las estaciones de servicio, los resultados de dicha encuesta se muestran a continuación:

El 52.6 % de trabajadores de las estaciones de servicio consideran que el aire que respiran dentro del grifo no es bueno para su salud, mientras que el 47.4 % de trabajadores consideran que el aire que respiran dentro del grifo no es dañino para su salud (Figura 12).

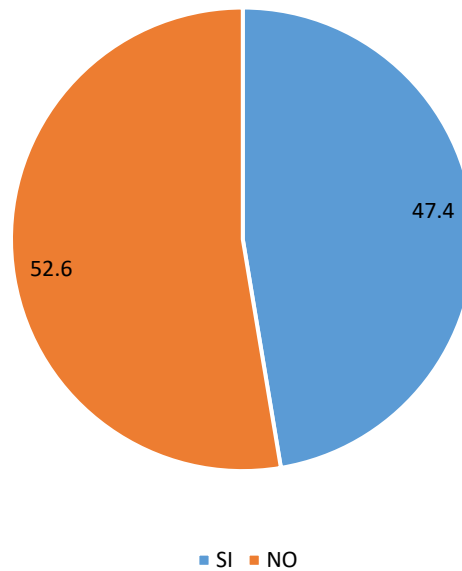


Figura 12. Trabajadores que consideran que el aire que respiran dentro del grifo es bueno para su salud.

El 76.32 % de los trabajadores de las estaciones de servicio perciben el olor del combustible, mientras que el 23.68% no perciben el olor del combustible (Figura 13).

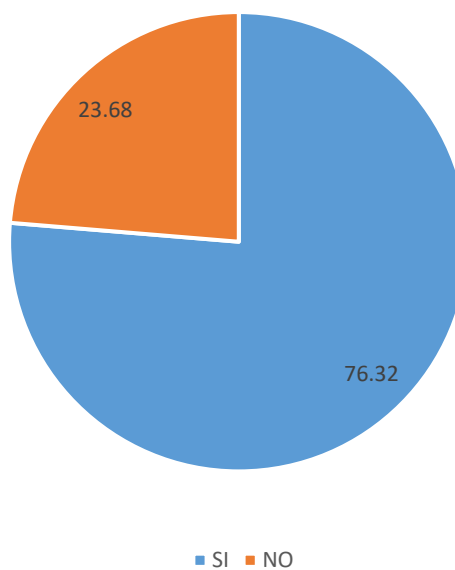


Figura 13. Percepción del combustible

El 52.63 % de trabajadores consideran que el olor del combustible se percibe mayormente al mediodía, el 28.95 % en la tarde, el 13.16 % en la mañana y el 5.26 % dicen percibir el olor del combustible en la noche, esto se debe que la temperatura varía constantemente durante el día (Figura 14).

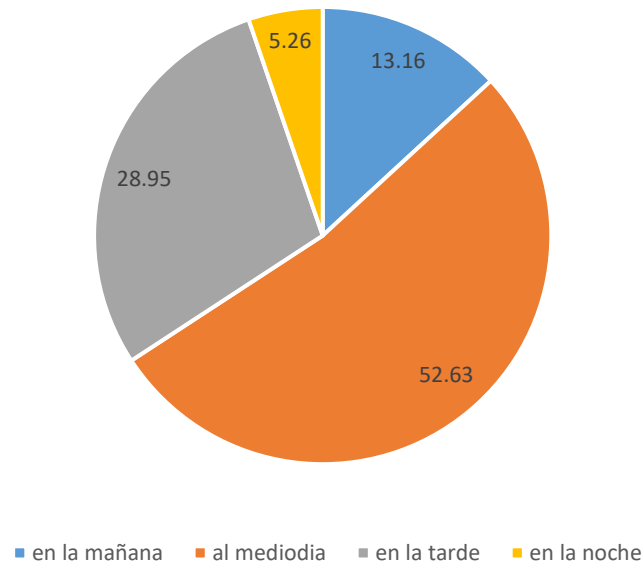


Figura 14. Horario de mayor percepción del olor de gasolina o GLP

El 71.05 % de trabajadores presentaron malestares y el 28.95% mencionaron que no presentaron ningún malestar el tiempo que vienen laborando en las EE.SS., (Figura 15).

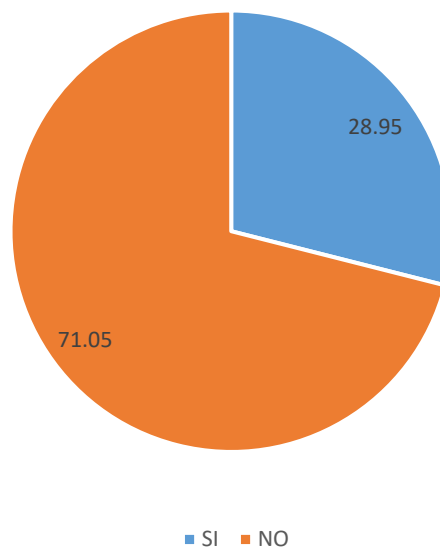


Figura 15. Presencia de malestares

El 81.82 % de trabajadores presentaron mareos leves y el 18.18 % ardor en la garganta, esto se debe al vapor que emana del combustible y de los gases que proviene de los vehículos, de la cual se encuentran en constante exposición (Figura 16).

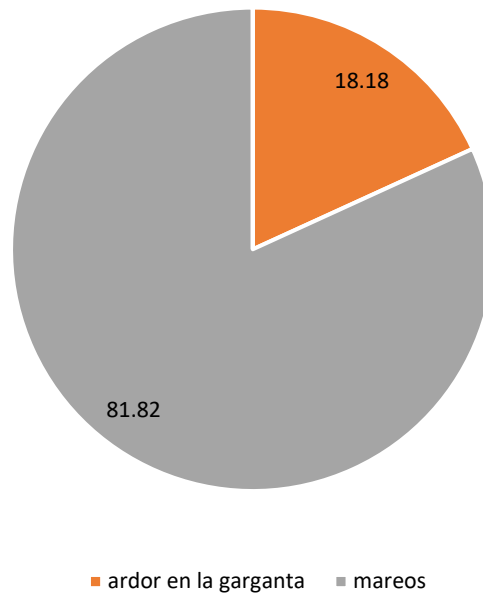


Figura 16. Tipo de malestar que presentaron los trabajadores

La mayoría de los trabajadores consideran que el aire que respiran dentro de las estaciones de servicio es dañina para su salud. Estos resultados coinciden con el estudio desarrollado por CRISOSTOMO, H. & TORRES, Y. (2022), que en su investigación menciona que la mayoría de trabajadores indicaron que el aire que respiran dentro de su centro de trabajo es dañino para su salud.

Con respecto al horario de percepción del combustible el 52.63% de trabajadores dicen haber percibido el olor del combustible al mediodía. Estos resultados coinciden con la investigación desarrollada por BENITES, F. & URTECHO, E. (2019) donde menciona que el 62 % de trabajadores percibieron el olor del combustible al mediodía.

La presencia de malestares en los trabajadores fue a causa del vapor que emana el combustible y de los gases provenientes de los vehículos. El 81.82 % de trabajadores presentaron mareos leves mientras están en horario de trabajo. Estos resultados coinciden con la investigación desarrollada por BENITES, F. & URTECHO, E. (2019) donde menciona que el 64 % de trabajadores presentaron mareos leves a causas de los gases que emana el combustible.

