

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

TESIS

Índice de la calidad de aire de combustión del monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi y Huaycan

Por:

Jhon Misael Córdova Peña

Asesor:

Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio

Lima, febrero de 2019

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA
DEL INFORME DE TESIS**

Jackson Edgardo Perez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura de la, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“INDICE DE LA CALIDAD DE AIRE DE COMBUSTIÓN DEL MONOXIDO DE CARBONO Y DIOXIDO DE AZUFRE DEL FLUJO VEHICULAR EN PARIACHI Y HUAYCAN”*** constituye la memoria que presenta el(la) **Bachiller Jhon Misael Cordova Peña** para aspirar al título de Profesional de/Grado académico de Ingeniero Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Lima*, a los *19 de Marzo* del *2019*


Jackson Edgardo Perez Carpio

Índice de la calidad de aire de combustión del monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en pariachi Huaycan

TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR


Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez
Presidente


Mg. Joel Hugo Fernández Rojas
Secretario


Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
Vocal


Ing. Evelyn Diana Ruiz Gonzales
Vocal


Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio
Asesor

Lima, 11 de febrero de 2019

Dedicatoria

Dedico esta investigación a Dios, porque permitió que pueda culminar mis estudios

A mis padres queridos porque gracias a ellos pude cumplir mi sueño de terminar esta investigación.

A mis docentes de la Universidad por el apoyo y la enseñanza que nos dieron durante los cinco años de estudios.

Agradecimientos

A Dios por la vida y la salud, y por la sabiduría suficiente que me brindó para culminar satisfactoriamente con esta investigación

A mi asesor, el Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio, por su asesoría en la investigación y los dictaminadores Ing. Milda Cruz e Ing. Evelyn Ruiz agradecer el tiempo brindado y apoyo en mi investigación.

A nuestra alma mater, la Universidad Peruana Unión, por formarnos con valores y principios cristianos.

INDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 Justificación	19
1.3 Presuposición Filosófica	21
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo general	22
1.4.2 Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 ANTECEDENTES	23
2.2 MARCO TEORICO	29
2.2.1 Aire	29
2.2.2 Atmosfera	30
2.2.3 Contaminante	30
2.2.4 Contaminación del aire	30
2.2.5 Fuente de contaminación	30
2.2.5.1 Fuentes Naturales	31
2.2.5.2 Fuentes antropogénicas	32
2.2.6 Calidad de aire	32
2.2.7 Que son los Estándares de calidad ambiental	32
2.2.8 Para que sirve los estándares de calidad de aire	33
2.2.9 Monitoreo ambiental	33
2.2.10 Muestra ambiental	34
2.2.11 Laboratorio Acreditado	34

2.2.12	Zonas prioritarias de calidad de aire	34
2.2.13	Efectos de la contaminación	37
2.2.13.1	Smog	37
2.2.13.2	Destrucción de la capa de ozono	37
2.2.13.3	Lluvia acida.....	37
2.2.13.4	Efecto Invernadero.....	37
2.2.13.5	Cambio climático	38
2.2.14	Tipos de contaminantes.....	38
2.2.14.1	Contaminantes primarios	38
2.2.14.2	Contaminantes secundarios	39
2.2.15	Efectos de salud	40
2.2.16	Vehículos automotores como fuente de emisiones	41
2.2.16.1	Muestreador pasivo	42
2.2.16.2	Muestreador activo	42
2.2.16.3	Analizadores automáticos.....	43
2.2.16.4	Sensores remotos.....	43
2.2.17	Equipos de monitoreos.....	45
2.2.17.1	Tren de muestreo	45
2.2.17.2	Anemómetro	46
2.2.17.3	Higrómetro.....	47
2.2.18	Bases Legales.....	48
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		52
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	52
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	53

3.2.1	Tipo de Investigación	53
3.2.2	Diseño de la Investigación.....	54
3.2.3	Variables de estudio	54
3.2.4	Flujograma de monitoreo.....	54
3.2.5	Operacionalización de variables	55
3.3	INSTRUMENTO DE MONITOREO	56
3.3.1	Materiales y Equipos	56
3.4	Metodología de monitoreo de calidad de aire	57
3.4.1	Objetivo del monitoreo de calidad de aire.....	57
3.4.2	Frecuencia de monitoreo	57
3.4.3	Criterios para selección de métodos de medición	57
3.4.4	Monitoreo Meteorológico.....	58
3.4.5	Gabinete	60
3.4.6	Campo	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		62
4.1	Resultados	62
4.1.1	Resultados de parámetros meteorológicos	62
4.1.2	Resultados del monitoreo de monóxido de carbono	63
4.1.3	Resultados del monitoreo de dióxido de azufre	67
4.2	Discusión	70
4.1	CONCLUSIONES	73
4.2	RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS		75

ANEXOS78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de Calidad de Aire D.S N° 003-2017 MINAM.....	49
Tabla 2. Índice nacional de la calidad de aire.....	50
Tabla 3. Cuidado y recomendaciones de la calidad de aire	51
Tabla 4. Estación de Monitoreo	53
Tabla 5. Materiales y equipos.....	56
Tabla 6. Parámetros meteorológicos.....	62
Tabla 7. Resultado de la concentración del monóxido de carbono – Octubre.....	63
Tabla 8. Resultado del índice de calidad de aire del monóxido de carbono – Octubre	64
Tabla 9. Resultado de la concentración del monóxido de carbono – Noviembre ..	65
Tabla 10. Resultado del índice de calidad de aire del monóxido de carbono – Noviembre.....	66
Tabla 11. Resultado de la concentración del dióxido de azufre – Octubre.....	67
Tabla 12. Resultado del índice de calidad de aire del dióxido de azufre – Octubre	68
Tabla 13. Resultado de la concentración dióxido de azufre – Noviembre.....	69
Tabla 14. Resultado del índice de calidad de aire del dióxido de azufre – Noviembre	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fuente de la contaminación de la atmosfera	31
Figura 2: Mapa de zonas prioritarias de calidad de aire	36
Figura 3. Efectos de los contaminantes con respecto a la salud	40
Figura 4. Emisión de contaminantes en vehículos automotores	41
Figura 5. Tren de muestreo	45
Figura 6. Anemómetro	46
Figura 7. Higrómetro	47
Figura 8. Mapa de Ubicación del punto de monitoreo de calidad de aire	52
Figura 9. Flujograma del proceso de monitoreo de calidad de aire	54
Figura 10. Resultado del monitoreo de calidad de aire Monóxido de carbono mes de octubre	63
Figura 11. Resultado del monitoreo de calidad de aire Monóxido de carbono mes de noviembre	65
Figura 12. Resultado del monitoreo de calidad de aire Dióxido de azufre mes de octubre	67
Figura 13. Resultado del monitoreo de calidad de aire Dióxido de azufre mes de noviembre	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Informe de ensayo.....	78
Anexo 2. Certificado de calibración	80
Anexo 3. Cadena de custodia de monitoreo.....	82
Anexo 4. Certificado de Acreditación del laboratorio de análisis	83
Anexo 5. Galería de foto de Monitoreo de Calidad de aire Residencial Parichi sector 4 entrada Huaycan	84
Anexo 6. Galería de fotos de Monitoreo de Calidad de aire Asociación de viviendas civil Parichi sector 3.....	87
Anexo 7. Propuesta de planes de mejora del Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno del flujo vehicular en Pariachi Huaycan	90

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar el índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan, esta investigación es no experimental descriptivo comparativo de corte transectorial, se ha realizado el monitoreo teniendo en cuenta el protocolo de calidad de aire donde se ha establecido como periodo de monitoreo del monóxido de carbono 1 horas y el dióxido de azufre 24 horas teniendo como resultado en el mes de octubre y noviembre en el punto de monitoreo Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan el monóxido de carbono $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y dióxido de azufre $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de la misma manera en el mes de octubre y noviembre en el punto de monitoreo en la Asociación de viviendas civil Pariachi sector 3 se obtuvo la concentración del monóxido de carbono $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y dióxido de azufre $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con la normativa del D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa el valor del INCA, clasificándolo la calidad de aire de color verde lo que significa que es bueno, por lo cual se afirma que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire, por lo cual puede realizar actividades al aire libre.

Palabras clave: Calidad de aire, Estándares de calidad de aire, Índice de calidad de aire

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the air quality index of carbon monoxide and sulfur dioxide combustion of the vehicular flow in Pariachi Huaycan, this research is not experimental, comparative, cross-sectional, the monitoring has been carried out taking into account the air quality protocol where it has been established as a monitoring period of carbon monoxide 1 hour and sulfur dioxide 24 hours resulting in the month of October and November at the monitoring point Residencial Parichi sector 4 entrance Huaycan monoxide carbon $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and sulfur dioxide $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in the same way in the month of October and November at the monitoring point in the Association of civil housing Parichi sector 3 the concentration of carbon monoxide $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and sulfur dioxide $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, compared to the norm of D.S N ° 003 - 2017 MINAM does not exceed the established reference level According to Peruvian regulations, in the same way, when compared to the air quality index, it does not exceed the reference values and it is considered that green air quality is classified which means that it is good, which is why the quality of the air is acceptable and complies with the Air ECA, so you can perform outdoor activities.

Keywords: Air quality, Air quality standards, Air quality index

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El organismo mundial de la salud OMS (2018), menciona que los niveles de contaminación del aire siguen siendo peligrosamente altos en muchas partes del mundo. Según nuevos datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), nueve de cada diez personas respiran aire con altos niveles de contaminantes. Las estimaciones actualizadas muestran que siete millones de personas mueren cada año por la contaminación del aire ambiente (de exteriores) y doméstico; es una cifra alarmante. La contaminación del aire ambiente por si sola provocó aproximadamente 4,2 millones de muertes en 2016, mientras que la contaminación del aire doméstico originada por la cocción de alimentos con combustibles y tecnologías contaminantes causó unos 3,8 millones de muertes en el mismo periodo, más del 90% de las muertes relacionadas con la contaminación del aire se producen en países de ingresos bajos y medianos, principalmente de Asia y África, seguidos por los países de ingresos bajos y medianos de la Región del Mediterráneo Oriental, Europa y las Américas.

El organismo mundial de la salud OMS (2018), reconoce que la contaminación del aire es un factor de riesgo crítico para las enfermedades no transmisibles (ENT), ya que se estima que causa una cuarta parte (24%) de todas las muertes de adultos por cardiopatías, el 25% de las muertes por accidentes cerebrovasculares, el 43%

de las muertes por neumopatía obstructiva crónica y el 29% de las muertes por cáncer de pulmón.

En el informe nacional de la calidad de aire 2013 – 2014 elaborado por Concepción y Rodríguez (2014), señala que el parque automotor es la mayor fuente de contaminación del aire en el país y que en los últimos años se ha incrementado los vehículos y la contaminación del aire. En el caso de la metrópoli Lima-Callao, las principales causas de este problema, son el deficiente sistema de transporte urbano con un parque automotor antiguo, la mala organización de rutas y la sobreoferta de taxis. Los principales contaminantes o contaminantes criterio, los cuales cuentan con estándares de calidad ambiental establecidos son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃), material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM₁₀), material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros (PM_{2,5}), plomo (Pb), benceno, hidrocarburos totales (HT) e hidrógeno sulfurado (H₂S). Teniendo en cuenta pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias en la salud.

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI (2014), menciona que la mayor fuente de emisión se produce en el sector no energético y la mayor emisión del sector energético se debe al transporte urbano, el CO₂ (dióxido de carbono) cuyas emisiones corresponden directamente al consumo de cada tipo de combustible, por lo que la distribución del gráfico debe responder a los consumos de combustibles revisados, Por otro lado, tenemos al

CO (monóxido de carbono) que nos refleja básicamente la actividad de las tecnologías que usan gasolina, que en el año base son las más abundantes, representadas por los taxis y autos particulares, el SO₂, es uno de los gases que hay que analizar desde la perspectiva de las regulaciones sobre el contenido de azufre en los combustibles que se han implementado en Lima Metropolitana.

En el plan nacional de acción ambiental PLANAA Perú 2011 al 2012, elaborado por el MINAM (2011), menciona que el deterioro de la calidad de aire se debe fundamentalmente a las emisiones provenientes de las fuentes móviles, asimismo las emisiones provenientes de actividades industriales, especialmente mineras y pesqueras de la misma manera Mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, se aprobaron los primeros Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, priorizándose 13 ciudades: Arequipa, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima - Callao, Pisco, Piura, Trujillo y Cerro de Pasco; e impulsándose el Programa Nacional “A Limpiar el Aire”, y la reducción progresiva del contenido de azufre en el combustible diesel 1 y 2, entre otros.

En la agenda de investigación ambiental 2013 al 2021, elaborado por Chiarella, Arrascue, and Jaramillo (2013), ha identificado la línea de investigación de interés sectorial y una de ellas menciona es sobre los ejes de la política nacional del ambiente y su relación con la acción ambiental considerada como: Eje temático 2 Gestión de la calidad ambiental, componente calidad de aire, área temática evaluación de la calidad del aire y línea de investigación evaluación de la calidad del aire en ciudades priorizadas.

En el D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de calidad de aire en las disposiciones complementarias finales, en la cuarta disposición menciona que las zonas de Atención prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas. En el Plan Integral De Desarrollo Del Distrito De Ate 2003-2015 elaborado por la Municipalidad Distrital de Ate (2015), menciona que la población de la zona 06 Huaycán Pariachi y Horacio Zeballos, se encuentran en una constante contaminación por la calidad de aire que respira que contribuye a la aparición de enfermedades, las cuales afecta principalmente a los pulmones.

