



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
**TESIS**

**CONCENTRACIONES DE GASES Y NIVELES DE RUIDO SEGÚN LOS  
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) EN LAS ESTACIONES DE  
SERVICIO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO. 2012 -2014**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:  
CINTHIA CAROLINA FARROÑÁN DÍAZ

**Marzo 2017**  
**Chiclayo - Perú**

**CONCENTRACIONES DE GASES Y NIVELES DE RUIDO SEGÚN LOS  
ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) EN LAS ESTACIONES DE  
SERVICIO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO. 2012 -2014**

---

M. Sc. Luis Fernando Terán Bazán  
(Presidente)

---

Lic. José Eliseo Ayasta Varona  
(Secretario)

---

M. Sc. Carlos Gonzales Hidalgo  
(Vocal)

---

Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez  
(Asesor)

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Teresa Díaz Pizarro y Teófilo Farroñán  
Santisteban,  
a quienes debo mi formación personal y profesional; con  
gratitud, cariño, respeto y admiración.

A mis hermanos Lucía del Pilar y Omar Benjamín, por su  
confianza y apoyo.

A mis dos abuelitas María Modesta y María Francisca por  
el apoyo que siempre me han brindado.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante.

A mi asesor de tesis y profesores que me brindaron los conocimientos necesarios para poder desarrollar mi estudio de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	10
I.    Introducción.....	11
II.   Marco teórico.....	13
2.1.  Antecedentes del problema.....	13
2.2.  Bases teórico-científicas .....	19
2.2.1. Composición del aire .....	19
2.2.2. Calidad de aire.....	19
2.2.3. Principales contaminantes del aire .....	20
2.2.4. Contaminantes primarios:.....	20
2.2.5. Protocolo de muestreo de aire.....	23
2.2.6. Ruido .....	26
2.2.7. Monitoreo de ruido ambiental .....	27
2.2.8. Sonómetro .....	28
2.2.9. Protocolo de muestreo de ruido.....	28
2.2.10. Marco legal .....	34
2.3.  Definición de términos básicos.....	42
2.4.  Hipótesis .....	46
III.  Materiales y métodos .....	47
3.1.  Ubicación de los puntos de muestreo de concentración de gases y niveles de ruido .....	47
3.2.  Tipo de estudio y diseño de investigación:.....	50
3.3.  Población y muestra de estudio .....	50
3.4.  Materiales y equipos .....	52
3.4.1. Calidad de aire:.....	52
3.4.2. Nivel de ruido.....	53
3.5.  Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	53
3.6.  Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	60
IV.   Resultados: .....	61
4.1.  Resultados de los muestreos en concentración de gases. ....	61
4.2.  Resultados de los muestreos en nivel de ruido.....	75

V.	Discusiones:.....	82
VI.	Conclusiones.....	85
VII.	Recomendaciones.....	86
VIII.	Referencias bibliográficas .....	87
	ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-	<i>Principales normas relacionadas a la gestión ambiental en el Perú.</i> .....	35
Tabla 2.-	<i>Principales normas relacionadas con la calidad del aire</i> .....	36
Tabla 3.-	<i>Principales normas relacionadas con la calidad de ruido en el Perú.</i> .....	36
Tabla 4.-	<i>Estándares de calidad ambiental para aire.</i> .....	39
Tabla 5.-	<i>Estándares de calidad ambiental para ruido.</i> .....	40
Tabla 6.-	<i>Promedio de los niveles de gases de las cuatro estaciones con las estaciones no investigadas</i> .....	51
Tabla 7.-	<i>Promedio de los niveles de ruido de las cuatro estaciones con las estaciones no investigadas</i> .....	51
Tabla 8.-	<i>Materiales, equipos y soluciones</i> .....	52
Tabla 9.-	<i>Materiales, equipos</i> .....	53
Tabla 10.-	<i>Requisitos para toma de muestras de aire, manipulación y determinaciones químicas en equipos tren de muestreo</i> .....	54
Tabla 11.-	<i>Equipos de monitoreo para la evaluación de la calidad de ruido</i> .....	58
Tabla 12.-	<i>Hoja de apuntes para medición de ruido</i> .....	60
Tabla 13.-	<i>Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)</i> .....	61
Tabla 14.-	<i>Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S, espacial y temporal.</i> .....	64
Tabla 15.-	<i>Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S, espacial y temporal</i> .....	68
Tabla 16.-	<i>Contraste de promedios comparativo entre valor estándar y valor observado de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S.</i> .....	72

Tabla 17.- <i>Descriptivos del nivel de ruido promedio y por estaciones de servicio...</i>	75
Tabla 18.- <i>Descriptivos de los promedios de niveles de ruido por estación de servicio según años.....</i>	79
Tabla 19.- <i>Contraste de promedios comparativo entre valor estándar y valor observado de nivel de ruido en las estaciones de servicio.....</i>	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Curvas de ponderación A, B y C.....	28
Figura 2.- Ubicación de las estaciones de servicio. ....	49
Figura 3.- Etiqueta de muestra de aire.....	57
Figura 4.- Cadena de custodia de muestras de aire. ....	58
Figura 5.- Histograma concentración Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> .....	62
Figura 6.- Histograma concentración Monóxido de Carbono (CO).....	62
Figura 7.- Histograma concentración Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> .....	63
Figura 8.- Histograma concentración Sulfuro de Hidrogeno H <sub>2</sub> S.....	63
Figura 9.- Histogramas de concentración Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> por años 2012, 2013 y 2014.....	65
Figura 10.- Histogramas de concentración Monóxido de Carbono CO por años 2012, 2013 y 2014. ....	66
Figura 11.- Histogramas de concentración Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> por años 2012, 2013 y 2014.....	67
Figura 12.- Histogramas de concentración Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S por años 2012, 2013 y 2014. ....	68
Figura 13.- Histogramas de concentración Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> por estaciones de servicio.....	69
Figura 14.- Histogramas de concentración Monóxido de Carbono CO por estaciones de servicio.....	70
Figura 15.- Histogramas de concentración Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> por estaciones de servicio.....	71
Figura 16.- Histogramas de concentración Sulfato de hidrógeno H <sub>2</sub> S por estaciones de servicio.....	71
Figura 17.- Histograma de nivel de ruido promedio dB de las cuatro estaciones.....	76
Figura 18.- Diagrama de Cajas del nivel de ruido por estación de servicio.....	78
Figura 19.- Promedios de niveles de ruido por estación de servicio, según años....	79

## ANEXOS

Anexo I: Mapa de ubicación de las estaciones de servicio .....	94
Anexo II: Estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo registrado mediante OSINERGMIN .....	95
Anexo III: Estándares de calidad ambiental para aire (ECASaire).....	98
Anexo IV: Estándares de calidad ambiental para ruido (ECASruido) .....	99
Anexo V: Puntos de muestreo de aire .....	100
Anexo VI: Puntos de muestreo de ruido .....	101
Anexo VII: Concentración de gases estaciones no muestrales - Año 2012 .....	102
Anexo VIII: Concentración de gases estaciones no muestrales - Año 2013 .....	103
Anexo IX: Concentración de gases estaciones no muestrales - Año 2014 .....	104
Anexo X: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2012 .....	105
Anexo XI: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2013 .....	106
Anexo XII: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2014 .....	107
Anexo XIII: Cadena de custodia .....	108
Anexo XIV: Etiquetado de identificación de muestras de aire .....	109
Anexo XV: Panel fotográfico.....	110

## RESUMEN

La presente investigación se basó en los datos de concentraciones de gases y niveles de ruido de las estaciones de servicio de la ciudad de Chiclayo específicamente para los años 2012-2014, para compararlos con los estándares de calidad ambiental para aire y ruido, con la finalidad de conocer el estado de la calidad de aire durante los años investigados, planteándose el objetivo general: Determinar las concentraciones de gases y niveles de ruido según los Estándares de Calidad Ambiental en las estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo 2012-2014 y los objetivos específicos: Determinar las concentraciones de gases y niveles de ruido obtenidos, durante los años 2012-2014, comparar los resultados de niveles de gases obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para aire, según la norma nacional; y comparar los resultados obtenidos de ruido con los estándares de calidad ambiental para ruido según la normativa nacional. El problema de la investigación fue la siguiente: ¿Las concentraciones de gases (CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S Y SO<sub>2</sub>) y niveles de ruido desde el 2012 al 2014 en las Estaciones de Servicio de la ciudad de Chiclayo, están dentro de lo establecido en los ECAs para aire y ruido? La metodología empleada para la determinación de las concentraciones de gases (CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub>), fue de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Aire y Gestión de datos aprobados por la DIGESA mediante Resolución Directoral 1404-2005-DIGESA-SA y para la determinación de los niveles de ruido fue el Protocolo de Monitoreo de ruido aprobado por el Ministerio del Ambiente, mediante Resolución Ministerial-227-2013-MINAM, comparando los resultados con los estándares de calidad ambiental respectivamente. Así mismo el tipo de investigación fue descriptiva longitudinal, con un diseño no experimental longitudinal de tendencia. Para la de recolección de datos, se realizó monitoreos de aire y de ruido y el procesamiento de datos con el programa SPSS versión 22. Finalmente, los resultados de los niveles de concentración de los gases analizados de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), de los años 2012-2014, se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, excepto para el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que supera a los Estándares de Calidad ambiental (aire). Asimismo, los resultados de los niveles de ruido en los años 2012-2014, de las estaciones de servicio ubicadas en la zona comercial (Av. Salaverry y Av. Pedro Ruiz) e industrial (Carretera Panamericana) de la ciudad de Chiclayo, se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, cumpliéndose con lo establecido; excepto en la estación de servicio ubicada en la zona residencial (Urb. Primavera) donde fueron superiores a lo establecido en los ECA.

Palabras clave: Gases, ruido, monitoreo ambiental, contaminación de aire.

## ABSTRACT

The present investigation was based on the gas concentration and noise levels data of the service stations of the city of Chiclayo specifically for the years 2012-2014, in order to compare them with the environmental quality standards for air and noise, for the purpose To know the state of the air quality during the years investigated, considering the general objective: To determine the concentrations of gases and noise levels according to the Environmental Quality Standards at the service stations in the city of Chiclayo 2012-2014 and the objectives Specific: To determine the concentrations of gases and noise levels obtained, during the years 2012-2014, to compare the results of levels of gases obtained with the Environmental Quality Standards established for air, according to the national standard; And compare the results of noise with environmental quality standards for noise according to national regulations. The research problem was the following: Are the concentrations of gases (CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub>) and noise levels from 2012 to 2014 at the Service Stations of the city of Chiclayo within the ECAs for air and noise? The methodology used to determine the concentrations of gases (CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub>) was in accordance with the Protocol of Air Monitoring and Data Management approved by DIGESA through Directorial Resolution-1404-2005-DIGESA -SA and for the determination of noise levels was the Protocol of Noise Monitoring approved by the Ministry of the Environment, through Ministerial Resolution-227-2013-MINAM, comparing the results with the environmental quality standards respectively. Also the type of investigation was descriptive longitudinal, with a non-experimental longitudinal trend design. For data collection, air and noise monitoring and data processing were performed with the SPSS version 22 program. Finally, the results of the concentration levels of the analyzed gases of carbon monoxide (CO), carbon dioxide Nitrogen (NO<sub>2</sub>) and hydrogen sulphide (H<sub>2</sub>S), for the years 2012-2014, are below the Environmental Quality Standards for Air, except for sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) that exceeds the Environmental Quality Standards (air). Likewise, the results of noise levels in the years 2012-2014, of the service stations located in the commercial area (Av. Salaverry and Av. Pedro Ruiz) and industrial (Panamerican Highway) of the city of Chiclayo, are located Below the Environmental Quality Standards for noise, complying with what is established; Except in the service station located in the residential area (Urb. Primavera) where they were superior to the established in the ECA.