4.4. Propuestas de medidas de control y mitigación respecto a la emisión de gases de combustión de las estaciones de servicio de combustible y GLP

En la actualidad OSINERGMIN y la Dirección General de Asuntos Ambientales Energía (DGAAE), son autoridades competentes de fiscalización y supervisión del cumplimiento de las obligaciones legales y de estudios ambientales aprobados de las estaciones de servicio de combustible y GLP. La OEFA tiene un rol importante como ente fiscalizador del área ambiental, realizando supervisiones especiales de monitoreo de la calidad de aire a las estaciones de servicios de combustible y GLP, estas supervisiones lo realizan en gabinete o *in situ*. Según el estudio realizado se observó mayor presencia de vehículos en horas punta en las instalaciones de los establecimientos de venta de combustibles, los cuales sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para aire, por tal motivo se detalla las siguientes propuestas de mejora en la gestión de gases de combustión según las actividades críticas de las estaciones de servicio (Tabla 7).

Tabla 8. Propuestas de medidas de control y mitigación en la emisión de gases de combustión

| Actividades que realiza las estaciones de servicio | Propuestas de medidas de control |
|--|--|
| Ingreso de cisterna a la estación | Prevención: - Usar equipos y tecnología de combustión eficiente como por ejemplo: Compresores de gas natural comprimido (GNC). |
| | - Realizar mantenimientos cada 6 meses a los equipos de bombeo para evitar fugas. |
| | - Realizar operaciones seguras de los equipos, esto ayudará a evitar fugas del combustible y otros problemas que conduzcan las emisiones de gases. |
| - Usar combustibles limpios como: el gas natural. | |

Varillajes o
medición de tanques

Presencia de gases

- Verificar que los tanques de almacenamiento estén bien sellados para evitar fugas.
- Instalar sistemas de ventilación para evitar la acumulación de gases de combustión.
- Instalar sistemas de recuperación de vapores, esto permitirá capturar los vapores del combustibles que liberan los automóviles cuando se abastecen de combustible.

Ingreso de vehículos
a la estación de
servicios (Usuarios)

Vehículos encendidos a la
fila para ser atendidos

Vigilancia:

- Verificar el cumplimiento de las normas de emisión de gases de combustión mediante inspecciones periódicas por parte del ente fiscalizador (OEFA).
 - Implementar medidas de control para reducir las emisiones de combustión.
 - Realizar monitoreo trimestrales de emisiones de gases
 - Realizar programas de auditorías para la evaluación del cumplimiento de las normas de emisión de gases de combustión.
-

| | | Control: |
|---|----------------------|---|
| Suministro de combustible o atención al cliente | Evaporación de gases | <ul style="list-style-type: none"> - Implementar medidas de control como: instalación de equipos de control de emisiones. - Realizar mejoramientos de eficiencia energética, esto reducirá el consumo de combustible. - Realizar capacitaciones al personal sobre los riesgos de las emisiones de gases de combustión y como reducirlas. |
| | Inhalación de gases | <ul style="list-style-type: none"> - Implementar un plan de control de emisiones. - Realizar inspecciones periódicas (mensuales) a las instalaciones y equipos para detectar posibles fugas de combustibles. |
| Mantenimiento del tanque | Presencia de gases | |

Las estaciones de servicio de combustible y GLP son instalaciones que pueden generar impactos ambientales, si estos no son adecuadamente gestionados con medidas de control y prevención en las siguientes etapas: construcción, operación/mantenimiento y abandono. Uno de los principales impactos que puede generarse es la calidad de aire en su etapa de operación/mantenimiento, emitiendo gases que sobrepasan los ECA. El ABC de la fiscalización ambiental en materia de hidrocarburos a cargo de las oficinas desconcentradas del OEFA (2022), menciona que el monitoreo ambiental es un instrumento principal que permite evaluar el estado de la calidad ambiental del aire.

V. CONCLUSIONES

1. Se registró una mayor carga vehicular en el Gasocentro Ivonne & Dayana EIRL y la menor carga vehicular en la estación de servicios Jasfor Combustibles SAC.
2. Se determinó las emisiones de gases contaminantes en las estaciones de servicio de combustible y GLP siendo el CO con mayor emisión de gases, seguido del CH₄ y en bajas emisiones el NO₂, los cuales sobrepasan el nivel normado del ECA para aire.
3. El 52.6 % de trabajadores mencionaron que el aire que respiran es malo para su salud. Dentro de los malestares que presentaron los trabajadores con más frecuencia son los mareos leves.
4. Como medida de control y mitigación respecto a la emisión de gases de combustión, se propone que las estaciones de servicio realicen inspecciones mensuales a las instalaciones y equipos, mantenimiento cada 6 meses a los equipos de bombeo y el cumplimiento del IGA mediante monitoreo trimestrales.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Se sugiere a las Estaciones de Servicio implementar en el IGA plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire.
2. Se sugiere a las estaciones de servicio y GLP dar cumplimiento del IGA en la realización del monitoreo trimestral.
3. Se recomienda a las estaciones de servicio y GLP exigir al usuario mantener apagado su motor cuando se encuentra en fila de despacho.
4. Se recomienda al ente fiscalizador OEFA realizar verificaciones de monitoreo in situ en las estaciones de servicio.
5. Se sugiere a las estaciones de servicio y GLP desarrollar e implementar tecnologías eficientes y limpias de combustión, como por ejemplo: Sistemas de monitorización ambiental, que supervisan la calidad del aire y la presencia de posibles fugas de gases o combustibles.
6. Se sugiere a la OEFA promover la educación y sensibilización sobre las emisiones de gases de combustión a las estaciones de servicio.
7. Se sugiere a las estaciones de servicio realizar seguimiento médico a los trabajadores que están expuestos a los gases de combustión.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGENCIA PARA SUSTANCIAS TOXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES, 2020. Plomo-ToxFAQs. [En línea]: pp. 1-2. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf
- ANLA, 2021. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. [En línea]: (https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos-anla/318-proyectos-transformacionales/estrategia-de-medidas-preventivas#:~:text=Las%20medidas%20preventivas%20tienen%20por,paisaje%20o%20la%20salud%20humana, visitado el 08 de julio de 2023).
- AYALA, K., 2016. Niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) generados por el flujo vehicular en la zona urbana de Tingo María. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA [Tesis]. 94 pág. Tingo María – Perú.
- CAMARA NACIONAL FORESTAL, 2014. [En línea]: (https://www.cnf.org.pe/py_ejecucion/valor_agregado.html, visitado el 08 de julio de 2023).
- CEPAL, 2022. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Estadísticas ambientales y de cambio climático para América Latina y el Caribe. [En línea]: (<https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736683>)
- CONSORCIO VIA INGENIEROS, 2014. Estudio definitivo rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Pacobamba – Huironay – Ccerabamba –Abra Cusqueña. [Informe]. 177 pág. [En línea]: http://proviasdes.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-28-2018-MTC21-LPN/2.2.%20ESTUDIO%20DE%20TRAFICO.pdf
- CRANA, 2018. Centro de Recursos Ambientales de Navarra. Contaminación atmosférica. [En línea]: (http://www.crana.org/es/contaminacion/mas-informacion_3/monoxido-carbono-co.)

ECHA, 2022. EUROPEAN CHEMICAL AGENCY [En línea]: (<https://prtr-es.es/NOx-oxidos-e-nitrogeno,15595,11,2007.html>, consultado el 08 de julio de 2023).

ECHA, 2022, EUROPEAN CHEMICAL AGENCY [En línea]: (<https://-es.es/CH4-metano,15588,11,2007.html>, consultado el 08 de julio de 2023).

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2010. Metano [En línea]: (<https://www.britannica.com/science/methane>, consultado el 09 de julio de 2023).