En la actualidad no existen registros de monitoreos realizado en la zona de estudio nuestra investigación del Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan, por cual es importante dar a conocer cuál será el nivel contaminación de los parámetros propuestos.

¿Cuál será el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan?

1.2 Justificación

Mediante el decreto supremo N° 074-2001-PCM, se aprobaron los primeros Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, priorizándose 13 ciudades como zonas de atención prioritaria: Arequipa, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima y Callao, Pisco, Piura, Trujillo y Cerro de Pasco; e impulsándose el Programa Nacional “A Limpiar el Aire”, de la misma manera en la cuarta y quinta disposición complementaria del D.S N° 003 – 2017 MINAM, elaborado por el grupo tecnico del MINAM Perú (2017), menciona que las zonas de atención prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas, actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas que tienen un potencial de afectación en la calidad del aire.

En el plan del perfil demográfico elaborado por la Municipalidad Distrital de Ate (2016), menciona que el distrito de ATE vitarte cuenta con seis zonas divididas en tres sub zonas Residencial: Pariachi, Horacio Zeballos y Huaycan, el total de la población de la zona 06 es aproximadamente de 160,948 habitantes dividiéndose en Residencial Pariachi, 41,501, Horacio Zeballos; 17,262 y Huaycan ; 102,185, según los estudios realizados por el distrito menciona que la zona seis se encuentra en una constante contaminación por la calidad de aire.

En la agenda de investigación ambiental 2013 al 2021, elaborado por Chiarella, Arrascue, and Jaramillo (2013), menciona que el MIMAM promueve la investigación ambiental desde la perspectiva de bien público y de gestión por resultados requiere

definir una estrategia que considere los instrumentos de alcance nacional y transectorial, que planteen propuestas para el impulso de las actividades en el país en esta políticas han establecidos eje de investigación y una de ellas es la gestión de calidad ambiental dentro del eje temático se encuentra ubicado la calidad de aire que es la línea de investigación de nuestro trabajo.

Teniendo en cuenta las normativas ambientales se ha propuesto realizar este estudio para dar a conocer el índice de calidad de aire en la zona 6 de ATE Vitarte considerando los trabajos de investigación en los sectores de Pariachi y Huaycan

1.3 Presuposición Filosófica

Todos nosotros como seres humanos no podemos vivir sin aire, en la actualidad alcanzados niveles altos de contaminación eso hace que nosotros mismos nos estamos matando, Dios nos dio este mundo perfecto para que lo cuidáramos y preserváramos solo nos dio prestado y algún día nos pedirá cuenta de nuestros actos es por ello que este trabajo de investigación ayudara a dar a conocer cuál es el índice de contaminación de la combustión del monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi y Huaycan, para poder dar soluciones como un plan de mejora con respecto a la calidad de aire del lugar de estudio.

La naturaleza es parte de nuestra vida debemos de tomar acciones con poder para cuidar el medio ambiente, cada ser humano conoce que la biblia dice que tenemos que cuidar este maravilloso regalo que Dios nos ha dado con mucha responsabilidad. En la biblia menciona en Salmos 24:1 Que de Jehová es la tierra y su plenitud el mundo y los que en el habitan, debemos respetarnos entre nosotros y a la vez debemos de respetar nuestras leyes y normas que dan nuestras autoridades tal como menciona en romanos 13, sométase toda persona a las autoridades superiores; porque no hay autoridad sino de parte de Dios, y las que hay, por Dios han sido establecidas. De modo que quienes se oponen a la autoridad, a lo establecido por Dios resiste, y a quienes se resisten acarrearán condenación para sí mismo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi y Huaycan.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar la concentración del Índice la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y el dióxido de azufre del flujo vehicular en los sectores de Pariachi y Huaycan

Comparar la concentración de la combustión del monóxido de carbono y el dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi y Huaycan si cumple con los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire” D.S N° 003-2017 MINAM y el Índice de calidad de aire.

Proponer alternativa de mejora de la calidad en el sector de Pariachi y Huaycan.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La investigación titulada Emisiones contaminantes de vehículos del Distrito De Huancayo elaborado por Hilarión (2017), tuvo como principal objetivo, estimar la cantidad de emisiones contaminantes de vehículos en el distrito de Huancayo para el año 2016, específicamente de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio utilizando el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE), la población fue de 61 504 unidades registradas. Se caracterizó la flota vehicular, se recopiló información de tecnología vehicular mediante encuestas, paralelamente se realizó grabaciones y conteo vehicular para determinar la fracción de categorías vehiculares. Se determinó los patrones de conducción de las diferentes categorías vehiculares, mediante el software Speed Analysis Evaluation y la unidades de posicionamiento global satelital (GPS). El procesamiento de la información recopilada consistió en la generación de dos archivos: archivo localidad y archivo flota, dichos archivos son el insumo principal para el ingreso de información al modelo (IVE), generando así 44 511,4 toneladas anuales de contaminantes criterio, el monóxido de carbono (CO) se emite en mayor cantidad de 36 348,4 Tm/año y se emite en menor cantidad los óxidos de azufre (SO_x) de 138,8 Tm/año. Los gases de efecto invernadero es de 255 824,9 toneladas anuales, el dióxido de carbono (CO₂) se emite en mayor cantidad de 255 047,4 Tm/año y se emite en menor cantidad los óxidos nitrosos (N₂O) de 7.3 Tm/año, los automóviles es la categoría que más aporta contaminantes, se concluye que actualmente la

ciudad de Huancayo presenta problemas de material particulado ($PM_{2.5}$) y dióxido de azufre (SO_2), supera los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Aire, es necesario realizar un inventario de emisiones de fuentes fijas para evaluar su incidencia en la contaminación atmosférica. El dióxido de azufre se produce en la combustión de carbón o petróleo que contengan cantidades de azufre importantes y estos combustibles también generan material particulado en la reacción de oxidación, combustibles usado por fuentes fijas y móviles.

El problema de la investigación realizada por Araujo (2016), en su trabajo titulado Costos externos de la contaminación del aire en la ciudad de Cajamarca se orientó a determinar la magnitud de los costos externos por la contaminación del aire en la ciudad de Cajamarca. El objetivo del presente trabajo se orienta a establecer la correlación entre el incremento de las emisiones contaminantes en Cajamarca y la elevación del costo de consulta médica e inversión medioambiental en la ciudad de Cajamarca. Como hipótesis se estableció una relación causal entre contaminación del aire y costos externos. Se planteó, además, que los costos externos varían en relación con el tipo de contaminante y tamaño de partícula. La investigación realizada fue descriptiva correlacional, siendo el coeficiente de Pearson (correlación), el instrumento de fiabilidad y de contrastación. La población estuvo constituida por todas las mediciones de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ durante 2012 y 2013, en la estación de monitoreo de calidad del aire de la Municipalidad Provincial de Cajamarca. Se obtuvieron 456 muestras de dióxido de azufre (SO_2), durante nueve meses de 2012,

y 264 muestras en el 2013. Se concluyó que la concentración de CO y PM_{2,5} sobrepasa los estándares nacionales de calidad del aire; mientras que no se encontró concentración en NO₂ y SO₂. En promedio, los contaminadores en Cajamarca no superan el estándar nacional de calidad ambiental del aire (ECA) en una hora. El costo social para el 2012 y el 2013 fue de 6,36 por cada incremento de emisiones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); lo cual arrojó S/. 353,00. Para los dos años mencionados se observó que por cada S/ 1,00 invertido, las emisiones aumentaron en 0,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hecho contradictorio, puesto que las emisiones deberían haberse reducido.

En la investigación realizada por Saavedra (2014), titulada Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular, tiene como objetivo analizar los diferentes escenarios de emisión de contaminantes generados en un ambiente de congestión vehicular en la avenida Javier Prado Oeste al modificar las variables; velocidad de recorrido, tipo de combustible y uso de convertidores catalíticos, y comparar las emisiones estimadas en dicho ambiente con las producidas en uno libre de congestión, utilizaron la metodología detallada en el Modelo de Emisiones Vehiculares, MODEM, en total se emite un aproximado de 18 377.44 kg/año de contaminantes provenientes de los tubos de escape de los vehículos en el área de estudio. De este total de contaminantes el 82 por ciento corresponde al monóxido de carbono (CO), el 11 por ciento a los hidrocarburos no quemados (HC) y un 7 por ciento a los óxidos de nitrógeno (NO_x) en conclusión la hora de mayor congestión vehicular se da entre las 5:30 pm y las 7:00 pm de los días laborables (Lunes a Viernes) por donde

transitan 1983 vehículos aproximadamente y en donde el automóvil posee una mayor participación abarcando el 42 por ciento del total de vehículos y las emisiones en caliente provenientes del tubo de escape alcanzan los 18 377.44 kg/año de los cuales el 82 por ciento corresponde al monóxido de carbono (CO), el 11 por ciento a los hidrocarburos (HC) y el 7 por ciento restante a los óxidos de nitrógeno (NOx).

Israel y Bohórquez (2012), en su trabajo de investigación titulada Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO tuvo como objetivo describir el estado de los contaminantes del aire: partículas de CO, PM10 y SO2 en el campus universitario y cuantificar los daños que podrían ocasionar los contaminantes y medir su nivel de respuesta, la metodología que utilizaron fue de toma de muestras se conoce como monitoreo densiométrico pasivo de la calidad del aire, teniendo como resultado valores obtenidos están en un estándar satisfactorio, y la polución del aire es baja por lo que no se corre peligro con la contaminación de CO que se encuentra en la zona de estudio de la Universidad de la misma manera para el análisis para el caso del PM₁₀ se obtuvieron resultados muy diferentes, viendo que sí se tiene un problema con las partículas en suspensión, Se aprecia claramente que se tiene una dispersión de valores del ICA según la zona donde se tomó la muestra. Ya se ha comentado que todo valor mayor a 2 es dañino en alguna medida para los seres humanos y también tiene un impacto en la infraestructura como también se advirtió se concluye que los muros de

mampostería que cumplen una función de cerco perimétrico en el perímetro de la Av. Universitaria y la Universidad Católica han sido fabricados sin un control de calidad adecuado, es por esto que periódicamente la universidad tiene que cambiar y reparar columnetas y ladrillos en esta zona. Esto ha generado que el mortero de concreto se haga más permeable a agentes agresivos de CO_2 y SO_2 que ocasionan problemas de corrosión y causan el pronto deterioro de la mampostería. Los contaminantes ingresen a la armadura y al ladrillo generando un ataque químico a los materiales.

Según Mendoza (2014) en su tesis de maestría titulada Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el cercado de Tacna, 2011-2012 tuvo como objetivo del valorar las emisiones generadas por fuentes móviles en la cuenca atmosférica del Cercado de Tacna en los años 2011-2012. El diseño fue no experimental, transversal, prospectivo; se aplicó encuestas según fuentes de emisión móvil y para la valoración de emisiones se aplicó el factor de emisión según Guía sobre Técnicas para el inventario rápido de fuentes y su uso en la formulación de Estrategia de Contaminación Ambiental. Los resultados indican que las emisiones producidas no implican por sí solas, valores, que incidan directa o significativamente sobre la calidad del aire, es necesario una evaluación integral de la calidad del aire; por tanto las emisiones generadas es de 796, 17 ton/año, para los componentes listados en el D.S. 074-2001-PCM.

En el informe de evaluación de calidad de aire en Lima Metropolitana, 2014 elaborado por los coordinadores del SENMAHI Odón y Carol (2016), mencionan que en ATE realizaron monitoreos de calidad de aire de los parámetros CO y SO₂ y obtuvieron los siguientes resultados en horas de la madrugada (00:00 hasta las 05:00 horas), las concentraciones máximas alcanzaron los 94.10, 88.75, 82.71 y 69.87 µg/m³ en Ate, Huachipa, en horas de la mañana (06:00 hasta las 12:00 horas), Ate presentó 134.70 µg/m³ de concentración máxima registrada, en Huachipa fue de 127.87 µg/m³, en horas de la tarde (13:00 hasta las 18:00 horas), Ate alcanzó una concentración de 107.70 µg/m³, Huachipa de 107.28 µg/m³, en horas de la noche (19:00 hasta las 23:00 horas), las concentraciones máximas alcanzaron los 112.54, 106.60, 99.35 y 83.51 µg/m³ en Ate, Huachipa y la evolución horaria del SO₂ en la estación de Huachipa. Las concentraciones diarias de SO₂ sobrepasaron el ECA a lo largo del año salvo en enero noviembre y diciembre. La concentración máxima diaria de SO₂ se presentó en setiembre con 40.83 µg/m³ y la mínima en enero con 8.34 µg/m³. Las medianas oscilan entre 10.11 y 18.85 µg/m³.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Aire

Poma (2012), menciona que el aire es una mezcla de elementos constitutivos de nitrógeno, oxígeno, vapor de agua; el 78 % del aire es nitrógeno y 21% oxígeno; el uno por ciento restante incluye pequeñas cantidades de sustancias, como el dióxido de carbono, metano, hidrógeno, argón, helio, y gases inertes; existen cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de partículas, gases y vapores; el aire es indispensable para la vida de los seres vivos, el hombre inhala 14.000 litros de aire por día, El aire es un recurso natural renovable que se regeneran continuamente ya sea por la fotosíntesis de las plantas que absorben el dióxido de carbono y eliminan el O_2 y por el ciclo del agua que aporta vapor de agua y lo desprende por efectos de las lluvias.