Key words: Gases, noise, environmental monitoring, air pollution.

## **I. Introducción**

La presencia de gases contaminantes y niveles de ruido no deseables, en concentraciones, tiempo y circunstancias tales que puedan afectar significativamente el confort, la salud y el bienestar de las personas, alteran la calidad de aire.

Por ello la Organización Mundial de la Salud (OMS) alertó en el año 2014 que el 90% de las ciudades del mundo no cuentan con una óptima calidad de aire, por lo que recomendó que los países tomen medidas para controlar la emisión de ruidos y gases, para garantizar la calidad del aire y niveles de ruido

En el país para monitorear la calidad de aire y la fiscalización de empresas que atenten ante el bienestar y salud de las personas, se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental (Aire y Ruido) publicados en el Diario El Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM), Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM) y Reglamento de Estándares de Calidad para ruido (D.S. 085-2003-PCM) y los Índices De Calidad de Aire (RM- -181-2016-MINAM).

Asimismo, en nuestro país, el abastecimiento y venta de combustibles para el parque automotor se realiza a través de las estaciones de servicio cuyos proveedores de combustible son empresas nacionales (Pecsa, Petroperú) e internacionales (Primax, Repsol) o empresas regionales o grupos empresariales que son de uso exclusivo. Estos establecimientos como consecuencia de la actividad de comercialización de combustibles líquidos, generan muchos problemas ambientales causando impactos negativos en cada una de sus operaciones: recepción, almacenamiento y distribución, afectando principalmente al aire; por lo tanto, es de suma importancia realizar monitoreos con un equipo analítico cualitativo y cuantitativo que nos permita determinar la concentración de gases y niveles de ruido contaminante en el ambiente que rodea a las estaciones de servicio.

En el presente trabajo de investigación se determinó las concentraciones de gases y niveles de ruido de 04 Estaciones de Servicio que representa 10.81% de las 37 ubicadas en la ciudad de Chiclayo y registradas en OSINERGMIN, para compararlas con los Estándares de Calidad Ambiental respectivamente. Ante lo descrito anteriormente se propone el problema de investigación

siguiente: ¿Las concentraciones de gases (CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub>) y niveles de ruido desde el 2012 al 2014 en las Estaciones de Servicio de la ciudad de Chiclayo, están dentro de lo establecido en los ECAs para aire y ruido?

Así mismo los objetivos de la investigación son los siguientes: Determinar las concentraciones de gases y niveles de ruido obtenidos, durante los años 2012-2014; comparar los resultados de niveles de gases obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para aire, según la norma nacional y comparar los resultados obtenidos de ruido con los estándares de calidad ambiental para ruido según la normativa nacional.

El presente trabajo contribuirá en el conocimiento de la calidad del aire y niveles de ruido en las Estaciones de Servicio de la ciudad de Chiclayo, lo que permitirá tener una línea base para futuras investigaciones., y sea tomado en cuenta en la toma de decisiones por las personas que tienen que ver con el bienestar de la población.

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes del problema

**El Mundo (2014)** en su informe “La OMS alerta del aumento de la contaminación ambiental en las ciudades” señala que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha alertado de un aumento de la contaminación ambiental en la mayoría de las ciudades del mundo ya que casi el 90 por ciento de las urbes que miden su polución superan los niveles de calidad que establece este organismo de Naciones Unidas, con el consiguiente riesgo de que sus habitantes sufran más problemas respiratorios y otras patologías. Además, en la mayoría de las ciudades donde hay datos suficientes para comparar la situación actual con la de años anteriores se ha visto como la contaminación del aire es cada vez peor, a lo que han contribuido diversos factores como el uso de combustibles, el aumento de medios de transporte motorizados y deficiencias en el consumo energético de oficinas y hogares.

**Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca de la EMOV EP (2013)**, en su “Informe de la Calidad del Aire de Cuenca, año 2013 Cuenca-Ecuador” concluyeron que el monóxido de carbono en todos los registros disponibles fueron menores a la concentración que establece tanto la NCAA y el valor guía de la OMS para los valores máximos horarios ( $30 \text{ mg/m}^3$ ) y valores máximos en períodos de 8 horas ( $10 \text{ mg/m}^3$ ). Al igual que para el caso del  $\text{SO}_2$ , el cumplimiento de la NCAA y de la guía de la OMS para las concentraciones medias anuales de  $\text{NO}_2$ , no significa las emisiones de los  $\text{NO}_x$  no constituya un problema para la calidad del aire, ya que también son precursores de material particulado fino ( $\text{MP}_{2.5}$ ). La principal razón para el registro de concentraciones bajas de  $\text{SO}_2$  se debería al bajo contenido de azufre tanto en la gasolina y diésel destinados al tráfico vehicular para el cantón Cuenca.

**Herrera, J.; Rodríguez, S. & Rojas, J. (2011)**, en su trabajo de investigación acerca de la “Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica”. Las emisiones evaporativas durante la recarga de combustible: que constituyen las emisiones evaporativas desplazadas del tanque de combustible del vehículo durante la recarga. Estas pueden ocurrir mientras el vehículo está en reposo y en puntos

conocidos, como las gasolineras. La recarga de combustible se maneja típicamente como fuente de área para efectos de los inventarios de emisiones. Los vapores de las gasolinas contienen compuestos orgánicos volátiles (COV) los cuales se encuentran entre los precursores de oxidantes fotoquímicos como el ozono, que actúa como catalizador en la reacción de los óxidos de nitrógeno y que, en concentraciones elevadas, puede afectar a la salud humana y dañar a la vegetación y materiales.

**Dirección de Medio Ambiente de Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (2001)**, en su “Diagnóstico de las condiciones locales y situación actual de la dirección de medio ambiente de la Municipalidad de Guayaquil para implementar el sistema de monitoreo y vigilancia de la calidad del recurso aire en la ciudad” afirma que la adquisición del Equipo de Muestreo de la Calidad del Aire - móvil, para registrar los niveles de los parámetros indicadores de la contaminación del aire permitirá determinar las concentraciones promedio de 24 horas y realizar evaluaciones a corto plazo, además requieren de personal altamente capacitado para la operación del equipo; el equipo móvil se utiliza normalmente para el monitoreo con resolución horaria y de éste se requiere únicamente cuando existan episodios de contaminación para evaluar magnitud del impacto, con baja calidad o precisión de base de datos

**Escobedo, J; Victoria, A. Ramírez, A. (2000)**, en su trabajo “La problemática ambiental en la ciudad de México generada por las fuentes fijas” señala en relación a los Sistemas de Recuperación de Vapores de Gasolina en Estaciones de Servicio y Autoconsumos, se realizaron visitas de verificación y vigilancia, con el objeto de constatar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL- 1995 y del programa de reconversión de las estaciones de servicio (gasolineras) y de Autoconsumos. Es importante señalar que se logró un avance notorio, debido a que los Propietarios y/o Representantes Legales de fuentes fijas, contribuyeron considerablemente en la disminución de las emisiones contaminantes, al dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Legislación Ambiental vigente, por lo que se impulsó notoriamente una cultura ambiental nueva

**Comisión Nacional de Medio Ambiente – CONAM (1999)**, en la “Guía para el control y prevención de la contaminación industrial estaciones de servicio”. La mayor fuente de emisiones evaporativas es el llenado de los estanques subterráneos. Las emisiones se generan cuando los vapores de gasolina en el estanque son desplazados a la atmósfera por la gasolina que está siendo descargada. La cantidad de emisiones depende de varios factores: el método y tasa de llenado, la configuración del tanque y la temperatura, presión de vapor y composición de la gasolina. Otra fuente de emisión es la respiración de estanques subterráneos. Estas ocurren diariamente y son atribuibles a cambios en la presión barométrica. Finalmente se producen emisiones por derrames de combustibles y posterior secado evaporativo debido a rebalses, chorreo de mangueras o circunstancias operativas. Las mayores emisiones evaporativas en las estaciones de servicio son producidas por la gasolina. El petróleo diésel y kerosene, por tener presiones de vapor muy bajas, no evaporan considerablemente

Según **MINAM (2014)**, en su “Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014” señala que la presencia de contaminantes por encima de los niveles establecidos en los ECA no solo significa una disminución de la calidad ambiental del aire, sino una disminución de la calidad de vida de la población, con efectos adversos para su salud, así como el deterioro paisajístico de la ciudad. Una adecuada gestión de calidad del aire implementada en todos los estamentos de las entidades de los tres niveles de gobierno, así como en las industrias y actividades de servicios y comercio, contribuirán a prevenir y mitigar la contaminación del aire, reducir y evitar los daños en la salud y en consecuencia, reducir los costos económicos que la contaminación del aire conlleva. La medida de la calidad del aire, a través de la medición de las concentraciones de los parámetros ambientales o indicadores de la calidad del aire en el ambiente: Inmisiones; es la herramienta básica para evaluar el estado actual de la calidad del aire y simular las alteraciones futuras provocadas por las emisiones contaminantes. Los gobiernos locales juegan un rol importantísimo en la Gestión de la Calidad del Aire toda vez que son responsables, conjuntamente con los miembros del Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GT-GESTA Zonal de Aire), de proponer medidas, establecer

programas, ejecutar proyectos orientados al control y fiscalización de las fuentes de contaminación del aire, a conocer la calidad del aire de sus ciudades, a planificar la mejora de la infraestructura de la ciudad (particularmente de las vías de tránsito), entre otras muchas medidas.

**Pósito, G y García, S. (2013)**, en su tesis “Evaluación de la contaminación ambiental en las operaciones petroleras de los lotes XIII A, XIII B, III, IV en la costa norte del Perú” se obtuvieron los resultados de los parámetros evaluados de calidad del aire, para todas las estaciones de monitoreo, según los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. 074-2001-PCM y D.S. 003-2008-MINAM), presentando concentraciones menores a los valores indicados en los lineamientos mencionados no vienen representando riesgos a la calidad del aire. Asimismo con respecto al Monitoreo de Calidad de Ruido Ambiental realizado en las 13 estaciones de control, 12 de ellas no superan al ECA para Ruido, solo en la estación del DRILLING YARD debido a las actividades que se realiza, en general no generan niveles de ruido que perturben al ambiente y sus alrededores.