ESPINOZA, A. J. G., MOSCOSO, D. J. C., & ESPINOZA, C. G. (2022). Identificación y evaluación de los contaminantes ambientales generados por las estaciones de servicios de combustibles en el cercado de Ica. *Ñawparisun – Revista de Investigación Científica*, 3 (4).

FARROÑAN, C. (2017). Concentraciones de gases y niveles de ruido según los Estándares De Calidad Ambiental (ECA) en las estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo 2012 – 2014. Universidad De Lambayeque. [Tesis]. 114 pág. Chiclayo – Perú.

INEI, 2017. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas. [En línea]: (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541index.htm, Consultado el 10 de agosto de 2020).

INSHT. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio [Informe]. Madrid – España. 2007

IPCC. 2022. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and vulnerability.

JIMENEZ RESTREPO, N. (2019). Inventario de emisiones atmosféricas por fuentes estacionarias puntuales y estaciones de servicio de combustible en el área urbana del municipio de Santiago de Cali – año 2017 (Doctoral dissertation).

- JIN, L. 2016. On the equivalence between continuum and car-following models of traffic flow. *Transportation Research Part B: Methodological*, 93, 543-559.
- KONG, *et al.* 2016. Urban traffic congestion estimation and prediction based on floating car trajectory data. *Future generation computer systems*, 61, 97 – 107. [En línea]: (<https://doi.org/10.1016/j.future.2015.11.013>, consultado el 08 de julio de 2023)
- LEFEVRE, M. L. (2021). “Aplicación de sistema de modelado calpuff para estimación de concentraciones de gases benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) en proximidades a estaciones de servicio en la Ciudad de La Plata, Argentina”.9.
- LI, L. & CHEN, X. 2017. Vehicle headway modeling and its inferences in macroscopic/microscopic traffic flow theory: A survey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 76, 170 – 188. [En línea]: (<https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.007>, consultado el 09 de julio de 2023)
- MAQUERA, P., 2019. Evaluación del nivel de servicios de flujos vehiculares, en dos intersecciones semaforizadas de la Av. Jorge Basadre G. intersección con Av. Tarata y Av. Internacional, Alto Alianza – Tacna, 2018. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA [Tesis]. 127 pág. Tacna – Perú.
- MINAM. 2017. Ministerio Nacional del Ambiente. D.S. N° 003-2017-MINAM. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para aire. Disposiciones complementarias [Artículo]. *El peruano* – Lima – Perú. Pág. 4.
- MINAM, 2019. Ministerio Nacional del Ambiente. Informe. [En línea]: (<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>).
- MITECO. 2021. Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico. *Monóxido de carbono*. MITECO. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/monoxido-carbono.aspx>.

- MEM. 2022. Ministerio de Energía y Minas. D.S. N° 032-2022-EM. Aprueban “Glosario, siglas y abreviaturas del subsector Hidrocarburos”. [En línea]: (<https://faolex.fao.org/docs/pdf/per70647.pdf>)
- MOTTE, R. C. (2018). Determinación del Material Particulado (PM10 y PM2.5), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) en el distrito de Ocoruro-Provincia Espinar-Región Cusco. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL, 43.
- MOZO, J. 2012. Capítulo: Teoría de flujo vehicular. En Análisis de capacidad y nivel de servicio de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad (pp.10-29). [En línea]: (<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf?sequence=4>, consultado el 09 de julio de 2023).
- NATIONAL GEOGRAPHIC, 2019. Medio Ambiente. La contaminación del aire. [En línea]: (<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-del-aire>)
- PHE. 2019. Public Health England. *Compendium of Chemical Hazards: Methane*. 1-4.
- PINEDO, J. (2017). Evaluación de la Calidad de aire por NO₂ en estaciones de servicio por unidades de transporte pesado en las ciudades de lavanda de Shilcayo, Tarapoto y Morales. Universidad Alas Peruanas. [Tesis]. 91 pág. Tarapoto – Perú.
- SEMARNAT. 2018. Fuente de contaminación atmosférica. GOBIERNO DE MEXICO. [En línea: <https://www.gob.mx/semarnat/aticulos/fuentes-de-contamiancion-atmosferica>, consultado el 10 de octubre de 2023]
- SENAMHI, 2018. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Condiciones de tiempo. Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú. [En línea]: SENAMHI (https://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi.Artículo, visitado el 03 de mayo de 2022).

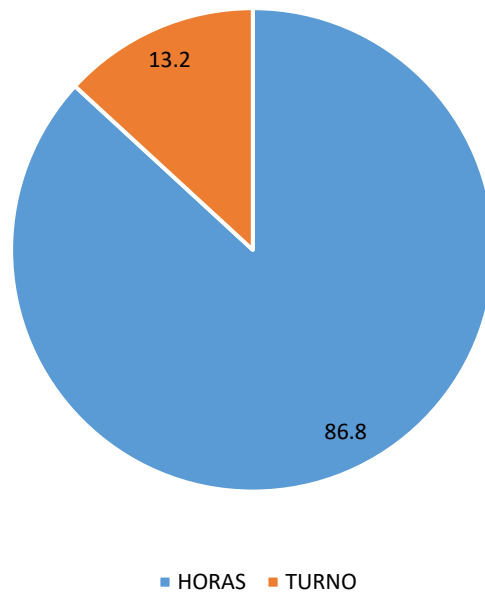
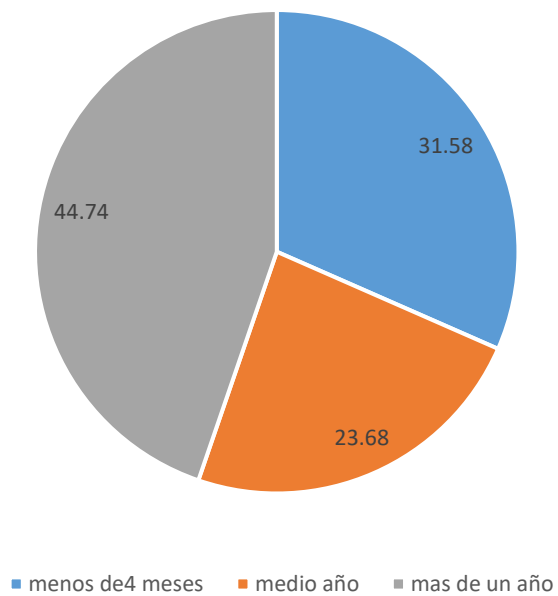
SENAMHI, 2023. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU. Datos hidrometeorológicos a nivel nacional – Estación: Tingo María.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI). (s.d.). Guía climática turística. Ed. Por F. Cuba y N. Ita. Lima, Perú. 216 p.

SOLOMON, S., QIN, D. Y MANNIGN, M. (2018). Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero aprobado en detalles.

ZAVALA. G., 2014. Niveles de contaminación acústica por tráfico automotor de marzo – julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María. Tesis Ing. Ambiental. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 119p.