2.2.2 Atmosfera

Los problemas de contaminación atmosférica en el Perú se asocian tanto a partículas respirables como a gases primarios y secundarios, siendo necesario reconocer que las megafuentes mineras y centrales termoeléctricas presentan emisiones de material particulado (MP), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x). En torno a la actividad industrial, las fuentes móviles, las emisiones residenciales y centrales termo-eléctricas son las principales fuentes de elevadas concentraciones de material particulado respirable y contaminantes fotoquímicas (ozono).

2.2.3 Contaminante

Gómez (2015), Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra o cuya concentración excede los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

2.2.4 Contaminación del aire

Gómez (2015), sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano.

2.2.5 Fuente de contaminación

Según Mcgraw (2009), las fuentes de contaminantes atmosféricas se pueden agrupar en dos tipos según su origen:

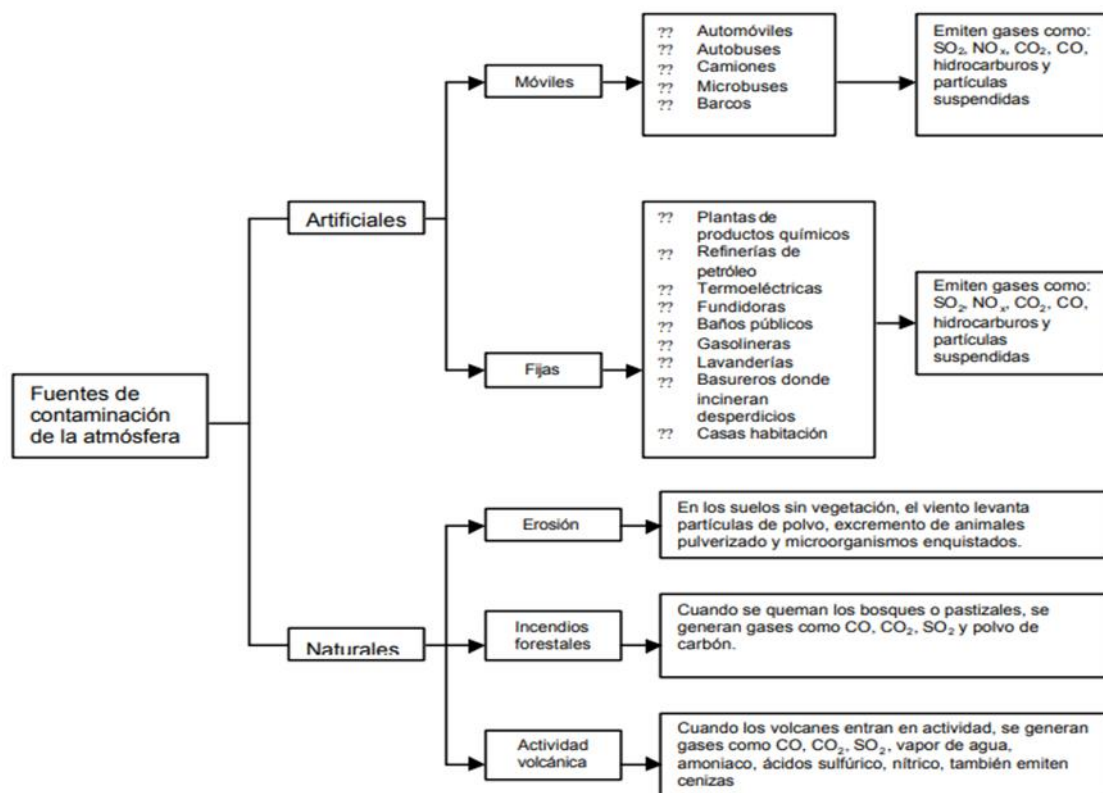


Figura 1: Fuente de la contaminación de la atmósfera

2.2.5.1 Fuentes Naturales

Mcgraw, (2009), comprenden las emisiones de contaminantes generados por la actividad natural de la geósfera, biósfera e hidrósfera. Entre las cuales se encuentran:

- Erosiones
- Incendios forestales
- Actividades Volcanicas

2.2.5.2 Fuentes antropogénicas

Es consecuencia de las actividades humana y cuya mayor parte proviene del uso de combustible fósil (carbón, petróleo y gas). Entre las principales actividades generadoras de contaminación atmosférica podemos destacar las siguientes Mcgraw (2009).

Fuentes Fijas: Es un solo lugar cuyo proposito es desarrollar procesos industriales, comerciales de servicio o actividad que generan emisiones contaminantes a la atmosfera Inche (2015).

Fuentes Moviles: Se considera a los vehiculos automotores que circulan por carreteras tales como: Autobuses,motos, camiones Inche (2015).

2.2.6 Calidad de aire

La calidad del aire es una indicación de cuánto el aire está exento de contaminantes atmosféricos; y por lo tanto, apto para ser respirado. No gozar de un ambiente con aire de calidad es un problema que implica riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y bienes de cualquier naturaleza Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2014).

2.2.7 Que son los Estándares de calidad ambiental

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2015), menciona que los Estandares de calidad ambiental (ECA) son las medidas que establecen el nivel

de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor

2.2.8 Para que sirve los estándares de calidad de aire

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2015), que los ECA sirven para proteger el ambiente y la salud de las personas en tanto establecen las medidas de concentración máxima de aquellos elementos o sustancias en un componente ambiental. Ello determina su importancia para el diseño de normas legales y políticas públicas, así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental.

2.2.9 Monitoreo ambiental

El monitoreo es una de las herramientas de vital importancia para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo de tiempo. Los monitoreos forman parte de evaluaciones integrales de calidad ambiental, las cuales son más complejas, y permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente, identificar fuentes contaminantes y medir los efectos de dichos contaminantes sobre los componentes ambientales (agua, suelo, aire, flora y fauna) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2015).

2.2.10 Muestra ambiental

El muestreo ambiental consiste en tomar muestras representativas que permitan caracterizar el componente ambiental en estudio, las cuales presentan las mismas características o propiedades del componente que se está evaluando. Las muestras tomadas son enviadas a un laboratorio acreditado. La técnica del muestreo se realiza de manera puntual y/o compuesta, y comprende la recolección, análisis y evaluación sistemática en un determinado espacio y tiempo. Esta técnica depende del objetivo del estudio, las condiciones ambientales en el sitio, los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras entre otros factores Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2015).

2.2.11 Laboratorio Acreditado

Un laboratorio acreditado es un Organismo de Evaluación de la Conformidad (OEC) que cuenta con competencia técnica reconocida por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) para llevar a cabo tareas específicas de la evaluación de conformidad. Por tanto, sus resultados tienen un mayor grado de confiabilidad, no solo en relación con el análisis efectuado, sino también en relación con el sistema de gestión que todo laboratorio acreditado debe tener implementado Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2015).

2.2.12 Zonas prioritarias de calidad de aire

En la cuarta disposición complementaria del decreto supremo D.S N° 003 – 2017 MINAM elaborado por el Grupo tecnico del MINAM Perú (2017), menciona que las

zonas de atención prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas.

En D.S N° 074 – 2001 PCM en el artículo 20 , Zonas de Atención Prioritaria del reglamento de estándares de calidad de aire aprobado por PCM (2001), menciona que Zonas de Atención Prioritaria aquellas que por su concentración o densidad poblacional o por sus características particulares, como la concentración o desarrollo intensivo de actividades socioeconómicas, presentan impactos negativos sobre la calidad del aire. Adicionalmente a las señaladas a continuación: Arequipa , Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima Callao,Pisco, Piura, Trujillo, Pasco.

Situación de los planes de acción para la mejora de la calidad del aire:

- Actualización
- Evaluación
- Aprobación



Figura 2: Mapa de zonas prioritarias de calidad de aire

2.2.13 Efectos de la contaminación

2.2.13.1 Smog

Inche (2015), menciona que en el mundo no es extraño ver el cielo cubierto de gris negro, se trata del smog que es una mezcla química de humo y niebla que es desagradablemente nociva para la salud, es un tipo de polución atmosférica con concentraciones de óxido de sulfuro, y de nitrógeno, hidrocarburo y millones de partículas de plomo y magnesio, cobre, níquel y zinc, todas estas sustancias tienen origen en las chimeneas de las industrias, calefacciones y miles de automóviles.

2.2.13.2 Destrucción de la capa de ozono

El ozono formado en la atmosfera, es muy nocivo para los seres vivos, pues más que ser un contaminante participa en el efecto invernadero Inche (2015).

2.2.13.3 Lluvia acida

Inche (2015), afirma que en la atmosfera los óxidos de nitrógenos y azufre son convertidos en ácidos nítrico y sulfúrico que vuelven a la tierra con las precipitaciones de lluvia o nieve acida.

2.2.13.4 Efecto Invernadero

El vapor de agua, el dióxido de carbono y el gas metano forman una capa natural en la atmosfera terrestre que retiene parte de la energía proveniente del sol, el uso de combustibles fósiles y la deforestación ha provocado el aumento de las concentraciones de CO₂ y metano además de otros gases que aumentan el efecto invernadero Inche (2015).

2.2.13.5 Cambio climático

Muchos científicos piensan que a mayor concentración de gases con efectos invernaderos se producirá mayor aumento en temperatura en la tierra. Estudios recientes que el calentamiento se producirá más rápido sobre la tierra firme que sobre los mares. Así el calentamiento se producirá con retraso con respecto al incremento en concentraciones de gases Inche (2015).

2.2.14 Tipos de contaminantes

Contreras, Santiago, y Icaza (2013), menciona que la atmósfera se encuentra una serie de compuestos que contribuyen a la contaminación del aire, de los cuales se pueden diferenciar dos grupos principales:

2.2.14.1 Contaminantes primarios

Son vertidos directamente a la atmósfera por alguna fuente de emisión como chimeneas, automóviles, entre otros. Los contaminantes atmosféricos que integran este grupo son:

Óxidos de azufre (SOX): Se forman por la combustión del azufre presente en el carbón y el petróleo. Los SO_x forman con la humedad ambiente aerosoles, incrementando el poder corrosivo de la atmósfera, disminuyendo la visibilidad y provocando la lluvia ácida.

Monóxido de carbono (CO): Es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera. Se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono. Es un gas inestable que se oxida generando dióxido de carbono (CO₂). Alrededor del 70 por ciento del CO provienen de los vehículos.

Óxidos de nitrógeno (NOX): Se producen en la combustión de productos fósiles, destacando los vehículos, carbón y quemas de madera. La producción de fertilizantes y explosivos, tabaco y calderas generan emisiones importantes de NO_x. El monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) requieren especial atención. El NO se oxida formando NO₂, mientras que el NO₂ es precursor del smog fotoquímico.

Partículas: Es material respirable presente en la atmósfera en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras). De acuerdo con su tamaño se pueden dividir en dos grupos principales: las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 µm (PM₁₀) y las de fracción respirable más pequeña (PM_{2,5}).

Hidrocarburos (HC): Las emisiones de HC están asociadas a la mala combustión de derivados del petróleo. Las fuentes más importantes de emisión son el transporte por carretera, los disolventes, pinturas, vertederos y la producción de energía. Los de mayor interés son los compuestos orgánicos volátiles (COV), dioxinas, furanos, bifenilos policlorados (PCB) y los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH).

2.2.14.2 Contaminantes secundarios

Inche (2015), menciona que los contaminantes originados en el aire como consecuencia de la transformación y reacciones químicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera. Se pueden considerar:

Ozono (O₃): Como se mencionó anteriormente el O₃ forma parte de la composición de la atmósfera, sin embargo a baja altura (O₃ troposférico) resulta perjudicial por su carácter oxidante, reactivo, corrosivo y tóxico, por lo que reacciona con rapidez generando compuestos secundarios.

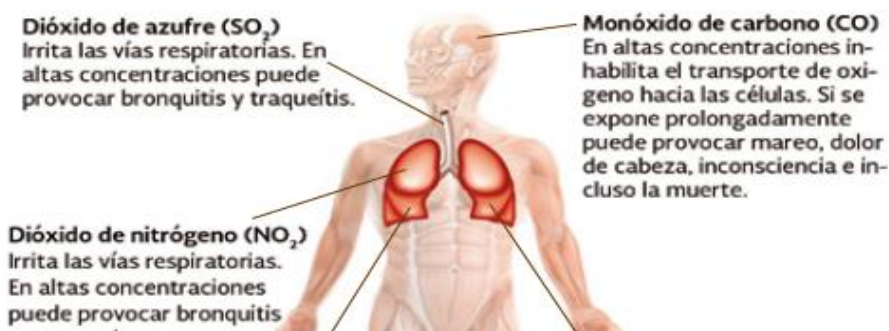
Lluvia ácida: Es el término que se ha usado para describir el proceso por el cual ciertos ácidos se forman en la atmósfera a partir de contaminantes y luego se precipitan a la tierra. El SO₂ (dióxido de azufre) y los NO_x, causan la lluvia ácida. Estas sustancias en presencia de agua, O₂ y otros compuestos químicos forman ácido sulfúrico (H₂SO₄) y ácido nítrico (HNO₃) respectivamente, que se precipitan a la tierra en forma líquida cuando se presentan lluvias o en forma seca en presencia de nevadas o neblinas. El pH de la lluvia normal es de alrededor de 6, mientras que la lluvia ácida presenta un pH menor a 5.