**Grupo HRUN (2013)**, en su “Informe de monitoreo ambiental- Estaciones de servicios OCAÑA SAC PRIMER TRIMESTRE- 2013. Cajamarca” señala que es de responsabilidad de las estaciones de servicio cumplir con la gestión y efectuar los monitoreos ambientales establecidos de acuerdo a los compromisos ambientales asumidos en el instrumento de gestión ambiental. Asimismo, para el caso de los parámetros a monitorear para la calidad de aire, es necesario verificar que no representen un riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente y se mantengan dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de aire.

**Santos, E. (2007)**, en su trabajo de investigación “Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado” señala la norma peruana es más flexible que la norma de organizaciones internacionales como la Comunidad Europea y los valores recomendados por la OMS son 55 y 45 dB diurno y nocturno para el ámbito exterior, que es lo mismo la zona residencial en la legislación peruana. Según reporte de la Organización Mundial de la Salud



**DESA (2016)**, en su “Boletín Informativo 2 – DESA” señala que la Unidad de Ecología y Protección del Medio Ambiente tiene como función la vigilancia de la calidad de los recursos hídricos, vigilancia sanitaria de los cementerios y servicios funerarios, monitoreo de la calidad del aire y a la vigilancia sanitaria de juguetes y útiles de escritorio.

Según **Care Environmental Consulting S.R.L. (2013)**, en su Informe de “Monitoreo de Calidad Ambiental – Diciembre 2013” señala que la comercialización de combustibles líquidos desarrollada en el establecimiento (estación de servicio) esta propensa a la generación de emisiones fugitivas, básicamente vapores de gases; el riesgo de estas emisiones aumenta cuando las instalaciones de almacenamiento, conducción y despacho se encuentran en mal estado y estas deficiencias no hayan sido detectadas oportunamente. Por otro lado la generación de ruidos se da en diferente media en cada área del establecimiento, es por ello que respetando los puntos de monitoreo de ruido propuesto en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se analiza si estos ruidos generados se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles. Asimismo concluye que el monitoreo de calidad de aire realizado, así como las mediciones de ruido, han permitido obtener la información necesaria para garantizar que tanto las operaciones como las instalaciones dentro del establecimiento se encuentran funcionando en buenas condiciones. Con respecto al monitoreo de calidad de aire, los contaminantes analizados presentan valores por debajo de los estándares establecidos tanto en D.S. 003-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” para SO<sub>2</sub> (<4 µg/m<sup>3</sup>) y DS 074-2001-PCM para el CO (2055.4984 µg/m<sup>3</sup>). Los resultados de ruido ambiental fue tan solo un Leq (promedio) de 63.73 dB valor muy por debajo del ECA correspondiente.

La **Ordenanza Municipal 012-2009-MPCH/A**, Ordenanza sobre prevención, fiscalización y control de ruidos nocivos o molestos en la ciudad de Chiclayo señala que tiene por objeto el desarrollo normativo de la facultad de fiscalización y control de ruidos establecido en el numeral 3.3.4 del artículo 80° de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley 27972; y normatividad sobre la materia, en la jurisdicción de la Municipalidad de Chiclayo. La fiscalización y

control de ruidos se encontrará a cargo de la Subgerencia de Sanidad de la Gerencia de Servicios a la ciudad y la Subgerencia de control urbano y fiscalización de la Gerencia de urbanismo. Asimismo define a zonas mixtas a áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones es decir: Residencial – comercial, residencial – industrial, comercial-industrial o residencial – Comercial – Industrial, en donde la zona mixta residencial – comercial establece como ruidos molestos a los que sobrepasan a los 60 dB (diurno) y 50 (nocturno).

## **2.2. Bases teórico-científicas**

### **2.2.1. Composición del aire**

Los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno y el Oxígeno (con un porcentaje de 78.08% y 20.95% respectivamente), destacando el Argón entre los menos comunes, con 0.93%. Todos los componentes del aire deben encontrarse en equilibrio en la atmósfera de acuerdo a los porcentajes señalados. Si se agregara alguna sustancia en cantidades mayores a las que normalmente posee, el aire se contaminaría. De la misma manera sucederá para el resto de gases (0.04%). Estos contaminantes incluyen: Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Monóxido de Carbono (CO), óxidos de material particulado (PM), entre otras. **(Swisscontact, 2004:7) (Moreano, D y Palmisano A. (2012).**

### **2.2.2. Calidad de aire**

Según la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013) señala que la calidad del aire que nos rodea es resultado de una combinación de factores, que producen cambios en su composición y que puede variar de un momento a otro.

Según **Landeros, K (2013)**, a pesar de que la percepción de la calidad del aire no siempre se correlaciona con las condiciones reales del lugar, hay determinados factores que favorecen a que el aire se perciba más contaminado, como la presencia de una fábrica o una industria. Dado que el riesgo percibido no siempre se aproxima al riesgo real, es claro que la presencia de la industria, la información del gobierno y los medios de comunicación, influyen en la

percepción de contaminantes en el aire. Las tres herramientas principales para evaluar la calidad del aire son: i) monitoreo del ambiente; ii) modelos e iii) inventario o medición de emisiones.

### **2.2.3. Principales contaminantes del aire**

Los contaminantes más importantes derivados de los combustibles fósiles (diesel, gasolina, petróleo y gas), y que son los más usados por automóviles y buses antiguos en nuestro país y América latina, son: el material particulado (PM), Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Todos éstos compuestos componen lo que usualmente conocemos como humo negro vehicular. (R. Alley, 2009:5)

### **2.2.4. Contaminantes primarios:**

Según Cebrián, A. (2006) señala que son aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, por ejemplo: plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), hidrocarburos (HC), material particulado (PM), entre otros.

#### **A. Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )**

Según Cebrián, A. (2006) señala que es un contaminante producido durante el proceso de combustión de los combustibles con contenido de azufre. Las emisiones de este contaminante provienen principalmente de la industria.

Se forman por la combustión del azufre presente en el carbón y el petróleo. Los  $\text{SO}_x$  forman con la humedad ambiente aerosoles, incrementando el poder corrosivo de la atmósfera, disminuyendo la visibilidad y provocando la lluvia ácida (SEMARNAT, 2013).

Según Montero, C. (2011), el dióxido de azufre participa en la generación de lluvia ácida y en la formación de partículas, razón por la cual se dedican innumerables esfuerzos para reducir este contaminante del aire. Cuando el  $\text{SO}_2$  entra en la atmósfera puede oxidarse y formar trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) en presencia del radical hidroxilo OH. El  $\text{SO}_3$  se disuelve en agua para formar ácido

sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). La principal fuente de emisión de bióxido de azufre, son las fuentes puntuales y las fuentes móviles, estas generan más del 70% y el 29% respectivamente. Dentro de las fuentes móviles, la categoría que más contribuye son los autos particulares. Asimismo señala que en ambientes urbanos el dióxido de azufre es generado por distintas fuentes antropogénicas. La principal proviene de la quema de combustibles sólidos como el carbón vegetal o combustibles derivados del petróleo. Los procesos de refinación del petróleo, la producción de ácido sulfúrico y la fundición de minerales, particularmente de zinc, cobre y plomo lo producen.

### **B. Monóxido de carbono (CO)**

**Según Deuman y Walsh** Ingenieros (2005) el Monóxido de carbono (CO) es un gas que no se puede ver ni oler, pero que puede causar la muerte cuando se lo respira en niveles elevados. El CO se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera en condiciones de déficit de oxígeno (combustión ineficiente). Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua y los aparatos domésticos que queman combustibles fósiles o derivador del petróleo, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores de queroseno, también pueden producir CO si no están bien. Los automóviles parados con el motor encendido también despiden CO. El monóxido de carbono (CO) tiene una afinidad mucho más alta que el oxígeno por la hemoglobina de la sangre. Así, se forma carboxihemoglobina que impide a la hemoglobina transportar oxígeno a las células, y por tanto, el organismo no puede obtener la energía necesaria para sobrevivir. 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 ( $\text{CO}_2$ ). Alrededor del 70 por ciento del CO provienen de los vehículos (**SEMARNAT, 2013**).

### **C. Óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )**

Según **Ecologistas en acción (2014)**, el óxido de nitrógeno es un gas tóxico y es uno de los causantes de la famosa lluvia ácida, ya que al reaccionar con el vapor de agua produciría ácido nítrico. Los efectos sobre la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las aguas son devastadores. En las

emisiones de óxidos de nitrógeno, tenemos que las fuentes móviles contribuyen con más del 81%, el cual se distribuye principalmente entre los autos particulares con un 27%, los vehículos de menos de 3 ton con un 15%, los tractocamiones con el 11%, los taxis con el 8% y las pick up con un 5%. Sin embargo las fuentes puntuales pueden considerarse también como emisoras muy importantes de óxidos de nitrógeno ya que en conjunto emiten el 13% de los NO<sub>x</sub>, siendo la generación de energía eléctrica la que más contribuye con el 6% y la de productos minerales no metálicos con el 2%. Las fuentes de área en este contaminante también tienen impacto, puesto que la emisión total es de un 6% distribuida entre, la combustión habitacional y comercial principalmente.

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<sub>x</sub>. El monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) requieren especial atención. El NO se oxida formando NO<sub>2</sub>, mientras que el NO<sub>2</sub> es precursor del esmog fotoquímico **(SEMARNAT, 2013)**.

#### **D. Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)**

**Según OHSA (2007)** señala que es un gas incoloro, inflamable y extremadamente peligroso con olor a “huevo podrido”. Ocurre de forma natural en petróleo crudo y gas natural, y puede ser producido por la descomposición de materia orgánica y desechos humanos/animales (por ejemplo, aguas negras). Es más pesado que el aire y puede acumularse en áreas bajas y cerradas, pobremente ventiladas, como sótanos, bocas de registros, bóvedas subterráneas para líneas de alcantarillado y teléfonos/eléctricas.

**Según NSF ENVIROLAB, 2014** el sulfuro de hidrogeno es un gas toxico de olor desagradable que al combinarse con la humedad del ambiente se constituye en un compuesto altamente corrosivo. La presencia de este gas en el ambiente es productos de las emisiones provenientes de industrias metalúrgicas, plantas de gas, aguas sulfhídricas, también como producto del venteo de gases de tanques de almacenamiento de combustibles y es además un componente del gas natural. Se caracteriza por perceptible a bajas concentraciones (0.35 ppm) se distingue por el olor desagradable y moderadamente intenso.

## **2.2.5. Protocolo de muestreo de aire**

### **2.2.5.1. Métodos continuos y métodos discontinuos**

Según Pósito, G y García, S. (2013), los métodos continuos implican la captación y análisis del contaminante en el punto de muestreo, de forma continua y automática, mientras que los métodos discontinuos suponen la captación del contaminante en el punto de muestreo, el transporte del contaminante captado al laboratorio y el posterior análisis en el laboratorio.

Tanto los métodos continuos como los discontinuos son aplicables en las medidas de emisión y aire ambiente. El método empleado en este monitoreo ambiental es el del método discontinuo.

Para los métodos discontinuos, lo esencial es que llegue al laboratorio, el 100% (o porcentaje conocido) del contaminante que existía en el aire muestreado.