ANEXO

Anexo C. Gráficos de encuestas a trabajadores de las estaciones a servicios**Figura 17.** Horario de trabajo**Figura 18.** Tiempo que trabajan en las estaciones de servicios

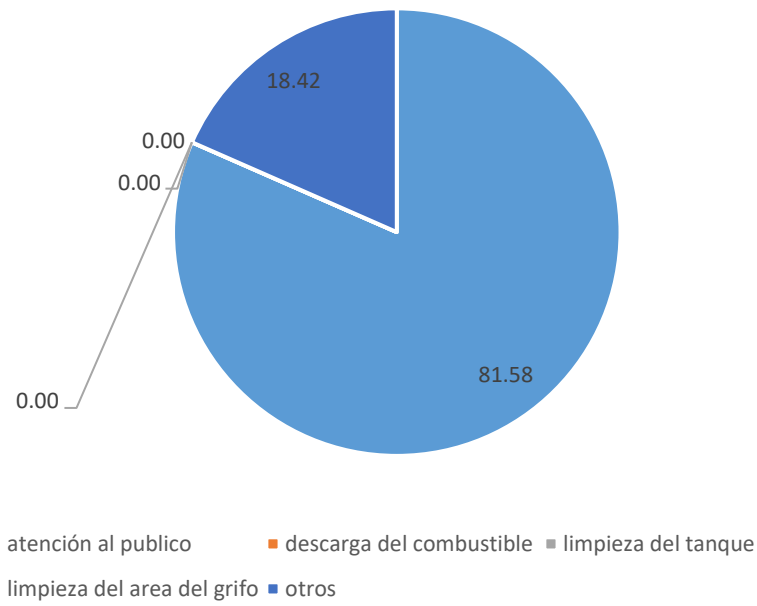


Figura 19. Actividades que realizan los trabajadores en las estaciones de servicios