Contaminación fotoquímica: La constituyen la luz solar y sustancias susceptibles de ser oxidadas. El smog fotoquímico es una mezcla de contaminantes que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los contaminantes primarios.

2.2.15 Efectos de salud

Es importante señalar que los efectos en la salud dependen del tipo de contaminante, el grado de exposición, el estado nutricional y de salud, así como de la carga genética del individuo Inche (2015)

EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO EN LA SALUD HUMANA



2.2.16 Vehículos automotores como fuente de emisiones

SEMARNAT (2005) menciona que las emisiones provenientes del escape de los vehículos automotores, tales como motocicletas, vehículos de pasajeros, camiones y autobuses, todos ellos diseñados para circular en la vía pública. Por lo general las emisiones de una sola unidad, de cualquiera de estos vehículos, son muy bajas comparadas con las emisiones de una chimenea industrial. Sin embargo, debido a la cantidad de vehículos en circulación, en muchas ciudades representan la fuente principal de contaminación. Los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

- a) emisiones evaporativas
- b) emisiones por el tubo de escape
- c) emisiones de partículas por el desgaste tanto de los frenos como de las llantas.

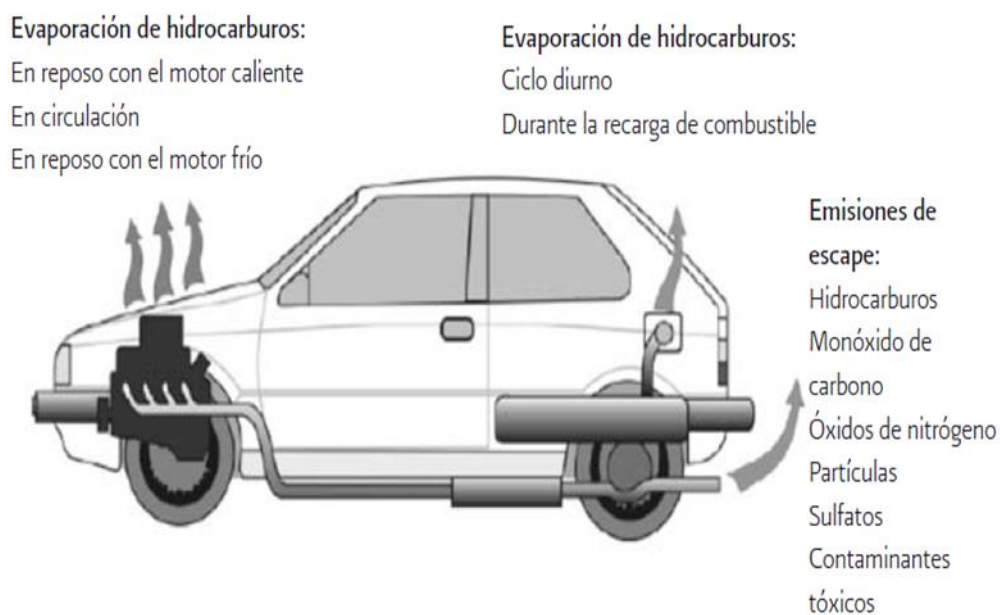


Figura 4. Emisión de contaminantes en vehículos automotores

2.2.16.1 Muestreador pasivo

Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes). Los bajos costos por unidad permiten muestrear en varios puntos del área de interés, lo cual sirve para identificar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben realizar estudios más detallados. Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire.

2.2.16.2 Muestreador activo

Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector –como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los

sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire.

2.2.16.3 Analizadores automáticos

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterios (SO_2 , NO_2 , CO, MP), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección. Para asegurar la calidad de los datos de los analizadores automáticos, es necesario contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire.

2.2.16.4 Sensores remotos

Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha

atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire.

2.2.17 Equipos de monitoreos

2.2.17.1 Tren de muestreo

Leyva (2010), menciona que el tren de muestreo es un diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la absorción química. El sistema consiste básicamente de una bomba de succión, un manómetro, un frasco dreschel, una solución captadora y mangueras de tygon que unen el sistema entre sí. El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora a utilizada. El procedimiento es el siguiente:

- Previamente proveer al sistema con los reactivos necesarios, con los guantes de nitrilo puestos.
- En el lugar de muestreo activar la bomba de succión durante un tiempo respectivo para cada contaminante a muestrear.
- Luego la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico.

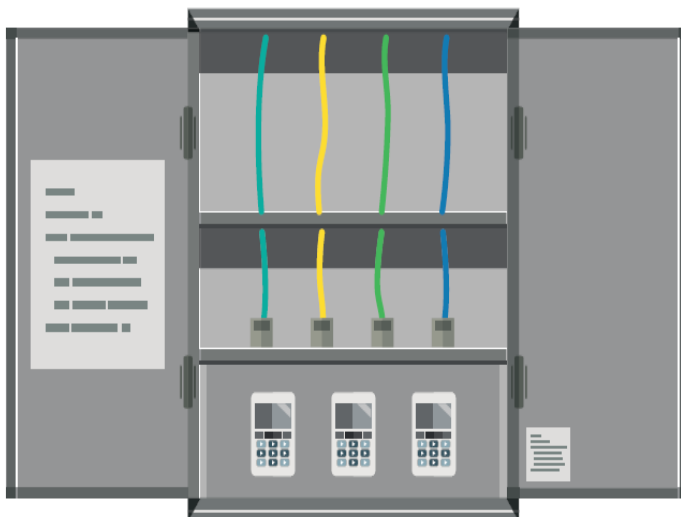


Figura 5. Tren de muestreo

2.2.17.2 Anemómetro

Extech (2015) menciona que el anemómetro es un Instrumento mide velocidad del aire, flujo del aire (volumen), temperatura del aire (con sonda) y temperatura de superficie (con la función infrarroja). La gran LCD retroiluminada incluye indicador primario y secundario además diversos indicadores de estado. La función infrarrojo incluye un conveniente puntero láser. Adicionalmente, el medidor guarda las dimensiones de 16 áreas para facilitar la recuperación. Este medidor se embarca probado y calibrado y con uso apropiado le proveerá muchos años de servicio confiable.

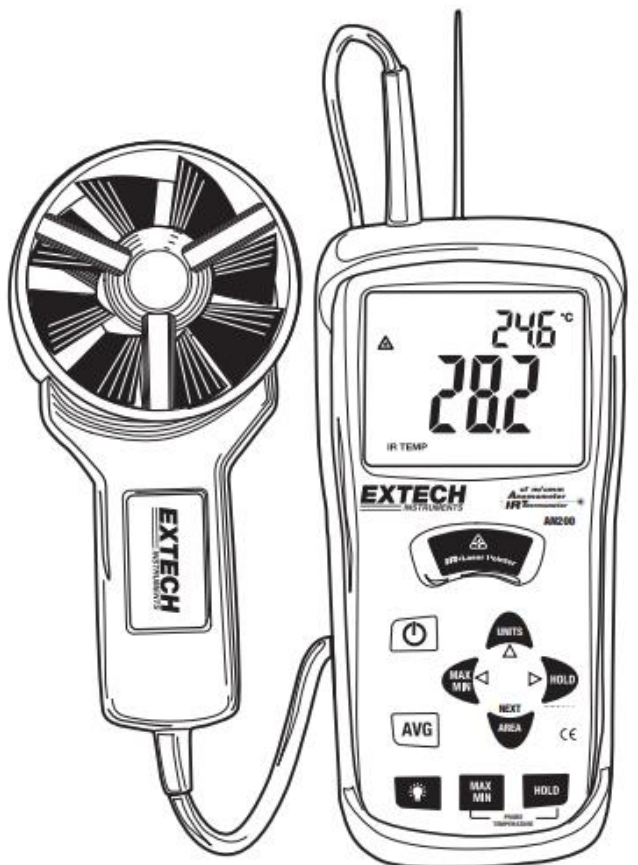


Figura 6. Anemómetro

2.2.17.3 Higrómetro

El higrómetro mide la temperatura y la humedad con una gran rapidez. Además, también registra el punto de rocío (temperatura del punto de rocío) y la temperatura de bulbo húmedo. Gracias a ello, podrá evitar la formación de moho en los productos de alimentación que transporte o almacene. También puede detectar la formación de condensación en las paredes. Por lo tanto, es un dispositivo indispensable para el sector de la construcción y de la tecnología de la construcción. Sus dimensiones compactas lo hacen especialmente útil para las mediciones de campo



Figura 7. Higrómetro

2.2.18 Bases Legales

Constitución Política de 1993

Artículo 7° establece que como personas, todos tenemos derecho a la protección de la salud, la de nuestros familiares y la de la comunidad, así como también debemos de cooperar en su promoción y defensa, queda así establecido que aquellas personas incapacitadas para cuidar de sí mismas tienen el derecho fundamental al respeto de su dignidad y protección legal, atención, readaptación y seguridad y para ello es necesario tomar medidas en bien de su bienestar.

Artículo 10° de la Constitución reconoce que se tiene como derecho universal y progresivo para todos los ciudadanos tener acceso a la seguridad social, con el fin de tener protección frente a las contingencias que establezca la ley y mejorar la calidad de vida.

Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”: Proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Artículo 1°

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Ley General de Salud Ley N° 26842

Artículo N° 103

La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

Artículo N° 104

Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Estándar de Calidad de Aire D.S N° 003-2017 MINAM: Que, los ECA se refieren a valores que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud.

Tabla 1.

Estándar de Calidad de Aire D.S N° 003-2017 MINAM (Valores de referencia de comparación de los parámetros del monóxido de carbono y dióxido de azufre)

Parámetro	Periodo	Valor	Método de Análisis
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	1 horas	30000	
Monóxido de Carbono (CO)			Infrarrojo no dispersivo (NDIR) Método automático
	8 horas	10000	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Índice de la Calidad de Aire R.M N° 181 - 2016 MINAM

El Índice de Calidad del Aire (INCA) es un indicador que brinda información del estado de la calidad del aire de una determinada zona de acuerdo a lo establecido en la resolución ministerial mencionada, se detalla en cuatro categorías o calificaciones que se menciona a continuación:

Tabla 2.

Índice nacional de la calidad de aire (Se describe la calificación del índice nacional de la calidad de aire de acuerdo a la semaforización (VUEC* valor umbral de estado de cuidado)

Valores de calidad de aire		
Calificación	Valor del INCA	colores
Buena	0 – 50	Verde
Moderada	51 - 100	Amarillo
Mala	100.1 – VUEC*	Anaranjado
VUEC*	> VUEC*	Rojo

Tabla 3.

Cuidado y recomendaciones de la calidad de aire (Se describe la calificación, cuidado y recomendación con respecto a los niveles de comparación)

Calificación	Cuidado	Referencia
Buena	La calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud.	La calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	Las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.	La calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos sensibles.
Mala	Las personas de los grupos sensibles podrían experimentar daños a la salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atentos a los informes de calidad de aire evitar realizar ejercicios y actividades al aire libre.
Umbral de Cuidado	La concentración de contaminantes puede causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en miembros de grupos sensibles tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias obstructivas, crónicas y cardiovasculares.	Reportar a DIGESA del Ministerio de Salud para que declare los niveles de estado de alerta de acuerdo al decreto N° 009 – 2003 SA y su modificatoria D.S N° 012 – 2005 SA.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realiza en la provincia de Lima Distrito de ATE Vitarte en la zona 6 donde se encuentra ubicada los sectores de Pariachi y Huacan a continuación se detalla los dos puntos de monitoreo en el siguiente mapa:

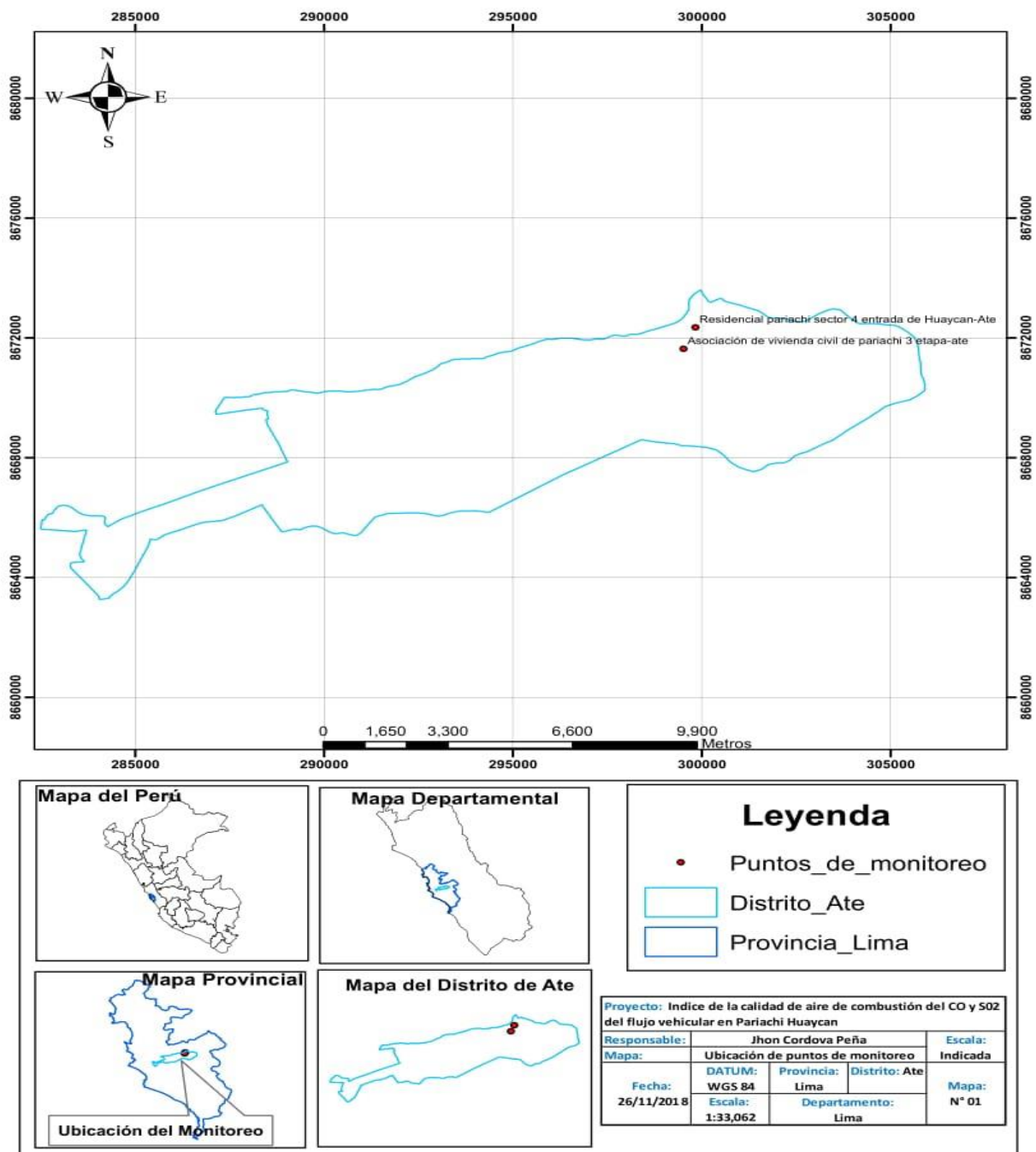


Figura 8. Mapa de Ubicación del punto de monitoreo de calidad de aire

Para esta investigación se realizó el análisis con el laboratorio acreditado “Servicios analíticos ambientales SAC”, la ubicación de monitoreo se realizó en Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan y Asociación de viviendas civil pariachi sector 3, se instaló en dos casa de tres pisos, se instaló el tren de muestreo en el punto de monitoreo a 1.5 metros. A continuación se detalla la descripción de la estación de monitoreo:

Tabla 4.

Estación de Monitoreo

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas		Altitud
		18 L	UTM	
RP	Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan	0299841	8672346	517
RV	Asociación de viviendas civil pariachi sector 3	0299525	8671628	510

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Tipo de Investigación

Este estudio es de tipo aplicado, porque permitió estudiar la relación que existe entre las variables: Las variables de CO y SO₂ y el índice de la calidad de aire según Hernández et al. (2010).

3.2.2 Diseño de la Investigación

Según Hernández et al. (2010), el presente estudio tiene un diseño descriptivo, de corte transeccional o transversal; es de tipo no experimental porque no se manipula deliberadamente de las variables.

Este trabajo de investigación no tiene hipótesis ya que no se pronostica datos según Sampieri et al., (2010).

3.2.3 Variables de estudio

Variables dependientes

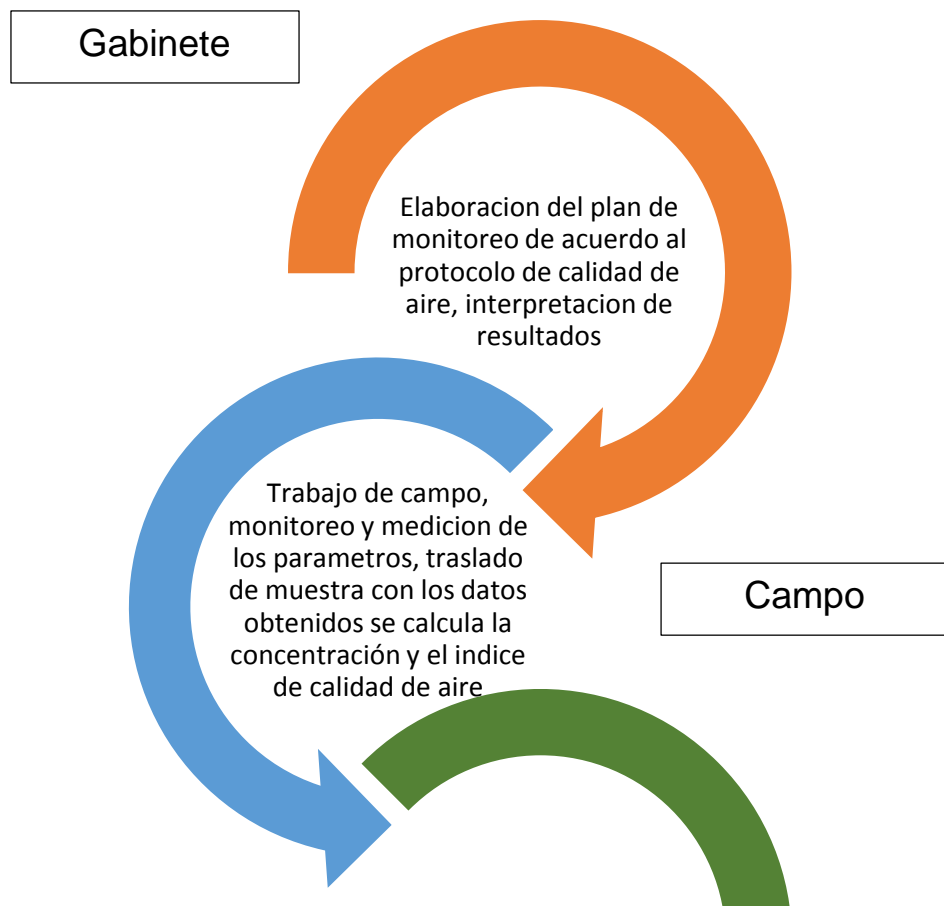
Índice de la calidad de aire

Variables independientes

Monóxido de carbono

Dióxido de azufre

3.2.4 Flujograma de monitoreo



3.2.5 Operacionalización de variables

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	METODOLOGIA	DEFINICION OPERACIONAL	DEFINICION OPERACIONAL
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál será el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan?</p> <p>PROBLEMSA ESPECIFICO ¿Cuál concentración de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y el dióxido de azufre?</p> <p>¿Cuál la concentración de la combustión del monóxido de carbono y el dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan?</p> <p>¿Cuál será la proponder alternativa de mejora de la calidad en el sector de Pariachi y Huaycan. ?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICO. Determinar la concentración del Índice la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y el dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan</p> <p>Comparar la concentración de la combustión del monóxido de carbono y el dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan</p> <p>proponer alternativa de mejora de la calidad en el sector de Pariachi y Huaycan</p>	<p>Variable X:Indice de calidad de aire</p> <p>Variable Y:CO, SO₂</p>	<p>El Índice de Calidad del Aire (INCA) es un indicador que brinda información del estado de la calidad del aire de una determinada zona</p> <p>Contaminantes según el ECA D.S N° 003 – 2017 MINAM zonas de atención prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN La presente investigación corresponde al tipo no experimental de corte transversal Nivel de Investigación Descriptivo Diseño No experimental Donde: X Variable Independiente Índice de calidad de aire Y Variable Dependiente CO y SO₂</p>	<p>Valor de ICA y calificación Buena Moderada Mala Umbral de cuidado</p> <p>Temperatura Flujo Presión atmosférica Porcentaje de humedad, Velocidad del viento</p>	<p>[]= P/qr * t</p> <p>I (CO) = [CO] * 100/30000</p> <p>I (SO₂) = [SO₂] * 100/250</p> <p>Para los parámetros, de temperatura, porcentaje de humedad, velocidad del viento serán medidos con anemómetro y la temperatura con un higrómetro ; debidamente calibrado calibrado. Los demás parámetros de CO y SO₂ serán analizados por un laboratorio acreditado</p>

3.3 INSTRUMENTO DE MONITOREO

3.3.1 Materiales y Equipos

Se detalla los materiales y equipos que se utilizaran en el monitoreo a realizarse

Tabla 5.

Materiales y equipos (Se describe los materiales y equipos que se utilizaran en el monitoreo de calidad de aire)

	Unidad	Cantidad
Lapicero	Unid	1
Formato Verificación de Servicio	Unid	1
Formato de campo	Unid	8
Tablero de apuntes	Unid	1
Papel bond	Centena	1
Equipos		
GPS	Unid	1
Cámara Fotográfica	Unid	1
Tren de muestreo	Unid	1
anemómetro	Unid	1
Brújula	Unid	1
higrómetro	Unid	1
EPP (Casco, lentes, chaleco)	Unid	1

3.4 Metodología de monitoreo de calidad de aire

3.4.1 Objetivo del monitoreo de calidad de aire

Según el objetivo del protocolo de calidad de aire elaborado por DIGESA (2005), menciona que vigilar la calidad del aire ambiental generando información confiable, comparable y representativa, para su aplicación en las estrategias nacionales para la protección de la salud de la población y del entorno de la misma manera menciona que se debe determinar concentraciones representativas en áreas de alta densidad de población para evaluar el impacto en salud de la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos, evaluar y aplicar el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y Determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo.

3.4.2 Frecuencia de monitoreo

Según el objetivo del protocolo de calidad de aire elaborado por DIGESA (2005), menciona que la frecuencia de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo, la frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional.

3.4.3 Criterios para selección de métodos de medición

Según DIGESA (2005), en el protocolo de calidad de aire menciona que es recomendable elegir la técnica idónea para desarrollar las tareas, si se emplea un método inadecuado, demasiado sofisticado o que conduce a errores, el desempeño de la red podría ser deficiente, generar datos de poca utilidad y lo que es peor pérdida de recursos. Si bien los objetivos del monitoreo son el principal factor que se debe considerar para el diseño, también es importante tener en cuenta las limitaciones de recursos y la disponibilidad de personal calificado. Es necesario lograr un equilibrio entre los costos del equipo, la complejidad, la confiabilidad y el desempeño. Los

sistemas más avanzados pueden suministrar datos cada vez más refinados pero su operación es más sofisticada y difícil.

3.4.4 Monitoreo Meteorológico

Según DIGESA (2005) en el protocolo de calidad de aire menciona para apoyar las mediciones de calidad de aire es recomendable incluir una estación meteorológica simple para ayudar en la interpretación y predicción de la dispersión de contaminantes.

Es altamente recomendable que el monitoreo de la calidad del aire esté acompañado por un apropiado monitoreo meteorológico, considerando que el clima tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de los contaminantes. La dirección del viento es frecuentemente reportada en diferentes unidades. La unidad preferente para reportar son los metros por segundo (m/s). Con relación al monitoreo existen una serie de recomendaciones para su mejor desempeño:

Monitoreo mínimo requerido

- Torre, mínimo 6 metros, de preferencia 10 metros.
- Velocidad del viento (resolución 0.1 m/s, exactitud ± 0.2 m/s, inicio 0.2 m/s.)
- Dirección del viento (resolución 1°, exactitud $\pm 2^\circ$, referenciado al norte verdadero)
- Temperatura del aire (resolución 0.1°C, exactitud 0.2°C.)
- Sistema de colección automático, fuente de poder confiable, con baterías adicionales.

Mediciones requeridas

- Humedad (punto de rocío), resolución 1% de humedad relativa (hr), exactitud ± 5 (hr).
- Radiación solar (para estimaciones de estabilidad), resolución 1 W/m², exactitud 10 W/m².
- Precipitación (resolución 1 mm).

- Perfil de temperatura (temperatura a 2 alturas – 1.5 m y 10 m, requiere 0.1°C de exactitud).

Requerimientos de ubicación específicos

- Debe estar libre de influencia de árboles, edificios, estructuras – debe estar alejado al menos 10 veces la altura de los obstáculos (por ejemplo debe estar 50 m de un edificio de 5 m).

Resolución de tiempo requerida

- La resolución mínima debe ser horaria.

Selección de sitios de monitoreo

La selección del sitio de monitoreo es importante y requiere la ubicación más representativa para monitorear las condiciones de la calidad del aire:

- Definir claramente el propósito de la red o estación de monitoreo.
- Revisar información histórica (datos climatológicos y meteorológicos, mapas topográficos, inventarios de emisiones, resultados de modelos de dispersión, patrones de tráfico, usos de suelo, distribución de la población y datos de monitoreo existentes).
- Identificar las áreas potenciales para la localización de las estaciones de monitoreo (áreas residenciales o poblaciones susceptibles, áreas industriales o comerciales y áreas límites de ciudad (ubicaciones a favor del viento para mediciones de ozono o en contra del viento para mediciones de fondo)).
- Desarrollar una lista de verificación para la evaluación del sitio que recopile (distancia entre el sitio y lugares de interferencia, fuentes específicas, productos químicos agrícolas, carreteras, altura y requerimientos de orientación, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas para

transmisión de datos y comunicación, accesibilidad y seguridad, ausencia de árboles u obstáculos, duración u horario de medición)

- Inspeccionar los sitios potenciales en cada área

3.4.5 Gabinete

Calibración de los equipos de muestreo

La concentración de gases medida en los monitores continuos considera que el flujo de muestra de gas aspirado por el monitor y sensado en la cámara de reacción se mantiene constante en el valor de operación fijado. Luego, la calibración de flujos consiste en verificar que el flujo aire aspirado por el monitor (en general entre 0.5 y 1.0 L/min en monitores automáticos de gases) se encuentre en los rangos de operación recomendados por el fabricante. Para esta verificación existen diferentes instrumentos, algunos de ellos entregan valores aproximados y otros, entre ellos los considerados de referencia, entregan valores con mayor exactitud. Es recomendable que la calibración de flujos sea realizada con un equipo considerado de referencia para su trazabilidad con un estándar primario Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire – DIGESA (2005).