Para una buena captación se requiere:

Utilización de un dispositivo de medida de volumen de la muestra de aire. Un dispositivo de esta naturaleza debe calibrarse con tanto cuidado como se calibraría un aparato de vidrio para volumetrías, porque estos dispositivos realizan la medida por volumetría.

Utilización de un soporte de muestreo, que es en general un filtro o una solución absorbente, para retener el material contaminante. La eficiencia real del soporte tiene que determinarse experimentalmente de manera que el analista pueda calcular el peso verdadero o el volumen de contaminante, como si todo o el 100% hubiese sido retenido. En relación con esto, hay que señalar que muy pocos soportes de muestreo operan con un 100% de eficiencia, aunque unos soportes dispuestos en serie se acercan a la captación de muestras perfectamente eficaz al combinar sus eficiencias.

La mejor manera de determinar la eficiencia es mediante la utilización de una mezcla de un contaminante conocido y aire como muestra patrón. El porcentaje de contaminante captado en el soporte (por ejemplo, el 80%) proporciona la eficiencia de captación.

Si no se dispone de un contaminante «conocido» se puede hacer una determinación aproximada de la eficiencia si se supone que se ha recogido el 100% en el total de los soportes y determinar la eficiencia del primer soporte de muestreo.

Utilización de una compresora que aporte un caudal constante de aire al captador. Una acusada variación en el caudal debida a la fatiga de la compresora, durante el proceso de muestreo conduce a volúmenes de muestra erróneas, si es que se emplea un promedio en el tiempo para calcular el volumen de la muestra partiendo de los caudales «inicial» y «final» medidos y del tiempo de muestreo.

### 2.2.5.2. Sistemas y Equipos de Muestreo

Según Pósito, G y García, S. (2013), los principales muestreadores activos se pueden clasificar en:

1. Captadores de gases y partículas.
2. Captadores de partículas.
3. Captadores de precipitación.
4. Captadores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

Los principales muestreadores que hablaremos son de los captadores de gases realizados en los trabajos de campo.

1. Captadores de gases

Consiste en un equipo formado por los siguientes elementos:

- Filtro para la retención de partículas.
- Borboteador para recoger la muestra de gases.
- Contador de gas.
- Bomba aspirante.

Las características de cada uno de estos elementos son las siguientes:

#### **Filtro**

Se utilizan diferentes clases de filtros (papel, fibra de vidrio, etc.) colocándose en un soporte especial a la entrada del aire captado.

El soporte está constituido por dos valvas metálicas o de material plástico, con un conducto para la entrada del aire aspirado, en medio de las cuales se coloca el filtro que después se cierra herméticamente por cualquier sistema de fijación.

#### **Borboteador**

Como recipiente para la recogida de contaminantes gaseosos se utiliza un frasco lavador de gases, tipo Dreschsel, de vidrio resistente, incoloro (boro silicato), cuya capacidad dependerá del contaminante que se desee determinar y del método que se vaya a utilizar para el análisis.

### **Contador de gas**

Para conocer el volumen de aire muestreado y referir al mismo los resultados obtenidos en los análisis se utiliza un pequeño contador seco que pueda medir un caudal de aire de uno y medio a tres litros por minuto.

### **Compresora**

Se utiliza una bomba de membrana, movida por un motor eléctrico de potencia adecuada, capaz de aspirar de dos a cuatro metros cúbicos en 24 horas.

Los distintos elementos del equipo se conectan mediante tubos de vidrio o de material plástico inerte y preferiblemente de 8 mm de diámetro interior.

La comunicación con el exterior se hace mediante un tubo de material plástico desde la entrada del porta-filtros, terminado en el extremo opuesto en un embudo de un diámetro comprendido entre 3 y 5 cm.

### **Procedimiento de utilización**

Para cada contaminante específico se introduce en el porta-filtros, el filtro correspondiente y en el borboteador la solución captadora adecuada. Se anota la lectura del contador, se pone en funcionamiento la bomba y una vez transcurrido el tiempo de toma de muestra se para, apuntando la nueva lectura del contador. La diferencia de las lecturas determina el volumen del aire captado. Se ha utilizado para la determinación de dióxido de azufre la técnica patrón en España hasta el 1-1-2005 en que entra en vigor el Real Decreto 1073/2002 de 18 de octubre; siendo sustituido por un método automático de fluorescencia de UV.

Las muestras sólo se conservan en el caso del análisis discontinuo, pues en el análisis continuo la muestra es captada y analizada en tiempo real en el lugar de captación.

En la metodología discontinua existen, básicamente, tres tipos de muestras que van a ser transportadas al laboratorio y que son: gases, partículas y precipitación.

Las dos primeras matrices existen tanto en emisión como en inmisión, mientras que la última es específica de inmisión.

Antes de ser transportadas al laboratorio, dependiendo de los objetivos de la

medida y a fin de optimizar recursos, puede ser conveniente hacer un almacenamiento previo al envío al laboratorio. Durante este almacenamiento la muestra tiene que permanecer inalterada, por lo que en algunos casos se ha de requerir almacenamiento a temperatura controlada y preservada de toda contaminación.

Como regla general, salvo algunas excepciones las muestras de gases captados es recomendable guardarlas en nevera ( $\approx 4^{\circ}\text{C}$ ) y como máximo una semana desde su captación hasta ser enviada al laboratorio.

### 2.2.6. Ruido

**Colombo, M. & Majul, L. (2012)** señala que la Organización Mundial de la Salud (OMS) califica al ruido como la primera molestia ambiental en países desarrollados. En la mayoría de las ciudades del mundo existen ordenanzas que regulan la producción y difusión de ruidos excesivos e innecesarios, pero no en todas ellas son respetadas.

**Lobos, V. (2008)** señala que “Físicamente no hay distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y la forma compleja de los patrones de las ondas se denominan ruido, música palabra, etc. El ruido es un sonido no deseado “citado por Recuero, M. (1995), y por lo tanto, corresponde a una clasificación subjetiva del sonido. Consecuentemente, no es posible definir el ruido exclusivamente en base de los parámetros físicos del ruido. Sin embargo, en algunas situaciones el sonido puede afectar negativamente a la salud debido a la energía acústica que contiene [WHO, 1999].

Según **Ecotest (2013)** técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga en el ambiente en forma de onda compleja desde el foco productor hasta el receptor a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico (**Cuesta, 1982**).

Las actividades de la comunidad se ven afectadas por este tipo de contaminación pues interfiere en la comunicación hablada que es la base de la convivencia humana, perturba el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular **(CEPIS, 1976)**.

El ruido se mide en decibelios (dB) y los equipos con los cuales se realiza la medición se denominan sonómetros. La Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

Según **ESF ENVIROLAB, 2014** físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y el complejo de patrón de ondas sonoras se denomina ruido, música, habla, etc.; mientras que el ruido se define como un sonido no deseado. La mayoría de ruidos ambientales puede describirse mediante medidas sencillas. Todas las medidas consideran la frecuencia del sonido, los niveles generales e presión sonora y la variación de esos niveles con el tiempo.

### **2.2.7. Monitoreo de ruido ambiental**

Según Rivera, A. (2014), el monitoreo de ruido ambiental es la medición del nivel de presión sonora generada por las distintas fuentes hacia el exterior. En función al tiempo que se da pueden ser estables, fluctuantes, intermitentes e impulsivos en un área determinada.

Existen tres tipos de ponderación de frecuencia correspondientes a niveles de alrededor de 40 dB, 70 dB y 100 dB, llamadas A, B y C respectivamente. La ponderación A se aplicaría a los sonidos de bajo nivel, la B a los de nivel medio y la C a los de nivel elevado (ver figura). El resultado de una medición efectuada con la red de ponderación A se expresa en decibeles A, abreviados dBA o algunas veces dB(A), y análogamente para las otras.

El monitoreo del ruido ambiental deberá utilizar la ponderación A con la finalidad de comparar los resultados con el ECA Ruido vigente.

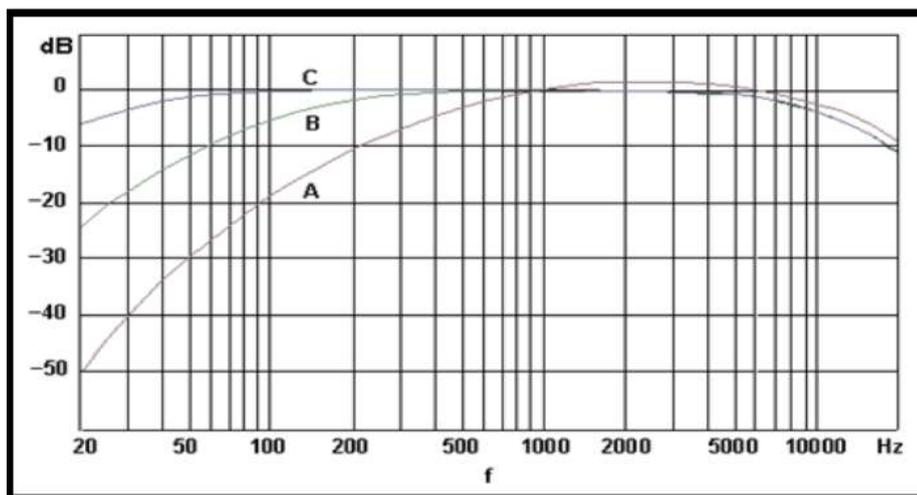


Figura 1.- Curvas de ponderación A, B y C.

Fuente: Protocolo Nacional de Calidad ambiental de Ruido

### 2.2.8. Sonómetro

El Sonómetro es un instrumento diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora. Existen muchos sistemas de medición sonora disponibles. Aunque son diferentes en el detalle, cada sistema consiste de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura. El Sonómetro es un instrumento diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora. Existen muchos sistemas de medición sonora disponibles. Aunque son diferentes en el detalle, cada sistema consiste de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura (Quimbiulco, D. 2008).

### 2.2.9. Protocolo de muestreo de ruido

#### 2.2.9.1. Determinación de los Niveles de Emisión de Ruido

##### 2.2.9.1.1. Aplicabilidad de la Emisión de Ruido.

Según Rivera, A. (2014), los resultados obtenidos en las medidas de la emisión de ruido, son utilizados para la verificación de los niveles de emisión de ruido por parte de las fuentes. Se define la emisión de ruido como “la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público”.

En forma rigurosa, el nivel de emisión de una fuente se caracteriza a través de su nivel de potencia acústica. Cuando se mide un nivel de presión sonora a cierta distancia de una fuente y en condiciones preestablecidas para caracterizar su emisión, estrictamente se está midiendo el nivel de inmisión generado por la fuente en el punto considerado.

El nivel de emisión sonora de una fuente se puede describir a través del nivel de presión sonora en un punto próximo a ella (nivel de inmisión de ruido en ese punto), si se puede asumir que la principal fuente de ruido que incide es la que se desea describir.