Anexo D. Gráficos de carga de usuarios en las estaciones de servicios

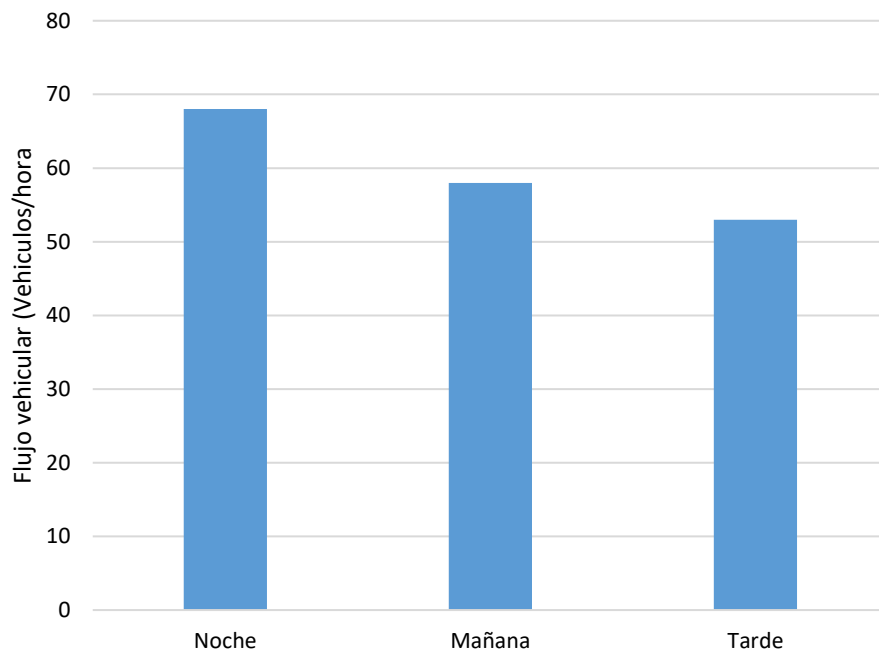


Figura 20. Aforo vehicular por turnos

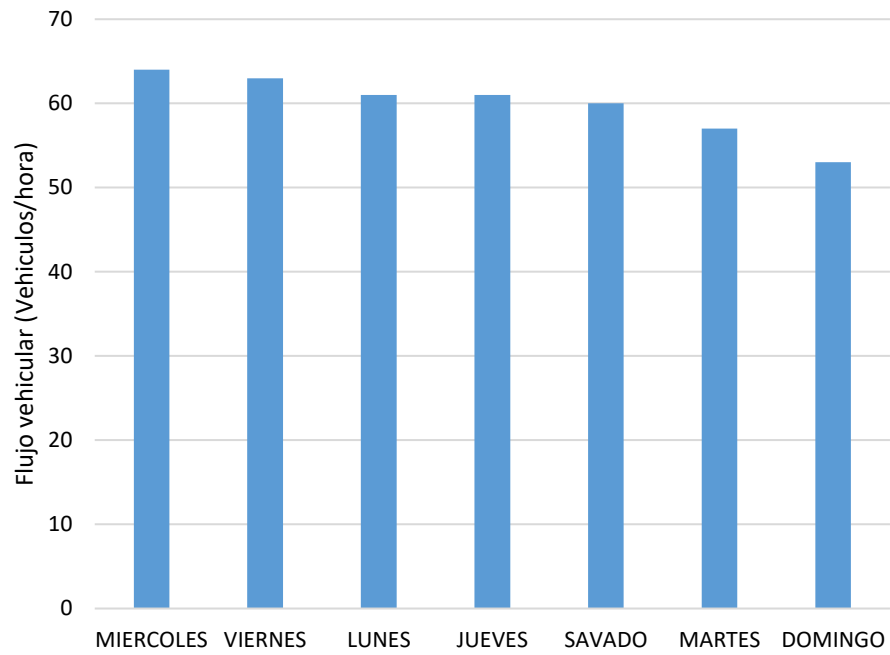


Figura 21. Aforo vehicular por día

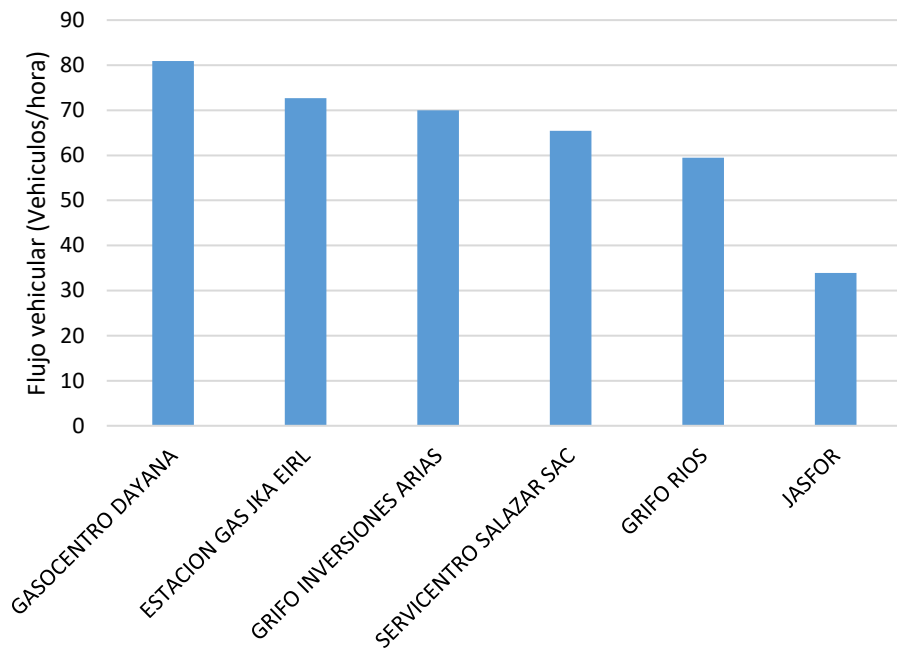


Figura 22. Aforo vehicular por estaciones de servicio

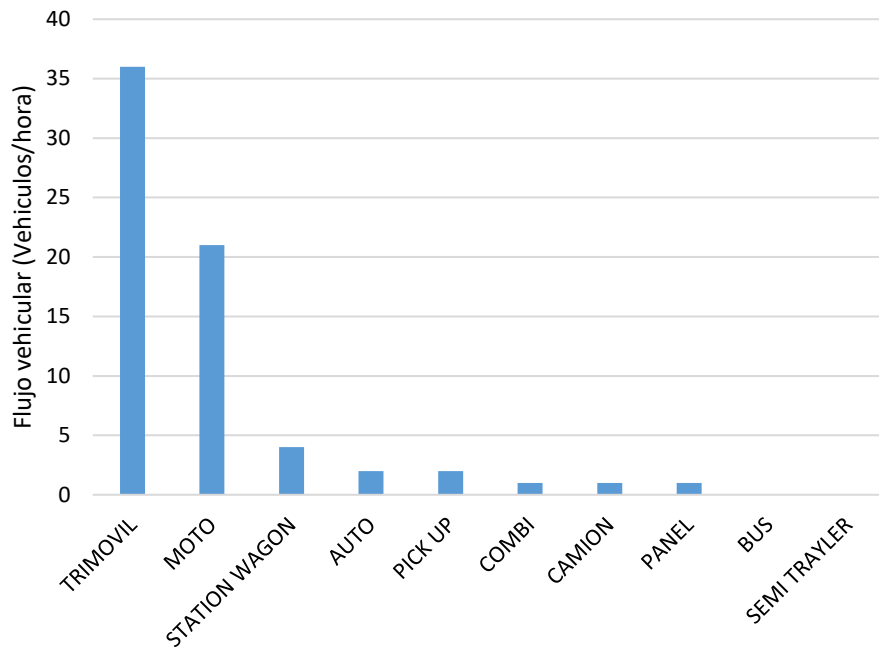


Figura 23. Tipos de vehículos que frecuentan las estaciones de servicio

Anexo E. Análisis estadístico y prueba de Duncan

Tabla 9. Análisis de varianza de las emisiones de NO₂, CO y CH₄

| Niveles | Suma de Cuadrados | GL | Media Cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|-----------|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 20719,841 | 2 | 10359,921 | 55,773 | ,000 |
| Dentro de grupos | 11145,143 | 60 | 185,752 | | |
| Total | 31864,984 | 62 | | | |

Tabla 10. Prueba de Duncan

| Concentraciones | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-----------------|----|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| NO ₂ | 21 | ,3333 | |
| CH ₄ | 21 | 6,5238 | |
| CO | 21 | | 41,5238 |
| Sig. | | ,146 | 1,000 |

Anexo F. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ por estaciones de servicios

Tabla 11. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la Estación Gas JKA E.I.R.L.

| Estación JKA EIRL | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 1 | 3.238 | 5 | 0 | 0.273 |
| | 12 - 1 pm | 0.700 | 0.000 | 0.075 | 64 | 1 | 11 | 2 | 0 | 0.357 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 53 | 0 | 11.522 | 0 | 0 | 0 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 55 | 0 | 17.774 | 5 | 0 | 0.920 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 5 | 9.412 | 8 | 0 | 2.765 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 29 | 10 | 19.296 | 10 | 0 | 4.148 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 40 | 14 | 24.364 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 50 | 15 | 22.450 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 51 | 1 | 13.231 | 0 | 0 | 0 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 5 | 10.263 | 1 | 0 | 0.316 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 28 | 16 | 22.278 | 3 | 0 | 1.167 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 25 | 4 | 13.063 | 2 | 0 | 0.875 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 22 | 6 | 15.731 | 1 | 0 | 0.192 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 22 | 11 | 13.235 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 3 | 7.923 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 5 | 8.308 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 4 | 7.095 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 6 | 7.800 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 3 | 4.875 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 6 | 10.471 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 7 | 9.083 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 12. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la estación de servicios Servicentro Salazar S.A.C.

| Servicentro Salazar SAC | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 30 | 0 | 4.476 | 6 | 0 | 0.286 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 8 | 1 | 2.692 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 5 | 0 | 2.200 | 0 | 0 | 0 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 0 | 3.667 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 1 | 7.941 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 30 | 0 | 4.630 | 1 | 0 | 0 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 0 | 3.682 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 0 | 3.550 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 50 | 3 | 10.615 | 0 | 0 | 0 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 15 | 1 | 7.368 | 1 | 0 | 0.158 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 0 | 6.056 | 3 | 0 | 0.167 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 9 | 1 | 5.688 | 0 | 0 | 0 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 1 | 4.462 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 1 | 4.706 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 1 | 4.192 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 9 | 1 | 3.846 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 1 | 5.905 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 10 | 0 | 6.400 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 1 | 5.063 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 15 | 1 | 9.765 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 1 | 6.833 | 1 | 0 | 0.167 |

Tabla 13. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la estación de servicios JASFOR
COMBUSTIBLES SAC

| Jasfor Combustibles SAC | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 1.000 | 0.000 | 0.100 | 13 | 2 | 4.471 | 5 | 0 | 0.412 |
| | 12 - 1 pm | 6.000 | 0.000 | 0.400 | 21 | 3 | 10 | 5 | 0 | 2.048 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19 | 9 | 11.172 | 8 | 0 | 1.241 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 29 | 5 | 15.564 | 10 | 0 | 3.846 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 40 | 16 | 26.706 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 51 | 14 | 22.438 | 0 | 0 | 0 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 5 | 8.875 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 28 | 7 | 19.316 | 3 | 1 | 1.211 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 25 | 16 | 21.000 | 2 | 0 | 1.273 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 21 | 4 | 10.316 | 1 | 0 | 0.474 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 22 | 9 | 17.278 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 11 | 12.688 | 0 | 0 | 0 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 3 | 7.897 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 7 | 8.588 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 4 | 7.069 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 3 | 4.929 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 4 | 10.045 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 7 | 8.533 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 10 | 0 | 5.750 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 4 | 10.706 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 7 | 8.750 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 14. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la estación de servicios Grifo Ríos D&D

| Grifo Ríos D&D | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 37 | 3 | 12.241 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.400 | 0.000 | 0.041 | 13 | 3 | 8.235 | 1 | 0 | 0.059 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 22 | 6 | 12.969 | 0 | 0 | 0 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 4 | 6.950 | 6 | 0 | 1.400 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 24 | 4 | 13.043 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 33 | 7 | 13.842 | 0 | 0 | 0 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 4 | 8.810 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 5 | 11.091 | 3 | 0 | 0.273 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 6 | 8.938 | 2 | 0 | 0.125 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 4 | 7.313 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 13 | 4 | 8.278 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 11 | 6 | 8.063 | 0 | 0 | 0 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 3 | 8.154 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 10 | 2 | 5.625 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 25 | 3 | 10.074 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 87 | 1 | 22.212 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 45 | 2 | 12.600 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 21 | 2 | 9.800 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 13 | 2 | 7.065 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 10 | 2 | 5.533 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 7 | 2 | 4.545 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 15. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la estación de servicios Gasocentro Ivonne & Dayana E.I.R.L.

| Gasocentro Ivonne & Dayana EIRL | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 9 | 2 | 4.552 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 2 | 5.857 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 29 | 3 | 10.241 | 0 | 0 | 0 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 2 | 6.621 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 | 3 | 7.316 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 48 | 4 | 15.971 | 0 | 0 | 0 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 | 2 | 7.179 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 63 | 3 | 14.619 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 29 | 4 | 10.700 | 0 | 0 | 0 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 24 | 3 | 9.760 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 24 | 3 | 9.182 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19 | 3 | 7.313 | 78 | 0 | 12.750 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 32 | 2 | 10.885 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 25 | 1 | 5.818 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 2 | 7.577 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 1 | 4.087 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 2 | 5.619 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 29 | 2 | 9.920 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 | 1 | 5.958 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 | 1 | 4.522 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 7 | 1 | 3.375 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 16. Datos de las emisiones de NO₂, CO y CH₄ de la estación de servicios GRIFO INVERSIONES ARIAS S.A.C.