3.4.6 Campo

Se han considerado dos monitoreos de calidad de aire en el mes de octubre y noviembre debido a que el protocolo de calidad de aire DIGESA (2005), menciona que la frecuencia de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo, la frecuencia del monitoreo y para apoyar las mediciones de calidad de aire es recomendable incluir una estación meteorológica simple para ayudar en la interpretación y predicción de la dispersión de contaminantes.

Pre muestreo

- Se recogieron las soluciones captadoras de monóxido de carbono y dióxido de azufre
- Se recogió la cadena de custodia
- Se calibro el tren de muestreo

Instalación del Equipo

- Se instaló el tren de muestreo en el punto de monitoreo
- Colocamos las soluciones captadoras de SO₂ y CO en los burbujeadores.
- Instalamos el tren de muestreo y colocamos dentro los burbujeadores con las soluciones captadoras.
- Se controló el tiempo de monitoreo de acuerdo a la normativa CO (1 hora) y SO₂ (24 horas).

Muestreo

- Se colocó las soluciones captadoras en cada burbujeador
- Se anotó la ubicación de monitoreo con el GPS
- Ubicamos el tren de muestreo y lo programamos el tiempo para los gases de SO₂ (24 horas) y CO (1 horas).
- Se realiza la medición de parámetros meteorológico de temperatura, porcentaje de humedad y velocidad del viento.

Post muestreo

- Se llenó la cadena de custodia del muestreo realizado.
- Etiquetado de las soluciones captadoras SO₂, CO
- Informe de ensayo: Resultado de la concentración analizada por el laboratorio
- Debidamente acreditado.
- Elaboración de e informe: Interpretación de los resultados normativas vigentes de los estándares de calidad ambiental y el índice nacional de calidad de aire.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Resultados de parámetros meteorológicos

Tabla 6.

Parámetros meteorológicos

Dirección Predominante	Velocidad (Km/h)			Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
SSO	0.8	1.5	1.0	23.7	28.6	25.4	38	39	40

Se presenta los resultados de los monitoreo de parámetro meteorológico realizada con un anemómetro donde se registraron valores con temperatura de 25.4 °C, humedad de 40% y una velocidad promedio de 1 Km/h y la predominancia del viento es del SSO.

4.1.2 Resultados del monitoreo de monóxido de carbono

Tabla 7.

Resultado de la concentración del monóxido de carbono – Octubre

CONCENTRACIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO			
LUGAR DE MONITOREO: Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan			
Coordenadas: 18L 0299841		UTM: 8672346	
Temperatura: 28.6 °C		% de Humedad: 40%	
MES	Octubre		
FECHA:	Lunes		Martes
Flujo Promedio (m ³ /min)		0.5	
Concentración (µg/m ³)	4941		4941
ECA	30000 µg/m ³		

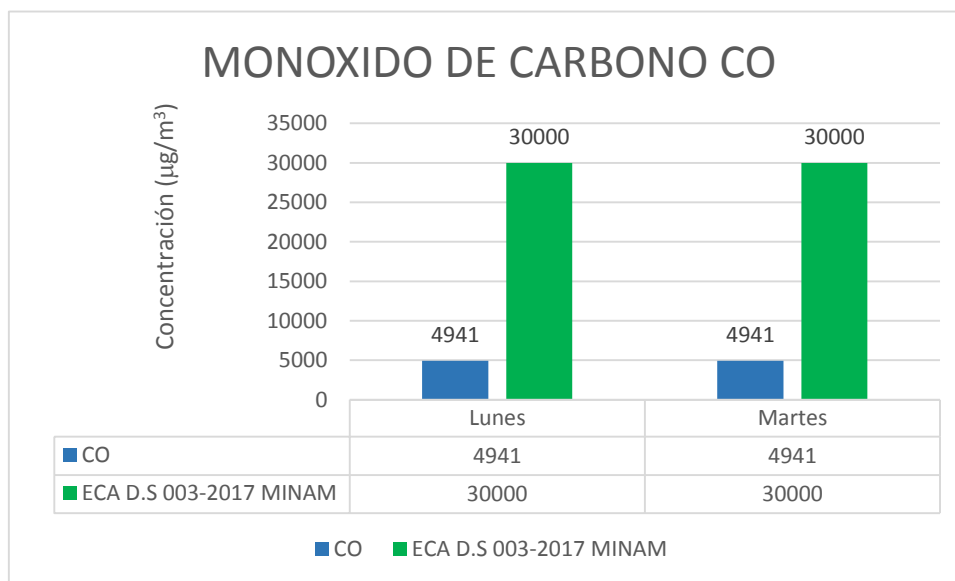



Figura 10. Resultado del monitoreo de calidad de aire Monóxido de carbono mes de octubre

Tabla 8.

Resultado del índice de calidad de aire del monóxido de carbono – Octubre

INDICE DE LA CALIDAD DE AIRE DEL MONÓXIDO DE CARBONO	
LUGAR DE MONITOREO: Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan	
Coordenadas: 18L 0299841	UTM: 8672346
Temperatura: 28.6 °C	% de Humedad: 40%
$I(\text{CO}) = [\text{CO}] * 100/30000$	
$I(\text{CO}) = 16.47$	

Los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el mes de octubre con respecto al parámetro del monóxido de carbono se obtuvo una concentración de 4941 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.

Tabla 9.

Resultado de la concentración del monóxido de carbono – Noviembre

CONCENTRACIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO			
LUGAR DE MONITOREO: Asociación de viviendas civil pariachi sector 3			
Coordenadas: 18L 0299525		UTM: 8671628	
Temperatura: 38.6 °C		% de Humedad: 24%	
MES	Noviembre		
FECHA:	Jueves		Viernes
Flujo Promedio (m ³ /min)		0.5	
Concentración (µg/m ³)	4941		4941
ECA ⁽¹⁾		30000 µg/m ³	

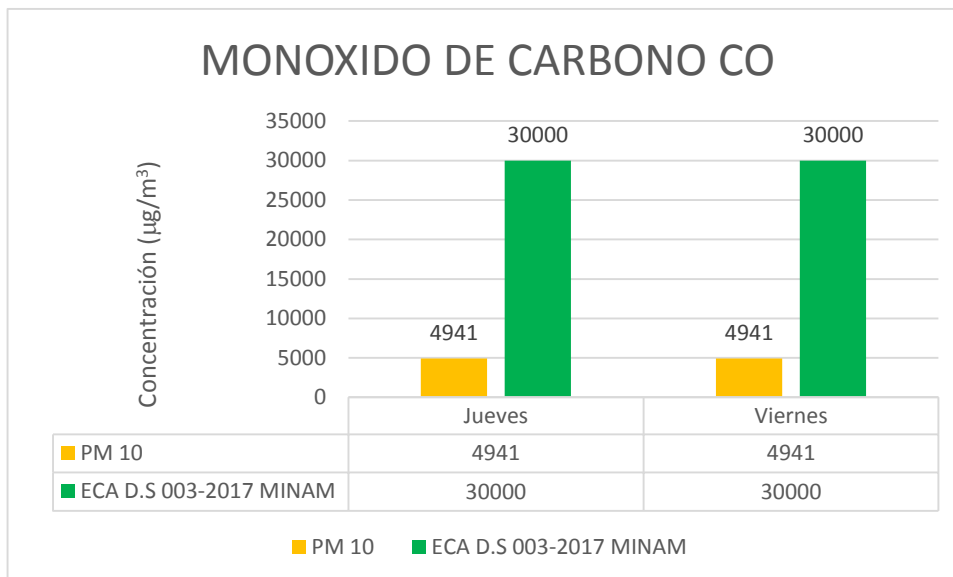



Figura 11. Resultado del monitoreo de calidad de aire Monóxido de carbono mes de noviembre

Tabla 10.

Resultado del índice de calidad de aire del monóxido de carbono – Noviembre

INDICE DE LA CALIDAD DE AIRE DEL MONÓXIDO DE CARBONO	
LUGAR DE MONITOREO: Asociación de viviendas civil pariachi sector 3	
Coordenadas: 18L 0299525	UTM: 8671628
Temperatura:38.6 °C	% de Humedad: 24%
$I (CO) = [CO] * 100/30000$	
$I (CO) = 16.47$	

Las concentraciones obtenidas en el mes de noviembre con respecto al parámetro del monóxido de carbono se obtuvo una concentración de 4941 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire, por lo cual puede realizar actividades al aire libre.

4.1.3 Resultados del monitoreo de dióxido de azufre

Tabla 11.

Resultado de la concentración del dióxido de azufre – Octubre

CONCENTRACIÓN DEL DIOXIDO DE AZUFRE			
LUGAR DE MONITOREO: Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan			
Coordenadas: 18L 0299841		UTM: 8672346	
Temperatura: 28.6 °C		% de Humedad: 40%	
MES	Octubre		
FECHA:	Lunes		Martes
Flujo Promedio (m ³ /min)		0.2	
Concentración (µg/m ³)	12.7		12.7
ECA ⁽¹⁾		250 µg/m ³	

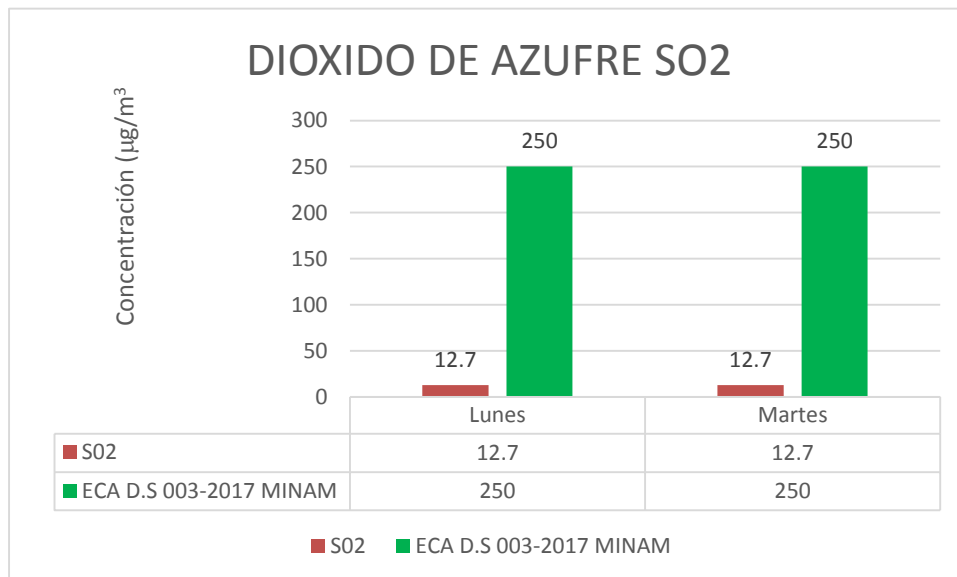



Figura 12. Resultado del monitoreo de calidad de aire Dióxido de azufre mes de octubre

Tabla 12.

Resultado del índice de calidad de aire del dióxido de azufre – Octubre

INDICE DE LA CALIDAD DE AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE	
LUGAR DE MONITOREO: Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan	
Coordenadas: 18L 0299841	UTM: 8672346
Temperatura:28.6 °C	% de Humedad: 40%
$I (SO_2) = [SO_2] * 100/250$	
$I (SO_2) = 5.05$	

Los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el mes de octubre con respecto al parámetro del dióxido de azufre se obtuvo una concentración de 12.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.

Tabla 13.

Resultado de la concentración dióxido de azufre – Noviembre

CONCENTRACIÓN DEL DIOXIDO DE AZUFRE			
LUGAR DE MONITOREO: Asociación de viviendas civil pariachi sector 3			
Coordenadas: 18L 0299525		UTM: 8671628	
Temperatura: 38.6 °C		% de Humedad: 24%	
MES	Noviembre		
FECHA:	Jueves		Viernes
Flujo Promedio (m ³ /min)		0.2	
Concentración (µg/m ³)	12.7		12.7
ECA ⁽¹⁾		250 µg/m ³	

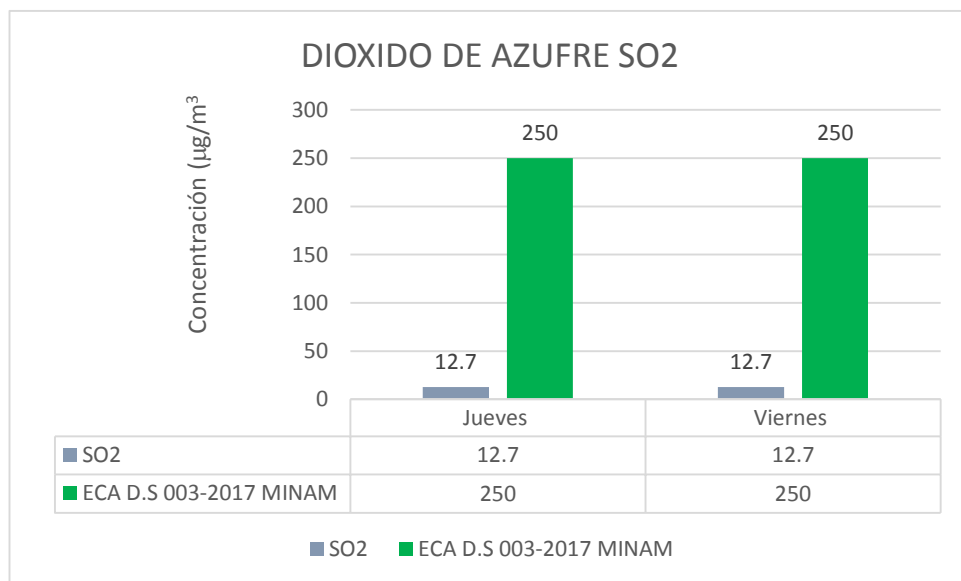



Figura 13. Resultado del monitoreo de calidad de aire Dióxido de azufre mes de noviembre

Tabla 14.