#### **2.2.9.1.2. Parámetros de Medición.**

Según Rivera, A. (2014), los principales parámetros para la medición de la emisión de ruido son:

I. Nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A,  $L_{Aeq,T}$  y respuesta lenta (S). Nivel de un sonido de intensidad constante que, en un periodo de tiempo establecido y en una localización determinada, tiene la misma energía sonora que el sonido que varía con el tiempo. Se puede considerar como el nivel de presión sonora constante que tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante o variable medido en el mismo período de tiempo.

II. Ruido residual, medido como nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A,  $L_{Aeq,T,Residual}$  y respuesta lenta (S). Ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico. Cuando se desea medir la incidencia de una fuente en los niveles de presión sonora que se registran en un punto específico, es necesario determinar su aporte a partir de los niveles sonoros que se registran con la fuente funcionando y con ella sin funcionar. Cuando la fuente de interés no está en funcionamiento, el nivel sonoro que se registra se designa como ruido residual y se suele describir a través de su nivel sonoro continuo equivalente con filtro de ponderación A,  $L_{Aeq,Residual}$ . Hay veces en que no es posible apagar la fuente, por las características propias de su funcionamiento (por ejemplo en una industria) o por los perjuicios que podría acarrear al operador de la fuente de emisión, y por qué no, las distorsiones en los niveles sonoros que ocurrirían en consecuencia (es el caso de los sitios de diversión, donde apagar la música en el establecimiento no sólo perjudica al

propietario sino que generaría silbidos y una gritería distorsionante de la realidad acústica del lugar).

#### **2.2.9.1.3. Intervalos y Tiempos de Medición.**

Según Rivera, A. (2014), el intervalo unitario de tiempo de medición tal cual como está especificado es de una (1) hora con captura de información de quince (15) minutos como mínimo.

Para evitar incurrir en mediciones excesivamente breves, que pudieran resultar de baja representatividad, la duración de cada intervalo de tiempo de medición no podrá ser inferior a 5 minutos, por lo que se propone tomar por lo menos tres mediciones de 5 minutos de duración para completar los 15 minutos.

Para evaluar la emisión de ruido de una o más fuentes, si la(s) fuente(s) de emisión de ruido por su naturaleza o modo de operación, no permite(n) efectuar las mediciones en los intervalos de tiempo mencionados, éstas se deben efectuar en el tiempo o tiempos correspondientes de operación de la(s) fuente(s), relacionándose el hecho y el procedimiento seguido en el respectivo informe técnico.

Cuando la(s) fuente(s) de emisión de ruido, por su naturaleza o modo de operación, fluctúan, en principio no resulta adecuado tomar las mediciones en los intervalos de tiempo mencionados, por lo tanto, se debe adoptar un intervalo de medición que cubra todas las variaciones significativas de la emisión de ruido de la fuente objeto de estudio.

#### **2.2.9.1.4. Ubicación del Sitio de Medición.**

Según Rivera, A. (2014), cuando se trata de fuentes de emisión de ruido fijas, puede ocurrir que la fuente se identifique perfectamente o que sea necesario medir la emisión proveniente de una pared o de un área que se considera como fuente de emisión.

La medición de la emisión de ruido se realiza a 1.5 m de la fachada de una edificación y a 1.20 m a partir del nivel mínimo donde se encuentre instalada la fuente de emisión de ruido (piso, patas o soporte de la fuente) cuando las fuentes, no importa cuántas, están ubicadas en el interior o en las fachadas de la edificación (tales como ventiladores, aparatos de aire acondicionado, rejillas de ventilación).

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, “fachada” es el paramento (cada una de las dos caras de una pared) exterior de un edificio, y aunque generalmente es el principal, éste no excluye a otros que pueden lindar con el espacio público.

En caso de que las fuentes de ruido estén situadas en azoteas de edificaciones, la medición se realiza a nivel del límite de la azotea o pretil de ésta. El micrófono se sitúa a 1.20 m de altura y si existe pretil o antepecho, a 1.20 m por encima del mismo.

Cuando no existen límites medianeros o división parcelaria alguna, porque la actividad o fuente generadora de ruido se encuentra instalada en zona de espacio público, la medición se realiza en el límite del área asignada en la correspondiente autorización o licencia y en su defecto, se mide a 1.5 m de distancia de la actividad o fuente generadora de ruido y a 1.20 m del piso. Cuando la fuente de ruido se encuentre al interior de una propiedad compuesta por locales, ya sea un centro comercial, una ciudadela industrial o cualquier sitio donde se ubiquen dos ó más establecimientos con distinta razón social, y la persona natural o jurídica afectada se encuentre al interior de dicha propiedad, la medición se debe realizar a 1.5 m del límite del área asignada dentro de la propiedad para la operación de la fuente objeto del estudio.

Si la localización del sonómetro a 1.5 m de la fachada de una edificación, actividad o fuente generadora de ruido no es posible, el micrófono se ubicará en la máxima distancia horizontal, inferior a la estipulada, y se efectuará la respectiva anotación y las causas que originan dicha situación.

Debe asegurarse que el sitio de medición corresponde con el que requiere la evaluación.

El sitio de medición se elige efectuando una evaluación previa por medio de un barrido rápido del nivel de ruido emitido, el cual se hace a 1.5 m de la fachada, límites medianeros o división parcelaria. De esta manera se determina el punto de mayor nivel de presión sonora, el cual se toma como sitio de medición, coincidiendo generalmente frente a puertas o ventanas.

Si por alguna circunstancia o características del terreno, no es posible colocar el equipo de medición a las distancias especificadas, se debe colocar en la distancia que las condiciones lo permitan, dejando constancia en el informe técnico.

#### **2.2.9.1.5. Procedimiento de Medición.**

Antes de emprender una medición para determinar la emisión de ruido, es necesario verificar las condiciones meteorológicas y proceder de forma adecuada. Las mediciones deben efectuarse en tiempo seco; no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo y, los pavimentos y la superficie sobre la que se efectúen las mediciones deben estar secos. Si se llegaren a efectuar las mediciones en cualquiera de esas condiciones contraindicadas, sus resultados no serán tenidos en cuenta.

También se debe tener en cuenta lo estipulado en los numerales. Las evaluaciones se deben realizar con sonómetros Clase 1 o Clase 2 según la norma IEC 61672-1:2002 o cualquiera que la sustituya y la verificación y/o ajuste de la calibración de los sonómetros se deben realizar con calibradores o pistófonos que cumplan con la norma IEC 60942:2003. Las mediciones se realizan con respuesta lenta (S) y con filtros de ponderación frecuencial A y Z (antes lineal) y con respuesta por impulsos (I) y con filtro de ponderación frecuencial A. El filtro de ponderación frecuencial Z, que se utiliza para realizar los ajustes por bajas frecuencias y tonalidades es opcional, dado que se puede medir con filtro de ponderación A y posteriormente realizar la corrección.

La medición deberá realizarse en el día, horario y condiciones de funcionamiento donde la intensidad de la emisión de ruido sea mayor. Las mediciones se efectúan sin modificar las posiciones habituales de operación de abierto o cerrado de puertas y ventanas, y con las fuentes de emisión de ruido en operación habitual. Si las puertas y ventanas pudieran estar indistintamente abiertas o cerradas, las mediciones se realizarán en la condición más exigente, es decir, con ellas abiertas.

Se deben realizar dos (2) procesos de medición de por lo menos quince (15) minutos de captura de información cada uno, uno con la(s) fuente(s) de emisión de ruido funcionando durante el período de tiempo de mayor emisión o incidencia, para obtener el nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, LAeq,1h y otro sin la(s) fuente(s) funcionando, para determinar el ruido residual, LRaeq,1h,Residual.

El ruido residual (nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, LR<sub>aeq</sub>, 1h, Residual se mide con la(s) fuente(s) específica(s) apagada(s) y en el mismo sitio de la medición anterior, manteniendo invariables los condicionantes del entorno y durante el tiempo.

El número mínimo de mediciones a ejecutar es uno (1), el cual consta de dos (2) procesos de medición de por lo menos quince (15) minutos de captura de información cada uno, uno con la(s) fuente(s) de emisión de ruido funcionando y otro con la(s) fuente(s) específica(s) apagada(s), en intervalos de tiempo distribuidos uniformemente en una hora, en el horario diurno o nocturno requerido.

#### **2.2.9.1.6. Horarios de Medición**

Según Pósito, G y García, S. (2013), señala que los horarios para la medición de la emisión de ruido y ruido ambiental son 2:

Diurno: de las 7:01 a las 22:00 horas.

Nocturno: de las 22:01 a las 7:00 horas

### **2.2.10. Marco legal**

En el Perú, los titulares de las actividades de distribución de hidrocarburos se encuentran sujetos a un marco normativo que señala sus responsabilidades ante el Estado y ante terceros en relación a los probables impactos que dichas actividades pudieran producir en el ambiente, la salud y el bienestar de las personas.

**La Constitución del Estado del Perú 1993** dice El derecho a un ambiente adecuado y equilibrado para el desarrollo de la vida se encuentra recogido como un derecho fundamental en el artículo 2° inciso 22 se establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

**La Ley General del Ambiente, Ley N.° 28611**, establece en el Art. 118 de la Protección de la calidad del aire, que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.

**La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley 28245**, en su Art. 4 señala que las funciones ambientales de las entidades con competencias ambientales se ejercen en forma coordinada, descentralizada y desconcentrada con sujeción a la Política Nacional del Ambiente, el Plan y la Agenda Nacional y a las normas e instrumentos de carácter transectorial. La gestión ambiental en materia de Calidad del Aire se sustenta en estas dos leyes. Se debe mencionar que se tienen hitos que marcan la gestión de la calidad del aire, que se inicia con la dación del Código del Medio Ambiente, el cual es reemplazado por la Ley Marco del SNGA.