| Grifo Inversiones Arias SAC | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Día | Gas | NO₂ | | | CO | | | CH₄ | | |
| | Hora | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom | Vmax | Vmin | Prom |
| Lunes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 16 | 1 | 6.679 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 45 | 3 | 7.867 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 3 | 7.846 | 0 | 0 | 0 |
| Martes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 1 | 6.821 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19 | 2 | 6.545 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 | 3 | 6.818 | 0 | 0 | 0 |
| Miércoles | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19 | 2 | 6.583 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 41 | 1 | 9.759 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 32 | 4 | 14.086 | 0 | 0 | 0 |
| Jueves | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 27 | 1 | 9.115 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 8 | 2 | 4.737 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 23 | 2 | 8.000 | 0 | 0 | 0 |
| Viernes | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 28 | 1 | 6.250 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 12 | 2 | 6.207 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 35 | 3 | 13.900 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 48 | 1 | 9.591 | 1 | 0 | 0.045 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 17 | 2 | 6.900 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 33 | 3 | 11.179 | 0 | 0 | 0 |
| Domingo | 7 - 8 am | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 36 | 1 | 5.923 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 - 1 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 27 | 2 | 7.692 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 - 7 pm | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 18 | 2 | 6.333 | 0 | 0 | 0 |

Anexo G. Evaluación de encuestas mediante juicio de expertos

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022

I. DATOS:

1. NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO: JIMMY GONZALES SIAS

2. CENTRO LABORAL: GERENCIA DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTION AMBIENTAL – MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MARISCAL RAMON CASTILLA

3. ESPECIALIDAD: INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL

II. ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN

| N° | INDICADORES | CRITERIOS | APRECIACIÓN | | SUGERENCIAS |
|----|---------------|--|-------------|----|-------------|
| | | | SI | NO | |
| 1 | FUNCIONALIDAD | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planeada | X | | |
| 2 | OBJETIVIDAD | El instrumento esta expresado en comportamientos observables | X | | |
| 3 | ORGANIZACIÓN | El orden los ítems y áreas es adecuado | X | | |
| 4 | CLARIDAD | El vocabulario es adecuado para el grupo de investigación | X | | |
| 5 | SUFICIENCIA | El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable | X | | |
| 6 | CONSISTENCIA | Tiene la base teórica y científica que respalda | X | | |
| 7 | COHERENCIA | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe una coherencia | X | | |
| 8 | APLICABILIDAD | Los procedimientos para su aplicación y su corrección son sencillos | X | | |

Recomienda que proceda su aplicación: Si (X) No ()

.....
 Ing. Jimmy Gonzales Sias
 Especialista Ambiental

Figura 24. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Jimmy Gonzales

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022

I. DATOS:

1. NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO: *Eduardo Junior Celiz Molina*
2. CENTRO LABORAL: *CONSORCIO SUPERVISOR CENTRO*
3. ESPECIALIDAD: *ESPECIALISTA AMBIENTAL*

II. ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN

| N° | INDICADORES | CRITERIOS | APRECIACIÓN | | SUGERENCIAS |
|----|---------------|--|-------------|----|---|
| | | | SI | NO | |
| 1 | FUNCIONALIDAD | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planeada | X | | |
| 2 | OBJETIVIDAD | El instrumento esta expresado en comportamientos observables | X | | |
| 3 | ORGANIZACIÓN | El orden los ítems y áreas es adecuado | X | | |
| 4 | CLARIDAD | El vocabulario es adecuado para el grupo de investigación | | X | <i>Usar las abreviaciones entre parentesis, luego de la palabra completa.</i> |
| 5 | SUFICIENCIA | El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable | X | | |
| 6 | CONSISTENCIA | Tiene la base teórica y científica que respalda | X | | |
| 7 | COHERENCIA | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe una coherencia | X | | |
| 8 | APLICABILIDAD | Los procedimientos para su aplicación y su corrección son sencillos | X | | |

Recomienda que proceda su aplicación: Si (X) No ()



 Experto
 EDUARDO JUNIOR CELIZ MOLINA
 CIP 242739
 ESPECIALISTA AMBIENTAL
 CONSORCIO SUPERVISOR CENTRO

Escaneado con CamScanner

Figura 25. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Eduardo Celiz

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - HUÁNUCO 2022

I. DATOS:

1. NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO:

Luis Enrique Cárdenas Huaman

2. CENTRO LABORAL:

INDEPENDIENTE

3. ESPECIALIDAD:

ING. AMBIENTAL

II. ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN

| Nº | INDICADORES | CRITERIOS | APRECIACIÓN | | SUGERENCIAS |
|----|---------------|--|-------------|----|-------------|
| | | | SI | NO | |
| 1 | FUNCIONALIDAD | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planeada | X | | |
| 2 | OBJETIVIDAD | El instrumento esta expresado en comportamientos observables | X | | |
| 3 | ORGANIZACIÓN | El orden los ítems y áreas es adecuado | X | | |
| 4 | CLARIDAD | El vocabulario es adecuado para el grupo de investigación | X | | |
| 5 | SUFICIENCIA | El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable | X | | |
| 6 | CONSISTENCIA | Tiene la base teórica y científica que respalda | X | | |
| 7 | COHERENCIA | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe una coherencia | X | | |
| 8 | APLICABILIDAD | Los procedimientos para su aplicación y su corrección son sencillos | X | | |

Recomienda que proceda su aplicación: Si (X) No ()



 CARDENAS HUAMAN LUIS ENRIQUE
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 278445

 Sello y firma del experto

Figura 26. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Luis Cárdenas

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022

I. DATOS:

- 1. NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO: JOSE BORIS PINEDO GONZALEZ**
- 2. CENTRO LABORAL: AEROPUERTO TINGO MARIA – CORPAC S.A.**
- 3. ESPECIALIDAD: INGENIERIA AMBIENTAL**

II. ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN

| Nº | INDICADORES | CRITERIOS | APRECIACIÓN | | SUGERENCIAS |
|----|---------------|--|-------------|----|-------------|
| | | | SI | NO | |
| 1 | FUNCIONALIDAD | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planeada | X | | |
| 2 | OBJETIVIDAD | El instrumento esta expresado en comportamientos observables | X | | |
| 3 | ORGANIZACIÓN | El orden los ítems y áreas es adecuado | X | | |
| 4 | CLARIDAD | El vocabulario es adecuado para el grupo de investigación | X | | |
| 5 | SUFICIENCIA | El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable | X | | |
| 6 | CONSISTENCIA | Tiene la base teórica y científica que respalda | X | | |
| 7 | COHERENCIA | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe una coherencia | X | | |
| 8 | APLICABILIDAD | Los procedimientos para su aplicación y su corrección son sencillos | X | | |

Recomienda que proceda su aplicación: Si (X) No ()


JOSE BORIS PINEDO GONZALEZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 211599

Figura 27. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. José Pinedo

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO 2022

I. DATOS:

1. **NOMBRE Y APELLIDOS DEL EXPERTO:** Yerlin Hernandez Tolentino Duran
2. **CENTRO LABORAL:** DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS E HIDROCARBUROS
3. **ESPECIALIDAD:** Ingeniero Ambiental

II. ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN

| Nº | INDICADORES | CRITERIOS | APRECIACIÓN | | SUGERENCIAS |
|----|---------------|--|-------------|----|-------------|
| | | | SI | NO | |
| 1 | FUNCIONALIDAD | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planeada | X | | |
| 2 | OBJETIVIDAD | El instrumento esta expresado en comportamientos observables | X | | |
| 3 | ORGANIZACIÓN | El orden los ítems y áreas es adecuado | X | | |
| 4 | CLARIDAD | El vocabulario es adecuado para el grupo de investigación | X | | |
| 5 | SUFICIENCIA | El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable | X | | |
| 6 | CONSISTENCIA | Tiene la base teórica y científica que respalda | X | | |
| 7 | COHERENCIA | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe una coherencia | X | | |
| 8 | APLICABILIDAD | Los procedimientos para su aplicación y su corrección son sencillos | X | | |