Resultado del índice de calidad de aire del dióxido de azufre – Noviembre

INDICE DE LA CALIDAD DE AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE	
LUGAR DE MONITOREO: Asociación de viviendas civil pariachi sector 3	
Coordenadas: 18L 0299525	UTM: 8671628
Temperatura:38.6 °C	% de Humedad: 24%
$I (SO_2) = [SO_2] * 100/250$	
$I (SO_2) = 5.05$	

Las concentraciones obtenidas en el mes de noviembre con respecto al parámetro del dióxido de azufre se obtuvo una concentración de $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire, por lo cual puede realizar actividades al aire libre.

4.2 Discusión

La tesis titulada Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del Campus Universitario debido a la emisión de partículas PM_{10} y CO elaborado por Moreano and Palmisano (2012), obtuvieron resultados de la concentración del monóxido de carbono y su respectivo índice de calidad de aire valores que oscilan desde 315.99 hasta $2796.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un ICA de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ están en un estándar satisfactorio, y la polución del aire es baja por lo que no se corre peligro

con la contaminación de CO que se encuentra en la zona de estudio de la Universidad, estos resultados es muy similar con respecto a este parámetro de monóxido de carbono se obtuvo resultados inferiores a lo establecido de la normativa nacional de calidad de aire con un valor de $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire, por lo cual puede realizar actividades al aire libre.

De la misma manera se compara con los resultados obtenidos en la investigación realizada por el tesista Mendoza Aquino (2014) “Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el cercado de Tacna, 2011 – 2012”, se observa que el parámetro que genera mayor contaminación es el monóxido de carbono que alcanza un valor de 1,006 ton/día y 367,10 ton/año, seguido del parámetro dióxido de azufre, pero comparando con la normativa D.S. N° 074-2001-PCM estos valores se encuentran dentro del nivel de referencia de comparación, comparando con nuestros resultados de investigación se obtuvieron resultados similares de calidad de aire con un valor de $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y SO_2 con un valor de $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia

En la investigación “Determinación del Material Particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal – Islay elaborado por Valdivia Frances (2017)”, obtuvo resultado del monitoreo realizados en el centro poblado el Arenal, no exceden los Estándares de Calidad Ambiental (ECA's) según D.S. 074-2001-PCM, en el gas de dióxido de azufre podemos observar que en los puntos CA-01, CA-02, CA-03 el resultado es menor de $13.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D.S. 003-2008-MINAM) y en el caso de monóxido de carbono de los puntos CA-01, CA-02, Ca-03 el resultado es

nor de $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D.S. 074-2001-PCM) los estándares calidad ambiental para dióxido de azufre y monóxido de carbono es de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$; como se puede observar los tres parámetros están dentro de la normativa nacional de calidad del aire, comparando con los resultados de los parámetro de monóxido de carbono se obtuvo resultados inferiores a lo establecido de la normativa nacional de calidad de aire con un valor de $4941 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y SO_2 con un valor de $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comparando con el D.S N° 003 – 2017 MINAM no excede el nivel de referencia establecida por la normativa peruana, de la misma manera comparando con el índice de calidad de aire no sobrepasa los valores de referencia, por lo cual se afirma que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire, por lo cual puede realizar actividades al aire libre.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se ha determinado el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan teniendo en cuenta la Resolución ministerial N° 181 - 2016 MINAM.
2. Se ha determinado los resultados de la calidad de aire teniendo en cuenta el tiempo y flujo de monitoreo para monóxido de carbono 1 hora y 0.5 L/min y el dióxido de azufre 24 horas y 0.2 L/min, se obtuvieron resultados en el mes de octubre y noviembre con respecto al parámetro de monóxido de carbono 4941 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y su índice de calidad de aire 16.47 que representa una coloración verde clasificándolo una calidad de aire buena y el dióxido de azufre fue 12.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un índice de calidad de aire 5.05 lo que significa que la calidad de aire es buena.
3. Los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el mes de octubre y noviembre de los parámetro del monóxido de carbono y dióxido de azufre no excedieron el nivel de referencia de comparación de la normativa nacional D.S N° 003 – 2017 MINAM y de la misma manera se calculó los resultado de la concentración con la ecuación del índice de calidad de aire y se obtuvo una clasificación de color verde los que significa que la calidad de aire es buena , por lo cual se afirma que la calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.
4. Se ha propuesto un plan de mejora de calidad de aire para continuar teniendo los resultados por debajo de la normativa y el Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi Huaycan.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Al corroborar los resultados obtenidos en este trabajo de investigación la calidad de aire los parámetros monitoreados CO y SO₂ no afecta la calidad de aire en el residencial Pariachi sector 4 entrada huaycan y Asociación de vivienda civil de Pariachi sector 3, no afecta la calidad ambiental se recomienda continuar monitoreando otros parámetros de acuerdo a la normativa nacional vigente.
2. Se recomienda desarrollar tecnología para control de emisiones de vehículos e industrias y así llevar un control en todas las zonas priorizadas de acuerdo a lo establecido en la agenda de investigación ambiental al 2021.
3. Se recomienda mejorar la gestión de la política pública en las instituciones gubernamentales y es un paso que revela madurez institucional para gestionar la investigación ambiental en el país.
4. Se recomienda continuar realizando la vigilancia del monitoreo de calidad de aire en otros lugares del sectores de ATE para conocer y mapear el distrito con la coloración del índice de calidad de aire y ampliar el estudio con otros parámetros de partículas y gases de acuerdo a la normativa.
5. Se recomienda tener en cuenta la propuesta establecida en el anexo para la realización de los monitoreos y el mapeo de las zonas evaluadas para conocer cual el nivel de la contaminación en el distrito de ATE Vitarte.

REFERENCIAS

- Araujo. 2016. "Costos Externos de La Contaminación Del Aire En La Ciudad de Cajamarca." Universidad Nacional de Cajamarca. Retrieved ([http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1361/COSTOS EXTERNOS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL DEL AIRE EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA .pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1361/COSTOS_EXTERNOS_DE_LA_CONTAMINACION_AMBIENTAL_DEL_AIRE_EN_LA_CIUAD_DE_CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)).
- Chiarella, Rónimo, Anita Arrascue, and Samuel Jaramillo. 2013. "Agenda de Investigación Ambiental Del 2013 Al 2021" edited by W. W. E. S.A.C. 41. Retrieved (http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigación-Ambiental_Interiores.pdf).
- Concepción, Eric and Milagritos Rodríguez. 2014. *Informe Nacional de La Calidad Del Aire 2013-2014 MINAM*. Lima Perú. Retrieved (<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>).
- Contreras, Santiago, and Icaza. 2013. *Calidad Del Aire Una Práctica de Vida*. Primera Ed. México D.F. Retrieved (<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>).
- DIGESA. 2005. *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Los Datos*. Retrieved (http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf).
- Extech. 2015. "Manual Del Usuario Térmo-Anemómetro PCM / MCM + Termómetro Infrarrojo." 13. Retrieved (<http://www.extech.com/>).
- Gómez, Hugo Ramiro. 2015. "Instrumentos Basicos Para Fiscalización Ambiental." 1–29. Retrieved (https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978).
- Grupo tecnico del MINAM Perú. 2017. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Aire y Establecen Disposiciones Complementarias*. Lima Perú. Retrieved (<http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones-1>).
- Hernández, Fernández, and Baptista. 2010. *Metodología de La Investigación*. Retrieved (<http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>).

Inche, Jorge. 2015. *Gestión de La Calidad Del Aire : Causas, Efectos y Soluciones*. Instituto. Lima Perú: Lima : Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM, 2004.

INEI. 2014. "Calidad Del Aire." Retrieved (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1291/cap08.pdf).

Israel, David and Moreano Bohórquez. 2012. "Nivel de Afectación de La Contaminación Atmosférica y Sus Efectos En La Infraestructura Del Campus Universitario Debido a La Emisión de Partículas PM10 y CO." Pontificia Universidad Católica del Perú. Retrieved (<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1763>).

Julio Saavedra. 2014. "Análisis de Nuevos Escenarios de Emisión de Contaminantes Del Parque Automotor Generados En Un Ambiente de Tráfico Vehicular." Universidad Nacional la Agraria. Retrieved (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1872>).

Leyva, Mario. 2010. "Protocolo de Monitoreo de Aire." 1–19.

Marisol Mendoza. 2014. "Valoración de Contaminantes Del Aire Generada Por Fuentes Móviles Para La Gestión de La Calidad Del Aire En El Cercado de Tacna, 2011-2012." Universidad Nacional Jorge Basadre Grohann. Retrieved (http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1002/TM161_Mendoza_Aquino_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Mendoza Aquino, Marisol. 2014. "Valoración de Contaminantes Del Aire Generada Por Fuentes Móviles Para La Gestión de La Calidad Del Aire En El Cercado de Tacna, 2011 - 2012." Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

MINAM. 2011. "Plan Nacional de Acción Ambiental, PLANAA - Perú 2011 - 2021." 80. Retrieved (http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf).

Moreano, D. and A. Palmisano. 2012. "Nivel de Afectación de La Contaminación Atmosférica y Sus Efectos En La Infraestructura Del Campus Universitario Debido a La Emisión de Partículas PM10 y CO." *Pontificia Universidad Católica del Perú* 01-80.

Municipalidad Distrital de Ate. 2015. "Plan Integral De Desarrollo Del Distrito De Ate 2003-2015." 1–99. Retrieved (http://www.muniate.gob.pe/ate/files/transparencia/PLANEAMIENTO_ORGANIZACION/PDRC/2003_2015/9_PDC_ZONA_06_ATE.pdf).

- Municipalidad Distrital de Ate. 2016. "Perfil Demográfico: Edad y Género a Nivel Distrital y Zonal." 46. Retrieved (http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentoEstadistica/2011/boletin_estadistico_n_01_2011.pdf).
- Nilda Hilarión. 2017. "Emisiones Contaminantes de Vehículos Del Distrito De Huancayo." Universidad Nacional del Centro del Perú. Retrieved (<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4137/HilarioRoman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).
- Odón, Sánchez and Ordonez Carol. 2016. *Evaluación de La Calidad Del Aire En Lima Metropolitana, 2015*. Lima Perú. Retrieved (http://www.senamhi.gob.pe/pdf/pdf_dgia_eval2015.pdf).
- OMS. 2018. *La Contaminación Del Aire Es Un Gran Riesgo Ambiental Para La Salud*. Retrieved (<http://www.who.int/news-room/air-pollution>).
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). 2015. *Instrumentos Básicos Para Fiscalización Ambiental*. edited by Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Lima Perú. Retrieved (<https://centroderecursos.cultura.pe/es/registrobibliografico/instrumentos-basicos-para-la-fiscalizacion-ambiental>).
- PCM. 2001. *Reglamento de Estandares Nacionales Ambiental de Calidad de Aire*. Retrieved (<http://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-aire>).
- Poma, Juan Manuel Rivera. 2012. "Modelo de Identificación de Factores Contaminantes Atmosféricos Críticos En Lima – Callao." Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Retrieved (http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3109/1/Rivera_pj.pdf).
- Roberto Hernandez Sampieri, Carlos Fernandez Collado, and Pilar Lucio Baptista. 2010. *Metodología de La Investigación*. Quinta edi. edited by McGraw-Hill. México D.F.
- SEMARNAT. 2005. "Guía Metodológica Para La Estimación de Emisiones Vehiculares." 25–34.
- SENAHMI. 2014. *Estimación de Emisiones Vehiculares En Lima Metropolitana*. Peru Lima. Retrieved (<https://web2.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-6.pdf>).
- Valdivia Frances. 2017. "Determinación Del Material Particulado, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono En El Centro Poblado El Arenal – Islay." Universidad Nacional de San Agustín.

ANEXOS

Anexo 1. Informe de ensayo



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 126299-2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : CONSULTORIA Y MONITOREOS AMBIENTALES ANTAMIGREEN E.I.R.L.
DOMICILIO LEGAL : P.J. TOPARA MZA. F LOTE. 10 (LA PLANICIE - COST UPEU CASA BLANCO)SAN MARTIN - SAN MARTIN - MORALES
SOLICITADO POR : CONSULTORIA Y MONITOREOS AMBIENTALES ANTAMIGREEN E.I.R.L.
REFERENCIA : CALIDAD DE AIRE CO Y SO₂ FLUJO VEHICULAR PARIACHI - HUAYCAN
PROCEDENCIA : PARIACHI - HUAYCAN
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-11-05
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-11-05
MUESTREADO POR : JHON CORDOVA PEÑA

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-170120 Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (CO) No incluye muestreo. 2018.	150	ug/muestra
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Dióxido de Azufre(SO ₂) Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50; Item 7 al 11. 2010. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method). No incluye muestreo.	3.70	ug/muestra

L.C.: Límite de cuantificación.