La relación de leyes, regulaciones y guías técnicas que son aplicables al presente proyecto se presentan en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1.-*Principales normas relacionadas a la gestión ambiental en el Perú.*

<b>Nombre</b>	<b>Fecha de Publicación</b>	<b>Número</b>
Constitución del Perú	30/12/1993	Capítulo II Artículo 67°
Ley General de Salud.	20/07/1997	Ley N° 26842
Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.	23/04/2001	Ley 27446
Ley Orgánica de Municipalidades.	27/05/2003	Ley N° 27972
La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	08/06/2004	Ley 28245
Reglamento de la Ley 28245.	28/01/2005	D. S. 008- 2005-PCM
Ley General del Ambiente.	15/10/2005	Ley N° 28611
Decreto Legislativo que modifica la Ley 27446	28/06/2008	D. L. N° 1078
Decreto que modifica la Ley 28611.	27/06/2008	Decreto Legislativo 1055
Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente.	02/10/2008	Ley 29263
Política Nacional del Ambiente.	23/05/2009	D. S. N° 012- 2009-MINAM
Reglamento de la Ley 27446 del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.	25/09/2009	Decreto Supremo 019- 2009 MINAM
Aprueban inicio del proceso de transferencia de funciones de supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental del OSINERGMIN al OEFA	20/01/2010	D. S. N° 001-2010-MINAM
Reglamento para la protección ambiental en las actividades de Hidrocarburos.	05/11/2014	D. S. N° 039-2014-EM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.- *Principales normas relacionadas con la calidad de ruido en el Perú.*

<b>Nombre</b>	<b>Fecha de Publicación</b>	<b>Número</b>
Estándares de Calidad Ambiental para Ruido	24/10/2003	D. S. N° 085-2003-PCM
Norma Técnica Peruana: descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: índices básicos y procedimiento de evaluación	05/04/2007	NTP 1996-1; 2007
Norma Técnica Peruana: descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Dichas Normas Técnicas Peruanas no son de cumplimiento obligatorio, lo cual denota un vacío legal respecto de las metodologías generales de monitoreo del ruido en el país.	11/01/2009	La NTP 1996-2:2008
Ordenanza sobre prevención, fiscalización y control de ruidos nocivos o molestos en la ciudad de Chiclayo	28/08/2009	Ordenanza Municipal 012-2009-MPCH/A
Protocolo Nacional de monitoreo de ruido ambiental	01/08/2013	R M. N°-227-2013-MINAM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.- *Principales normas relacionadas con la calidad del aire en el Perú.*

<b>Nombre</b>	<b>Fecha de Publicación</b>	<b>Número</b>
Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.	24/06/2001	D. S. N° 074- 2001-PCM
Protocolo Nacional de monitoreo de aire y gestión de datos	27/09/2005	R. D. 1404-2005-DIGESA-SA
Estándares de Calidad Ambiental para Aire.	21/08/2008	D. S. N° 003- 2008-MINAM
Índices de Calidad de Aire (INCA)	14/07/2016	R. M. - -181-2016-MINAM

Fuente: Elaboración propia

## **2.2.10.1. Valores Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM**

### **1. Óxido Nitroso (NO<sub>2</sub>)**

En el caso de la evaluación del óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), la concentración promedio anual del dióxido de nitrógeno en todos los puntos de monitoreo ambiental de las cuatro estaciones de servicio, están por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de 200 µg/m<sup>3</sup>.

Los puntos del monitoreo, están indicadas en los diferentes documentos de gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, que incluye las Declaraciones de Impacto Ambiental – DIA.

El Dióxido de Nitrógeno contribuye a la formación de la lluvia ácida, afectando a los suelos y a la vegetación. Aumentan la concentración de nitratos en suelos y aguas superficiales (eutrofización). Desempeñan un importante papel en la formación de ozono. El NO<sub>2</sub> absorbe luz en el rango visible, lo que produce merma de la visibilidad. El NO<sub>2</sub> participa en la cadena de reacciones que conducen a la formación de smog fotoquímico.

### **2. Monóxido de Carbono (CO)**

Las evaluaciones de monóxido de carbono (CO) el Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de 30000 µg/m<sup>3</sup>.

Las estaciones del monitoreo, están indicadas en los diferentes documentos de gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, que incluye los estudios de Impacto Ambiental – EIA.

El CO es tóxico porque envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce drásticamente la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados.

### **3. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

El valor Estándar de Calidad Ambiental exige una concentración no mayor de 80 µg/m<sup>3</sup> (D.S.074-2001-PCM) y 20 µg/m<sup>3</sup> (D.S.003-2008-MINAM).

Los puntos del monitoreo, están indicadas en los diferentes documentos de

gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, que incluye las Declaraciones de Impacto Ambiental – DIA.

El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) es un gas incoloro, que se produce debido a la presencia de azufre en el combustible, principalmente diésel.

El dióxido de azufre también puede disolverse en el agua para formar ácido sulfuroso y puede ser absorbido por y causar irritación en la garganta y los pulmones.

#### **4. Sulfuro de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

Para la determinación de las cantidades de sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), el valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los puntos del monitoreo, están indicadas en los diferentes documentos de gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, que incluye las Declaraciones de Impacto Ambiental – DIA.

La exposición a una gran concentración de este compuesto en un breve espacio de tiempo puede causar síntomas derivados de una intoxicación. A mayores concentraciones también puede causar irritación y daños irreversibles en los ojos, pérdida de la percepción olfativa y hasta existen riesgos de sufrir edemas pulmonares, pérdida del conocimiento y convulsiones. En exposiciones crónicas, se han observado efectos adversos como fatiga, cefaleas, mareos, ansiedad o pérdida de memoria. A elevadas concentraciones puede resultar letal.

En lo que respecta a la vegetación, este gas afecta al normal crecimiento y desarrollo de las plantas. (Tabla 4) (Anexo III).

Tabla 4.- *Estándares de calidad ambiental para aire.*

Contaminantes	Periodo	Valor (ug/m <sup>3</sup> )	Vigencia	Formato	Norma
Monóxido de Carbono - CO	8 horas	10000	20 junio 2001	Promedio móvil	D.S.074-2001-PCM
	1 hora	30000	20 junio 2001	NE más de 1 vez /año	D.S.074-2001-PCM
Dióxido de Azufre - SO <sub>2</sub>	24 horas	80	1 enero 2009	Promedio aritmético	D.S.074-2001-PCM
	24 horas	50	1 enero 2014	Promedio aritmético	D.S. 003-2008-MINAM
Dióxido de Nitrógeno - NO <sub>2</sub>	Anual	100	20 junio 2001	Promedio aritmético anual	D.S.074-2001-PCM
	1 hora	200	20 junio 2001	NE más de 24 veces/año	D.S.074-2001-PCM
Sulfuro de Hidrogeno - H <sub>2</sub> S	24 horas	150	1 enero 2009	Media aritmética	D.S. 003-2008-MINAM

Fuente.- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (D.S. 074- 2001-PCM y D.S 003-2008-MINAM)

### 2.2.10.2. Valores Estándar de Ruido Ambiental que exige el D.S. 085-2008 - PCM

Las mediciones de ruido ambiental, se efectuaron según lo indicado en el Reglamento Nacional de Calidad Ambiental para Ruido – D.S. N° 085-2008-PCM. De acuerdo a que es una actividad de comercialización de Hidrocarburos y la ubicación de zonas en la ciudad se define en tres categorías como Zona industrial, zona comercial y zona residencial, tomando como referencia el decreto antes mencionado.

Las zonas residencial, comercial e industrial son establecidas como tales por la

municipalidad correspondiente, para la zona especial se aplican los límites máximos siguientes 50 dBA para el horario diurno y 40 dBA para el horario nocturno. Asimismo en el Artículo 11 se establece que los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido constituyen un objetivo de la política ambiental y de referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas, asimismo se precisa que en tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, estos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas ISO 1996-1:1982: Acústica- Descripción y mediciones de ruido ambiental. Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos e ISO 1996-2:1987: Acústica- Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

En la tabla adjunta se presenta los Límites Máximos Permisibles, establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – D.S. N° 085-2003-PCM (Tabla 5) (Anexo IV).

Tabla 5.- *Estándares de calidad ambiental para ruido.*

Zonas de Aplicación	Valores expresados en $L_{aeqt}$	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM

### **2.2.10.3. Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, mediante D.S. N° 085-2008-PCM**

**Diario El Peruano (2003)**, publicó el Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, mediante D.S. N° 085-2003-PCM, los cuales establecen valores permitidos de acuerdo al tipo de zona. De acuerdo con esta norma nacional las competencias administrativas de los diferentes niveles de gobierno en temas de ruido es el siguiente:

### **Ministerio del Ambiente:**

- Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a no exceder los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles
- Aprobar los Lineamientos Generales para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.

#### **Ministerio de Salud-DIGESA**

- Establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades referidas al Monitoreo y Vigilancia de la Contaminación Sonora; y, Evaluar los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora, pudiendo encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

### **INDECOPI**

- Aprobar las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos
- Calificar y registrar a las instituciones públicas o privadas para que realicen la calibración de los equipos para la medición de ruidos.

#### **Ministerios**

- Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia; y, Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.

#### **Municipalidades Provinciales**

- Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora. Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el D.S. N° 085-2003-PCM, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora. Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el D.S. N° 085-2003-PCM. Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales.

- Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia.

#### **Municipalidades Distritales:**

- Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el D.S. N° 085-2003-PCM con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad Provincial; y, Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**2.3.1. Agente.-** Compuesto químico usado para causar un efecto especial sobre el cuerpo o elemento en el cual es aplicado **(Vásquez, D., 2012).**

**2.3.2. Contaminación.-** Condición que resulta de la introducción de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente. **(Pósito, G. y García, S., 2013).**

**2.3.3. Contaminantes.-** Son materiales o energía que al incorporarse al ambiente o actuar sobre él, degrada o alteran su calidad anterior a la incorporación o acción a niveles no adecuados para la salud y el bienestar humano y/o ponen en peligro los ecosistemas naturales y/o las actividades y recursos de interés humano **(Pósito, G. y García, S., 2013).**

**2.3.4. Decibeles.-** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. Es la décima parte del Bel (B), y se refiere a la unidad en la que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora **(Pacific PIR, 2012).**

- 2.3.5. DGAAE.-** Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas **(D.S. 015-2006-EM)**.
- 2.3.6. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)-** es un gas incoloro, que se produce debido a la presencia de azufre en el combustible, principalmente diésel. Se oxida posteriormente en la atmósfera, produciendo sulfatos, que forman parte del material particulado **(CEPAL, 1999)**.
- 2.3.7. Dispensador.-** Es el equipo de despacho electrónico multiproducto con bomba sumergible remota **(Vásquez, D., 2012)**.
- 2.3.8. Emisiones fugitivas.-** son emisiones que se escapan del sistema de captación, debido a un mal diseño o desperfectos en él. Estas emisiones pueden salir por chimeneas, ductos, filtros, campanas etc. **(D.S. 015-2006-EM)**.
- 2.3.9. EPA.-** Environmental Protection Agency (Agencia de protección ambiental).
- 2.3.10. Estación de servicios.-**es el establecimiento de Venta al Público de Combustibles Líquidos a través de surtidores y/ o dispensadores exclusivamente; y que además ofrecen otros servicios en instalaciones adecuadas, tales como: lavado y engrase, cambio de Aceite y Filtros; venta de llantas, lubricantes, aditivos, baterías, accesorios y demás artículos afines entre otras **(D.S. 032-2002-EM)**.
- 2.3.11. Estándar de Calidad Ambiental – E.C.A.-** es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente**(D.S. 015-2006-EM)**.

**2.3.12. Gases.-** El gas contaminador más importante, por lo menos en términos de cantidad emitida a la atmósfera, es el dióxido de azufre (en adelante denominado  $\text{SO}_2$ ). Sin embargo, algunas actividades mineras o metalúrgicas pueden emitir otros gases (p.ej.,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Hg}$ , etc.) altamente tóxicos para los seres humanos, animales, o plantas. La necesidad de un programa para el monitoreo de estos gases en la actualidad dependerá de su grado de toxicidad y de sus volúmenes y lugar de emisión (**Ministerio de Energía y Minas. 2010**).

**2.3.13. Hidrocarburo (HC)-** Compuestos químicos orgánicos formados por carbono e hidrogeno. Son los constituyentes principales del petróleo (**Vásquez, D., 2012**).