Recomienda que proceda su aplicación: Si (X) No ()


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Yerlin Hernandez Tolentino Duran
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIPN° 204191
 Sello y firma del experto

Figura 28. Evaluación juicio de experto a cargo del Ing. Yerlin Tolentino

Anexo H. Constancia de calibración de equipo

Xi'an HuaFan Technology Co.,Ltd.
 No.3 General Workshop,Huoju Road,Beilin Disrict,Xi'an,Shaanxi,China

Inspection - Calibration Report

| | | | |
|-------------------|---|--------------|------------|
| Description | Portable multi gas detector | Model | HFP-0401 |
| Product NO. | | Release date | 2022.08.30 |
| Appearance | Clear, no etch, no burr etc. mechanical defacement | | |
| Calibration Gas | Combustible gas: <input checked="" type="checkbox"/> CH4 Oxygen: <input type="checkbox"/> O2 Toxic gas: <input checked="" type="checkbox"/> NO2 <input checked="" type="checkbox"/> CO <input type="checkbox"/> SO2 <input type="checkbox"/> H2S <input type="checkbox"/> NH3 Others: ____ | | |
| Tracer Gas | Combustible gas: <input checked="" type="checkbox"/> CH4 Oxygen: <input type="checkbox"/> O2 Toxic gas: <input checked="" type="checkbox"/> NO2 <input checked="" type="checkbox"/> CO <input type="checkbox"/> SO2 <input type="checkbox"/> H2S <input type="checkbox"/> NH3 Others: ____ | | |
| Detecting Range | Combustible gas: <input checked="" type="checkbox"/> CH4(0~100)%LEL Oxygen: <input type="checkbox"/> Toxic gas: <input checked="" type="checkbox"/> NO2 (0~ 20)×10 ⁻⁶ mol/mol <input checked="" type="checkbox"/> CO (0~ 1000)×10 ⁻⁶ mol/mol | | |
| Measuring Error | Combustible gas: <input checked="" type="checkbox"/> ±3%LEL Oxygen: <input type="checkbox"/> Toxic gas: <input checked="" type="checkbox"/> ±5%FS | | |
| Alarming Point | Combustible gas: CH4 <input checked="" type="checkbox"/> Low: 25%LEL; High: 50%LEL Oxygen: O2 <input type="checkbox"/> Toxic gas: NO2 <input checked="" type="checkbox"/> Low: 5×10 ⁻⁶ mol/mol; High: 10×10 ⁻⁶ mol/mol CO <input checked="" type="checkbox"/> Low: 50×10 ⁻⁶ mol/mol; High: 150×10 ⁻⁶ mol/mol | | |
| Testing Condition | Temperature:25°C humidity:45%RH | | |
| Testing Result | Qualified | | |
| Remarks | | | |

Checker: 王成

2022-8-30



Figura 29. Constancia de calibración del equipo Detector de gases

ENCUESTA PARA TRABAJADORES DE ESTACIONES DE SERVICIOS

1. ¿Considera Ud. que el aire que respira dentro del grifo es bueno para su salud?

Si () No (x)

2. ¿Trabajan por horas o turnos?,

Horas (x) Turnos ()

Especifique en que turno trabaja.....

Especifique cuantas horas8.....

3. ¿Cuánto tiempo trabaja en la estación de servicio?

Menos de 4 meses () medio año () Más de un año (x)

4. ¿Qué actividades realiza en el grifo?

Atención al público () Descarga del combustible () Limpieza del tanque () Limpieza del área del grifo () Otros (x) P

5. Actualmente ¿percibe ud. el aroma del combustible que expende?

Si (x) No ()

6. ¿A qué hora del día considera que se siente más fuerte el olor a gasolina o GLP?

En la mañana () Al mediodía (x) En la tarde () En la noche ()

7. Ha presentado algún tipo de malestar al realizar su trabajo?

Si () No (x)

Indique cual es el malestar más frecuente (Marque solo una rpt)

Irritación de ojos () Ardor en la garganta () Mareos () Irritación en la piel () Intoxicación ()

Figura 31. Encuesta llenada a cargo del personal administrativo

Anexo J. Clasificación vehicular por turnos

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| Nombre de la avenida o jirón | Av. Sven Erickson avda 2 | | | Nombre de la estación de servicio | Grupo Inversiones Arias SAC | |
| Sentido de la avenida o jirón | ← | X | → | Tomo: Mañana (7-8 am) | | |
| Fecha | 10/10/22 al 16/10/2022 | | | | | |











| | MOTO  | TRIMOVIL  | AUTO  | STATION WAGON  | CAMIONETAS | | | BUS  | CAMION  | SEMI TRAYLER  |
|------|---|---|---|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | PICK UP  | PANEL  | COMBI  | | | |
| LUN | | | I | | | | | | | |
| MAR | | | | | | | | | | |
| MIER | | | | | | | | | | |
| JUE | | | I | | | | | | | |
| VIER | | | | | I | | | | | |
| SAB | | | | | | | | | | |
| DOM | | | | I | I | | | | | |

Figura 32. Clasificación vehicular de 7 - 8 am

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| Nombre de la avenida o jirón | Av. Sven Erickson avda 2 | | | Nombre de la estación de servicio | Grupo Inversiones Arias SAC | |
| Sentido de la avenida o jirón | ← | X | → | Tomo: Tarde (12-1 pm) | | |
| Fecha | 10/10 al 16/10 | | | | | |











| | MOTO  | TRIMOVIL  | AUTO  | STATION WAGON  | CAMIONETAS | | | BUS  | CAMION  | SEMI TRAYLER  |
|------|---|---|---|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | PICK UP  | PANEL  | COMBI  | | | |
| LUN | | | | | | | | | | |
| MAR | | | I | | | | | | | |
| MIER | | | | | I | | | | | |
| JUE | | | I | | | | | | | |
| VIER | | | | | | | | | | |
| SAB | | | I | | I | | | | | |
| DOM | | | | | I | | | | | |

Figura 33. Clasificación vehicular de 12 - 1 pm

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

| | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| Nombre de la avenida o jirón | Av. Sven Erickson cdra 2 | | | Nombre de la estación de servicio | Grafo Inversiones Aritas S.A.C. |
| Sentido de la avenida o jirón | ← | X | → | Turno: Noche (6-7 pm) | |
| Fecha | 10/10 al 16/10 | | | | |








| | MOTO | TRIMOVIL | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | BUS | CAMION | SEMI TRAYLER |
|------|---|---|---|---|------------|-------|-------|---|---|---|
| |  |  |  |  | PICK UP | PANEL | COMBI |  |  |  |
| LUN | | | | | | | | | | |
| MAR | | | | | | | | | | |
| MIER | | | | | | | | | | |
| JUE | | | | | | | | | | |
| VIER | | | | | | | | | | |
| SAB | | | | | | | | | | |
| DOM | | | | | | | | | | |

Figura 34. Clasificación vehicular de 6 - 7 pm

Anexo K. Solicitud de permiso para ejecutar el trabajo de investigación

CARGO

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

SOLICITO: Permiso para realizar trabajo de investigación

SRS.
GRIFO RIOS D&D

Yo, Almendra Carolina Salazar Luciani, identificada con DNI N° 70260207, con domicilio en Av. Amazonas #686 ubicada en la ciudad de Tingo María. Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

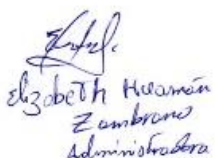
Me encuentro realizando mi tesis titulada: "EMISIONES DE NO₂, CO Y CH₄ EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE Y GLP EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA, DISTRITO DE RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - HUÁNUCO 2022", con resolución N° 340-2022-D-FRNR-UNAS (el cual adjunto).