[Firma]
 Quim. Belbeth Y. Fajardo León
 C.Q.P. N° 648
 Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/Versión: 08/FE/03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 2

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

INFORME DE ENSAYO N° 126299-2018 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Matriz analizada	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)
Fecha de muestreo	2018-10-29	2018-10-30	2018-11-01	2018-11-02
Hora de inicio de muestreo (h)	17:00	17:00	17:00	17:00
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada
Descripción del punto de muestreo	Residencial Pariachi Sector 4 entrada Huaycan	Residencial Pariachi Sector 4 entrada Huaycan	Asociación de vivienda civil Pariachi sector 3	Asociación de vivienda civil Pariachi sector 4
Código del Cliente	R-P	R-P	R-V	R-V
Código del Laboratorio	18110233	18110234	18110235	18110236
Ensayos	Unidades	Resultados		
Monóxido de Carbono (CO)	ug/muestra	<150	<150	<150
Producto declarado	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Matriz analizada	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO ₂)	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO ₂)	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO ₂)	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO ₂)
Fecha de muestreo	2018-10-29/30	2018-10-30/31	2018-11-01/02	2018-11-02/03
Hora de inicio de muestreo (h)	17:00	17:00	17:00	17:00
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada
Descripción del punto de muestreo	Residencial Pariachi Sector 4 entrada Huaycan	Residencial Pariachi Sector 4 entrada Huaycan	Asociación de vivienda civil Pariachi sector 3	Asociación de vivienda civil Pariachi sector 4
Código del Cliente	R-P	R-P	R-V	R-V
Código del Laboratorio	18110233	18110234	18110235	18110236
Ensayos	Unidades	Resultados		
Dióxido de Azufre (SO ₂)	ug/muestra	<3.70	<3.70	<3.70

Lima, 13 de Noviembre del 2018

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2

Anexo 2. Certificado de calibración



Certificado de Calibración

LT - 623 - 2017

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 4

Expediente	97400	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	INVESTIGACIONES ECONÓMICAS EN MINERÍA, ENERGÍA E HIDROCARBUROS S.A.C.	
Dirección	Calle Luis Romero 1050 Urb. Roma - Lima	
Instrumento de Medición	TERMOHIGROMETRO	
Indicación	DIGITAL	
Intervalo de Indicación	0 °C a 50 °C ; 10 %hr a 95 %hr (*)	
Resolución	0,1 °C ; 0,1 %hr	
Marca	EXTECH INSTRUMENTS	
Modelo	45160	
Procedencia	TAIWAN	
Número de Serie	A.076549	
Fecha de Calibración	2017-11-15 al 2017-11-21	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Área de Electricidad y Termometría	Responsable del laboratorio
 2017-11-21	 EDWIN FRANCISCO GUILLEN MESTAS	 BILLY QUISPE CUSIPUMA

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Temperatura

Certificado de Calibración

LT – 623 – 2017

Página 2 de 4

Método de Calibración

Calibración por comparación empleando cámaras de humedad y temperatura ambientales con condiciones controladas

Lugar de Calibración

Laboratorio de Higrometría
Calle De La Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	21 °C ± 2 °C
Humedad Relativa	65 % ± 5 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología	Termohigrómetro con incertidumbre de 1,4 %/hr a 2,1 %/hr	LT-746-2016 Noviembre 2016
	Termómetro Digital con incertidumbre de 0,012 °C a 0,024 °C	LT-039-2017 Enero 2017

Observaciones

(*) Dato tomado de las especificaciones técnicas del fabricante .

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de la Dirección de Metrología - INACAL. Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).

Anexo 3. Cadena de custodia de monitoreo



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - CALIDAD DE AIRE

FR - 004
Versión: 04
F.E:01/2017
Página de

05/173842

consultoría y monitoreos
 Cliente: Ambienteles ANTAMGREEN Contacto: jacksonperez@gmail.com E-mail: Jackson Perez Telf(s): 973192514
 Lugar: Pariachi Huaycan Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto Calidad de Aire CO y SO2 Flujo Vehicular Pariachi Huaycan
 Número de Solicitud / Cotización: 2018-10-VI-110-1 Muestreado por SAG Muestreado por el cliente

CÓDIGO DEL CLIENTE	INICIO DE MUESTREO				FINAL DE MUESTREO				PARÁMETROS														N° INFORME: 126299-2018		CÓDIGO DE LABORATORIO	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	Alto volumen		Bajo volumen (*)			PTS	CO	SO ₂	NO ₂	H ₂ S	O ₃	Benceno	HCT	Niebla ácida	Plomo	Arsénico	Metales totales	Meteorología	Ruido Puntual	Ruido Continuo		
					PM 10	PM 2.5	3 L/min	5 L/min	16.7 L/min																	
					PM10		PM2.5																			
R.P	29/10	5:00pm	30/10	5:00pm																						18110233
	29/10	5:00pm	29/10	6:00pm						X																-
	30/10	5:00pm	31/10	5:00pm							X															18110234
	30/10	5:00pm	30/10	6:00pm						X																-
R.V	01/11	5:00pm	02/11	5:00pm							X															18110235
	01/11	5:00pm	01/11	6:00pm						X																-
	02/11	5:00pm	03/11	5:00pm							X															18110236
	02/11	5:00pm	02/11	6:00pm						X																-

DATOS DEL MUESTREO: Si el servicio es realizado por el cliente, registrar la información de campo en el siguiente recuadro:

CÓDIGO DEL CLIENTE	Descripción del punto de muestreo / Estación de muestreo / Observaciones de Campo (**)	GEOREFERENCIA (UTM) (Sistema, Zona y Banda):		ALTITUD (m.s.n.m.)	TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO (°C)	PRESIÓN AMBIENTAL PROMEDIO (mbar)
R.P	Residencial Pariachi Sector 4 entrada Huaycan	E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
R.V	Asociación de Vivienda Civil Pariachi Sector 3	E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES
RECIBIDO
 05 NOV 2018
 RECEPCION DE MUESTRAS
 SAG

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Muestreo: Jhon Cordova Peña Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio por: GM
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Supervisor de Campo: Ing. Jackson Perez Carpio Firma(s): [Firma] Día / Hora: 13:50

(*) Realizar un check para diferenciar el tipo de muestra de bajo volumen. (***) Declaración de Observaciones por el Analista de Campo

Anexo 4. Certificado de Acreditación del laboratorio de análisis

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Renovación de la Acreditación a:

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

Sede Acreditada: . Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 17 de junio de 2016
Fecha de Vencimiento: 17 de junio de 2020

Registro N° LE – 047
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016
DA-acr-01P-02M Ver. 00


Augusto Mello Romero
Director - Dirección de Acreditación



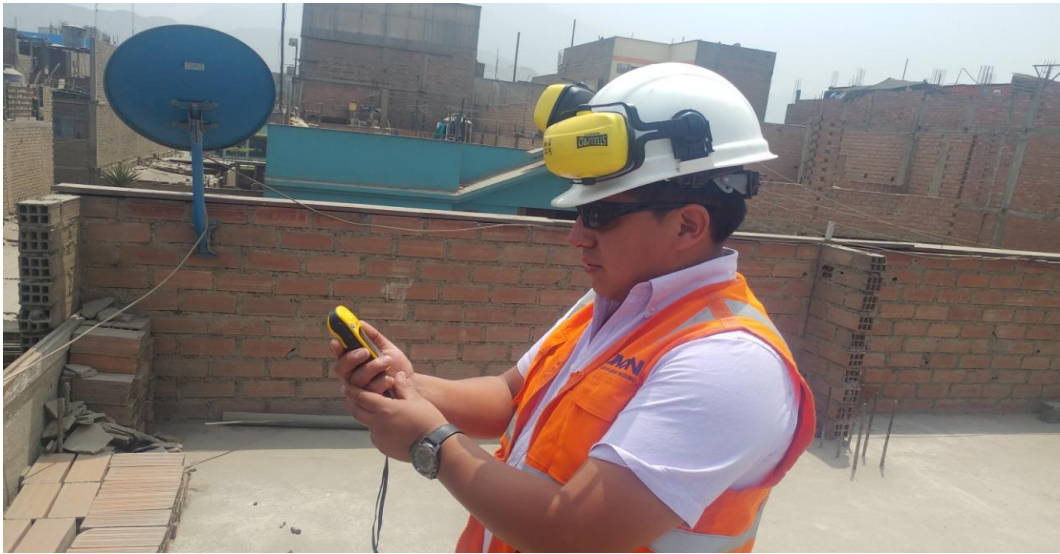
Anexo 5. Galería de foto de Monitoreo de Calidad de aire Residencial Pariachi sector 4 entrada Huaycan



Monitoreo de Calidad de Aire de CO y SO₂



Monitoreo de parámetros meteorológicos velocidad y
dirección del viento



Monitoreo de parámetros meteorológicos Temperatura, porcentaje de humedad y coordenadas

Anexo 6. Galería de fotos de Monitoreo de Calidad de aire Asociación de viviendas civil Pariachi sector 3



Monitoreo de Calidad de Aire de CO y SO₂



Monitoreo de parámetros meteorológicos velocidad y dirección del viento



Monitoreo de parámetros meteorológicos Temperatura, porcentaje de humedad y coordenadas

Anexo 7. Propuesta de planes de mejora del Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno del flujo vehicular en Pariachi Huaycan

ITEM	Acciones	Descripción	Responsable
Medidas de fiscalización EFA			
1	Fortalecer a las autoridades locales CAM (Comisión ambiental municipal)	<p>Fortalecer las capacidades a las autoridades locales para liderar los procesos que se necesitan para detener la contaminación ambiental.</p> <p>Empoderar a los responsables de la gestión de la calidad de aire.</p> <p>Invitar a responsables de cada institución pública y privada para que apoyen con las capacidades que tienen para ayudar a la implementación del plan.</p>	Municipalidad distrital –Área de medio ambiente
2	Sensibilizar y capacitar a los colegios, y asociaciones de vehículos	<p>Capacitar a todos los implicados con respecto a buenas prácticas ambientales.</p> <p>Sensibilizar con respecto a las implicancias y perjuicios en la salud de la población con respecto a temas de calidad de aire.</p>	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente
Medidas de prevención de la calidad de aire			
3	Establecer puntos de monitoreo en todos los sectores del distrito de ATE Vitarte	<p>Realizar talleres para elaborar un diagnóstico de la calidad de aire y establecer los puntos de monitoreo.</p> <p>Dar a conocer los datos meteorológico para conocer su dispersión y establecer los posibles puntos de monitoreo.</p>	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente
4	Establecer controles fiscalización en la revisión técnicas de los vehículos para informar a las autoridades	<p>Fortalecer las fiscalizaciones de revisiones técnicas ejecutando ordenanzas que regulen las fiscalizaciones vehiculares en vías públicas.</p> <p>Contar con equipos de mediciones de gases.</p>	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente

	correspondientes sobre la contaminación	Difusión de campañas de fiscalización vehicular y su importancia en la mejora de la calidad de aire.	
5	Llevar un control de los resultados de los monitoreos de las empresas industriales para estimar la contaminación en un futuro	Solicitar los resultados de los monitoreos realizados por las empresas para estimar la contaminación y tomar medidas preventivas para evitar los riesgos en la salud de los pobladores y el medio ambiente.	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente
Programa de vigilancia			
6	Implementar un sistema de control de vigilancia de la calidad de aire	<p>Contar con una red de monitoreo de calidad de aire solicitando apoyo a universidades, ministerio del ambiente, SENAHMI.</p> <p>Implementación de una estación automática para medir (PM₁₀, PM_{2.5}, NO, NO₂, NO_x, SO₂, O₃, CO).</p> <p>Determinar la relación entre los contaminantes del aire y las principales enfermedades respiratorias.</p>	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente
7	Establecer mapa de semaforización de acuerdo al índice de calidad de aire	Con los datos obtenidos clasificar con la coloración del índice de calidad de aire cual es el nivel de riesgo en cada uno de los sectores	Municipalidad distrital – Área de medio ambiente

ANEXO 8. Propuesta de planes de mejora del Índice de la calidad de aire de combustión monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno del flujo vehicular en Pariachi Huaycan

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fortalecer las capacidades a las autoridades locales para liderar los procesos que se necesitan para detener la contaminación ambiental.	■	■	■									
Sensibilizar y capacitar a los colegios, y asociaciones de vehículos	■	■	■	■	■	■						
Establecer puntos de monitoreo en todos los sectores del distrito de ATE Vitarte					■	■						
Establecer controles fiscalización en la revisión técnicas de los vehículos para informar a las autoridades correspondientes sobre la contaminación							■	■	■	■	■	■
Llevar un control de los resultados de los monitoreos de las empresas industriales para estimar la contaminación en un futuro	■	■	■	■								
Implementar un sistema de control de vigilancia de la calidad de aire										■	■	■
Establecer mapa de semaforización de acuerdo al índice de calidad de aire											■	■