**2.3.14. MEM.-** Ministerio de Energía y Minas.

**2.3.15. Método.-** Conjunto de operaciones ordenadas con que se pretende obtener un resultado (**Vásquez, D., 2012**).

**2.3.16. MINAM.-** Ministerio del Ambiente.

**2.3.17. Monitoreo ambiental.-** es la obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, generada como orientación para actuar y para alimentar los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental. (**D.S. 015-2006-EM**).

**2.3.18. Monóxido de carbono (CO)-** es un gas que no se puede ver ni oler, pero que puede causar la muerte cuando se lo respira en niveles elevados. (**D.S. 015-2006-EM**).

**2.3.19. Óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)-** es un gas tóxico y es uno de los causantes de la famosa lluvia ácida, ya que al reaccionar con el vapor de agua produciría ácido nítrico. Los efectos sobre la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las aguas son devastadores (**Ecologistasenaccion.com, 2014**).

- 2.3.20. Partes por millón (ppm).**- Unidad en la que se expresan los niveles o concentraciones de los contaminantes en la atmósfera, se define como la expresión de la concentración en unidades de volumen del gas contaminante relacionado con el volumen de aire ambiente (SEMARNAT, 2013).
- 2.3.21. PCM.**- Presidencia del Consejo de Ministros.
- 2.3.22. Protocolo de monitoreo de calidad de aire y emisiones.**- Este protocolo es una guía práctica para la gestión de la calidad del aire haciendo énfasis en monitoreo con todos sus componentes para la homogenización de toma de datos e interpretación de resultados por parte de autoridades y particulares de modo que sean insumos del Sistema de Información sobre Calidad del Aire (**OSINERGMIN, 2010**).
- 2.3.23. Ruido.**- El ruido puede definirse como un sonido no deseado o un sonido en el lugar y momento equivocado. También se puede definir como cualquier sonido que es indeseable porque interfiere la conversación y la audición, es lo bastante intenso para dañar la audición o es molesto de cualquier manera. (**Coronel, J. y Graefling, W., 2002**).
- 2.3.24. Soluciones captadoras.**- Son soluciones que son utilizadas en el monitoreo de calidad ambiental para capturar los diferentes gases contaminantes (**Vásquez, D., 2012**).
- 2.3.25. Sonómetro.**- Es un instrumento normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora. **Rivera, A. (2014)**
- 2.3.26. Surtidor.**- En materia de estaciones de servicio y automovilismo, un surtidor de combustible (gasolina, gasóleo, etc.) es un dispositivo que permite dispensar a granel, por parte del personal de la gasolinera o en régimen de autoservicio, una medida exacta de gasolina o gasóleo, que al precio en ese momento por litro del carburante elegido, dará como resultado el importe a abonar por el usuario. Técnicamente un surtidor

debe ser “de chorro continuo, de accionamiento eléctrico y dotado de contadores de volumen e importe e indicador del precio unitario del producto” **(Consumoteca, 2014)**.

**2.3.27. Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S).**- es un gas incoloro que se caracteriza por su particular olor a huevo podrido, es altamente tóxico. Reacciona con las enzimas presentes en el flujo sanguíneo que evitan la transferencia de oxígeno a las células **(Industrial Scientific. 2014)**.

**2.3.28. Técnica.**- Conjunto de procedimientos y métodos de una ciencia **(Vásquez, D., 2012)**.

**2.3.29. Tren de muestreo.**- consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión – succión, un controlador de flujo y una solución captadora a razón de flujo de 0,2 L/min, de gases de dos o más parámetros simultáneamente **(CESEL Ingenieros. 2013)**.

**2.3.30. Tubos de venteo.**-Son tubos de ventilación instalados en el pedestal de venteo, implementado con el sistema de Recuperación de Vapores. Están ubicados preferente a más de 3m de edificios (se exige 2m). Si está a menos de 3m, deberá sobresalir 2.50 m por encima de la abertura más alta del edificio vecino. **(INDECI, 2011)**.

**2.3.31. Volátil.**-Sustancia que se evapora rápidamente.**(Vásquez, D., 2012)**

## **2.4. Hipótesis**

Las concentraciones de gases y niveles de ruido en las estaciones de servicio de la ciudad de Chiclayo durante los años 2012 – 2014superan los Estándares de calidad Ambiental establecidos en el Perú.

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1. Ubicación de los puntos de muestreo de concentración de gases y niveles de ruido**

Los puntos de muestreo y monitoreo de las concentraciones de gases y los niveles sonoros fueron seleccionados con criterios de Identificación con el punto de muestreo identificado y reconocido claramente, de manera que permita la identificación exacta en muestreos futuros. Para la ubicación se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que registró las coordenadas en UTM y en el sistema WGS84 (Anexo V y VI). Así mismo se tuvo en cuenta la accesibilidad para que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para la toma de la muestra. También se consideró la representatividad donde se monitorearon los puntos establecidos en las declaraciones de impacto ambiental de cada estación de servicio.

Los sectores elegidos de los Establecimientos de Venta de combustible con razón social San Antonio fueron los ubicados en la carretera Panamericana Norte, Avenida Salaverry, Urbanización La Primavera y en la Avenida Pedro Ruiz, denominándose con estos nombres las estaciones o sitios de monitoreo respectivo. Las cuatro estaciones están ubicadas estratégicamente en toda la ciudad del distrito de Chiclayo, asimismo se ubicaron a sotavento de las instalaciones.

**Estación 1 San Antonio Carretera Panamericana:** Ubicada en la carretera panamericana Norte y el cruce con la avenida Leguía, cuya función es movilizar el flujo vehicular de largo recorrido dentro del área urbana, uniendo entre sí las diferentes zonas de la ciudad, posee dos carriles en cada sentido y el flujo vehicular se considera libre de interferencias. Las Coordenadas del Punto de monitoreo de aire son: UTM WGS 84 E: 625592, N: 9252838, Área de surtidores Isla N° 01. (Ver Figura 2) y (Anexo I)

**Estación 2 San Antonio Avenida Pedro Ruiz:** Sobre la avenida del mismo nombre con el cruce de la avenida Luis Gonzales, la vía tiene dos carriles en un solo sentido; en la zona se encuentran establecidos locales comerciales, residencias. Las Coordenadas del Punto de monitoreo de aire son: UTM WGS 84 E: 628019, N: 9251787. Patio de maniobras. (Ver Figura 2) y (Anexo I)

**Estación 3 San Antonio Urbanización La Primavera:** Ubicada cerca del intercambio vial denominado Avenida Belaunde y Eufemio Lora y Lora; en este sitio las calzadas están consideradas dentro de las “vías arteria principales”, cuya función es movilizar el flujo vehicular de largo recorrido dentro del área urbana, uniendo entre sí las diferentes zonas de la ciudad, posee dos carriles en cada sentido y el flujo vehicular se considera libre de interferencias. En la zona se encuentran establecidos locales residenciales. Las Coordenadas del Punto de monitoreo de aire son: UTM WGS 84 E: 626802, N: 9251976. Lindero derecho Av. Lora y Lora área de ingreso (ver Figura 2) y (Anexo I).

**Estación 4 San Antonio Avenida Salaverry:** Sobre la avenida del mismo nombre, sobre la margen derecha de la vía, al frente del Hotel Casa Andina (Ex Hotel de Turistas), el cual se encuentra semaforizado. En este sitio, la vía tiene dos carriles en cada sentido de flujo. En ambos lados de la vía se ubican locales comerciales, hoteles, instituciones educativas públicas. Las Coordenadas del Punto de monitoreo de aire: son UTM WGS 84 E: 627513, N: 9251460. Lindero izquierdo con la I.E Primaria Villareal ubicada en la Av. Cuneo. (Ver Figura 2) y (Anexo I)

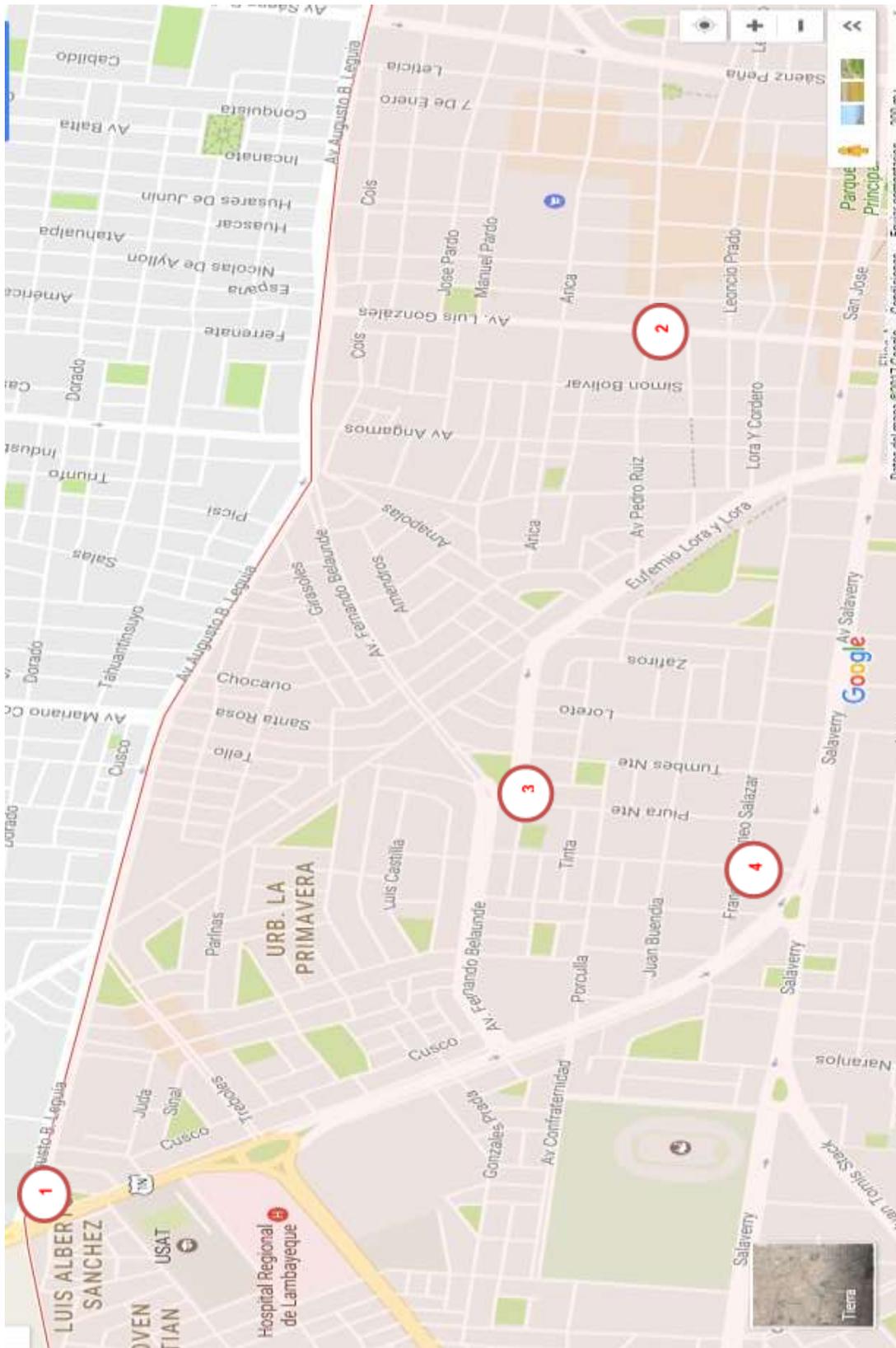


Figura 2.- Ubicación de las estaciones de servicio.