Por lo que pido me de la autorización para realizar mediciones de gases y aplicar encuestas dentro de las instalaciones de su empresa, de acuerdo al cronograma adjunto.


Así mismo me comprometo a proporcionarle la información final de las mediciones.

Por lo expuesto:
Ruego a usted acceder a mi solicitud.

Tingo María 27 de Julio de 2022



Elizabeth Huamán
Zambrano
Administradora



Almendra Carolina Salazar Luciani
DNI: 702620207

Figura 35. Solicitud de permiso enviadas a las estaciones de servicio para ejecutar el trabajo de investigación

Anexo L. Carta de autorización de las estaciones de servicios para ejecutar el trabajo de investigación




INVERSIONES ARIAS S.A.C.
 RUC 20181197570
"SURTIDORES TINGO MARIA"
 Av. Enrique Pimentel Mz "M" Lt. 120/Esq. con Sveen Erickson-Tingo María
 Telf. (062)56-2712 -952657037-Rupa Rupa-Leoncio Prado- Huánuco
 E-mail: iasactm@gmail.com

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Tingo María, 03 de agosto de 2022

SEÑORITA:
 ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI

ASUNTO: Carta de Autorización para realizar
 Trabajo de Investigación:
 REFERENCIA: Carta s/Nro de fecha 27/07/22

Es grato dirigirme a su persona, para informarle que mi representada, acepto su solicitud presentada con fecha 27 de julio del presente año; en tal sentido, queda Ud. Autorizada para realizar su trabajo de investigación dentro de las instalaciones de la empresa, Así mismo, pido a Ud. Proporcionar los resultados de su investigación, las cuales servirán a mi representada.
 Nos suscribimos de Ud.

INVERSIONES ARIAS S.A.C.
 TINGO MARIA

 Lic. Adm. Nancy B. Cusiñas Cerrón
 ADMINISTRADORA

Oficina: Av. Cascanueces II M Lote 1 Zona Industrial Santa Anita - Lima - Tlf. : 354-1116 / 354-4720

Figura 36. Carta de autorización de la estación de servicios INVERSIONES ARIAS SAC



**GASOCENTRO IVONNE –
DAYANA E.I.R.L.**
Av. Tito Jaime F. N° 723 – Tingo
María
Leoncio Prado – Rupa Rupa –
Huánuco

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANIA NACIONAL”

FECHA: 30-07-2022

GASOCENTRO IVONNE - DAYANA E.I.R.L.

**ASUNTO: CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

ESTIMADA: ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que la empresa “GASOCENTRO IVONNE – DAYANA E.I.R.L., acepto su solicitud presentada con la fecha 27 de julio del presente año, en tal sentido, queda Ud. Autorizada para realizar su trabajo de investigación dentro de las instalaciones de la empresa. Así mismo, pido a Ud. Proporcionar los resultados de su investigación, las cuales servirán para estudios a futuro de la empresa.

Saludos cordiales

**GASOCENTRO
IVONNE - DAYANA E.I.R.L.**

Figura 37. Carta de autorización de la estación de servicios GASOCENTRO IVONNE & DAYANA EIRL

JASFOR COMBUSTIBLES SAC

JR AGUAYTIA 387 TINGO MARIA

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANIA NACIONAL”

SEÑORITA:
ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI

Ciudad.-

ASUNTO: Carta de Autorización para realizar
Trabajo de Investigación:

REFERENCIA: Carta s/Nro de fecha 27/07/22

Es grato dirigirme a su persona, para informarle que mi representada, acepto su solicitud presentada con fecha 27 de julio del presente año; en tal sentido, queda Ud. Autorizada para realizar su trabajo de investigación dentro de las instalaciones de la empresa, Así mismo, pido a Ud. Proporcionar los resultados de su investigación, las cuales servirán a mi representada.

Nos suscribimos de Ud.

Tingo María 03 de Agosto de 2022

JASFOR COMBUSTIBLES S.A.C.


Lic. Adm. David Salaverry Rios
GERENTE

Figura 38. Carta de autorización de la estación de servicios JASFOR COMBUSTIBLES SAC

SERVICENTRO SALAZAR SAC

RUC 20529262541

COMBUSTIBLES DE CALIDAD Y GARANTIA PETROPERU

Av. Amazonas Nº 704 – Tingo María / Cel.- 987388069-(062) 406477

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANIA NACIONAL”**ASUNTO:** CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**ESTIMADA:** ALMENDRA CAROLINA SALAZAR LUCIANI

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que la empresa “SERVICENTRO SALAZAR S.A.C.”, ha aceptado que su persona realice su trabajo de investigación dentro de las instalaciones de mi empresa. Así mismo se compromete a proporcionar la información final de las mediciones para estudios a futuro de la empresa.

Saludos Cordiales

Tingo María 03 de Agosto de 2022

SERVICENTRO SALAZAR S.A.C.
Esteban Silva

Esteban Salazar Silva
GERENTE

SERVICENTRO SALAZAR S.A.C.**Figura 39.** Carta de autorización de la estación de servicio SERVICENTRO SALAZAR SAC

ESTACION GAS JKA EIRL**RUC: 20542480247**

AV. AMAZONAS NRO 628

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Tingo María, 22 de agosto del 2022

SALAZAR LUCIANI, Almendra Carolina**Bachiller de Ciencias Ambientales de la Facultad de Recursos Naturales****Renovables de la Universidad Agraria de la Selva.**

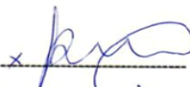
ASUNTO: Se concede el permiso para realizar su trabajo de investigación dentro de mi establecimiento.

Por medio de la Presente, me dirijo a usted, para saludarlo muy cordialmente a nombre de ESTACION GAS JKA E.I.R.L. – Tingo María.

La Srta. SALAZAR LUCIANI, Almendra Carolina, con DNI N° 70260207, Bachiller de Ciencias Ambientales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Agraria de la selva, quien solicita a nuestra entidad: Realizar su trabajo de investigación en Estación Gas JKA E.I.R.L.-Tingo María.

Por lo que se comunica a usted que puede desarrollar su investigación de sus tesis, con la finalidad de realizar mediciones de gases y aplicar encuestas a fines a su tema a desarrollar.

Atentamente



AYDE RAMOS MÁTEOS
ESTACION GAS JKA EIRL
GERENTE GENERAL

Figura 40. Carta de autorización de la estación de servicios ESTACION GAS JKA EIRL



Figura 41. Carta de autorización de la estación de servicios GRIFO RIOS D&D

Anexo M. Panel fotográfico



Figura 42. Medición de gases turno mañana en la estación de servicios JKA



Figura 43. Medición de gases en la estación de servicios SERVICENTRO SALAZAR SAC



Figura 44. Medición de gases en GRIFO RIOS D&D



Figura 45. Medición de gases en la estación de servicios GASOCENTRO DAYANNA & IVONNE EIRL



Figura 46. Encuesta a trabajadores y personal administrativo de las estaciones de servicios



Figura 47. Encuesta a trabajadores de las estaciones de servicio

Figura 48. Mapa de ubicación de las estaciones de servicio de combustible y GLP