1: Estación San Antonio carretera Panamericana, 2: Estación San Antonio Pedro Ruiz, 3: Estación San Antonio La Primavera 4: Estación San Antonio Avenida Salavery.

### **3.2. Tipo de estudio y diseño de investigación:**

#### **Tipo de estudio:**

El tipo de estudio es descriptivo longitudinal, dado que explora las concentraciones de gases y niveles de ruido en las estaciones de servicio de la ciudad de Chiclayo durante los años 2012 – 2014

#### **Diseño de investigación**

Diseño no experimental longitudinal de tendencia, porque se analizaron los cambios a través del tiempo en sus variables dependientes que fueron las concentraciones de gases y el nivel de ruido en estaciones y tiempos diversos. Los indicadores de la variable dependiente serán comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA) del aire y ruido, para verificar si las concentraciones están dentro del rango permitido y no alteran la calidad del aire y los niveles de ruido.

### **3.3. Población y muestra de estudio**

#### **Población**

La población para la investigación son las 37 estaciones de servicio registradas en OSINERGMIN en el distrito de Chiclayo provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, país Perú.

#### **Muestra**

La muestra para la investigación son las emisiones de gases y emisiones de ruido de 4 estaciones de servicio durante los años 2012-2014 del distrito de Chiclayo provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, país Perú.

El estudio fue exploratorio, por lo que se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico (donde la probabilidad de selección de cada unidad muestral no es igual ni conocida), la técnica es por conveniencia, donde se seleccionaron a las unidades de estudio que se encontraron disponibles al momento de la recolección de datos. Las unidades de estudio se encontraron en los establecimientos de estaciones surtidoras de combustible de la ciudad de Chiclayo que según la entidad de regular estos establecimientos es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) siendo 37 estaciones de servicio (Ver Anexo II).

Así mismo para el fácil acceso a la información y la considerable reducción de costos se trabajó con cuatro (04) establecimientos, con la ventaja de que fue fácil, económico y accesible la recolección de la información, en donde la investigadora contó con los permisos y facilidad necesaria para recolectar la información y acceder a manipular los instrumentos para la recolección de los datos, también se tomó en consideración la seguridad de los equipos.

Además las estaciones que conforman la muestra, pertenecen a una misma empresa o razón social, quienes poseen sus declaraciones de impacto ambiental, información en los 4 gases investigados y sus registros correspondientes en OSINERGMIN.

La razón porque no se realizaron los monitoreos en las 33 estaciones restantes no investigadas (Anexo VII al IX), fue por la poca información en los cuatro gases en estudio y porque los promedios de los niveles de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), sulfato de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) fueron comparativamente similares a los de la investigación como lo demuestra la tablas resumen adjunta (Tabla 6 y 7).

Tabla 6.- *Promedio de los niveles de gases de las cuatro estaciones con las estaciones no investigadas*

	<b>Promedio investigación</b>	<b>Promedio de otras estaciones</b>
Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	27,796	25,84
Monóxido de Carbono CO	2247,45	2155,49
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	24,45	23,2
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	17,09	18,20

Fuente: OEFA

Tabla 7.- *Promedio de los niveles de ruido de las cuatro estaciones con las estaciones no investigadas*

	<b>Promedios</b>
Nivel de Ruido promedio Investigación	64,506
Nivel de Ruido promedio Otras Estaciones	65,8

Fuente: OEFA

Los tiempos en los que se existe información, fueron los años 2012 – 2013 procesados de manera anual y el año 2014 procesado trimestralmente.

### Unidad de Análisis

La unidad de análisis de la presente investigación son las estaciones de servicio del distrito de Chiclayo.

### 3.4. Materiales y equipos

Los instrumentos empleados en el monitoreo fueron los siguientes:

#### 3.4.1. Calidad de aire:

En el monitoreo de calidad de aire se utilizó un tren de muestreo, que consiste en frascos para la absorción en fase líquida de muestras de gases mediante la aspiración de aire con una bomba. Luego la recolección de la muestra se realiza en el análisis químico de gas, conforme a los métodos establecidos en laboratorio (Tablas 8 y 9).

Tabla 8.-*Materiales, equipos y soluciones*

Materiales y equipos	Soluciones
-G.P.S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones captadoras de CO</li> <li>• Soluciones captadoras de NO<sub>2</sub></li> <li>• Soluciones captadoras de SO<sub>2</sub></li> <li>• Soluciones captadoras de H<sub>2</sub>S</li> </ul>
-Tren de muestreo	
-Cámara fotográfica.	
-Libreta	
-Bomba succionadora	
-Agua destilada	
-Guantes	-Drescher
-Extensión eléctrica	-Lapicero
-Chaleco	

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Nivel de ruido

Las mediciones del nivel de ruido se realizaron con un sonómetro debidamente calibrado.

Tabla 9.-*Materiales, equipos*

---

#### **Materiales y equipos**

---

- G.P.S
  - Cámara fotográfica
  - Libreta
  - Sonómetro
  - Lapicero
- 

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas de muestreo para los cuatro gases son las siguientes:

#### **Metodología de análisis y muestreo**

##### **3.5.1.1. Calidad de aire:**

La metodología y criterios para la evaluación de la calidad del aire siguió lo señalado en el Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire (D.S. N° 074-2001-PCM y D.S.N° 003-2008-MINAM) y a lo establecido en el apéndice 4.4 del Protocolo de Monitoreo de Aire y Gestión de datos aprobados por la DIGESA mediante Resolución Directoral 1404-2005-DIGESA-SA, como normativa aplicable a nivel nacional. Los parámetros de calidad de aire evaluados corresponden a los recomendados por la normativa vigente (ECA-aire) y son los siguientes: dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S).

La metodología empleada para el muestreo de calidad de aire cumple con lo siguiente:

Tabla 10.- *Requisitos para toma de muestras de aire, manipulación y determinaciones químicas en equipos tren de muestreo*

Parámetro	Método de Análisis	Técnica de Muestreo	de	Periodo de muestreo	Norma	ECA
Monóxido de Carbono (CO)	Por absorción: Método del ácido sulfoaminobenzoico	4,3 g de Sulfato de Cadmio, 0,3 g Hidróxido de Sodio, en 1 Lit. de H <sub>2</sub> O destilada	de	1 hora	Methods of Air Sampling and Analysis Intersociety Method 43101-021-71T-1972	D.S.074-2001-PCM
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Por absorción: Método Colorimétrico FGriessSaltzman	5 g Acido Sulfanílico, 600 ml H <sub>2</sub> O destilada, 50ml Ácido acético y 100 ml de Solución Madre en 1 Lt. de H <sub>2</sub> O destilada		1 hora	ASTM D1607-91	D.S.074-2001-PCM
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Por absorción: Método Colorimétrico FGriessSaltzman	10.86 g Hg Cl <sub>2</sub> , 6.0 g KCl, 0.066 g EDTA en 1Lt de H <sub>2</sub> O destilada		24 horas	EPA 40 CFR -2011 Pt 50 App A-2	D.S.003-2008 MINAM

Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	Por absorción: Método métrico por Stratmann	Iodo por Buck y Benzoico	Solución Captadora Parasulfamino	24 horas	ISP-402 Rev. 01-09	D.S.003-2008 MINAM
---	---	--------------------------	----------------------------------	----------	--------------------	--------------------

---

Fuente: Pósito, G y Gonzales S. (2013)

#### A. Consideraciones Generales:

- Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.
- Todo equipo deben está debidamente calibrados por un laboratorio acreditado por INACAL.
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación.
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) e identificarlos.
- Materiales de laboratorio como pizeta, pipetas y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio según el requerimiento de análisis.

## **B. Toma, preservación y conservación de muestras de aire:**

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

### **B.1.- Toma de Muestras:**

#### **B.1.1.- Medición de parámetros en campo:**

##### **B.1.1.1.- Identificación de las muestras de aire:**

Los recipientes fueron identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

- 1.- Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra).
- 2.- Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
- 3.- Origen de la fuente.
- 4.- Descripción del punto de muestreo.
- 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
- 6.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
- 7.- Tipo de análisis requerido.
- 8.- Nombre del responsable del muestreo.

En la investigación se utilizó el modelo de Etiqueta en la identificación de muestras de aire EQUAS (Anexo XIV). Aquí se coloca los datos principales de los cuatro parámetros muestreados de cada estación de servicio. Los datos a completar fueron: solicitante, nombre de la fuente, punto de muestreo, fecha, hora, responsable del muestreo, parámetro, preservada con y/o filtrada (Figura 3).

Figura 3.- Etiqueta de muestra de aire

		Calle Los Agrónomos N° 110 Urb. Los Ingenieros - La Molina - Lima 12 Telefax 349-4050 / 349-4111 E-mail: info@equas.com.pe		Urb. Naranjito, Mz. I, Lt. 74 Puente Piedra - Km. 28.5 Pan. Norte Telef. 548-4976 Web: www.equas.com.pe	
Solicitante: _____					
Nombre de la Fuente: _____					
Pto. de muestreo: _____		Fecha: ____ / ____ / ____		Hora: _____	
Responsable: _____					
Parámetro: _____		Preservada <input type="checkbox"/>		con..... Filtrada <input type="checkbox"/>	
<small>(USAR TINTA INDELEBLE)</small>					

### B.1.1.2.- Conservación y envío de las muestras de aire:

Las muestras recolectadas fueron conservadas en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada en el ANEXO XIII “Cadena de custodia”, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros).

### B.1.2.- Procesamiento de Muestras:

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio EQUAS Y LABECO – ANALISIS AMBIENTAL SCRL, donde se realizó los procesos de análisis químicos acreditados por INACAL.

### 3.5.1.2. Calidad Ambiental para ruido

Las mediciones de ruido se realizaron según lo señalado en el D.S. N° 085-2003-PCM, que cita como referencia la Norma ISO serie 1996 (ISO/NTP 1996-1:2007 Acústica - Descripción, medición y valoración del ruido ambiental, Parte 1: Índices básicos y procedimientos de valoración, ISO 1996- 2:2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels).

La medición de ruido consistió en el registro del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) cuyos valores son expresados en decibeles A (dB(A)). Las mediciones fueron realizadas en 6 puntos por 15 minutos para los períodos diurnos. Para efectuar las mediciones de niveles de ruido se utilizó

un sonómetro.

Tabla 11.- *Equipos de monitoreo para la evaluación de la calidad de ruido*

<b>Parámetro</b>	<b>Metodología de Monitoreo</b>	<b>Equipo</b>
Ruido Ambiental	Toma directa, a 5 metros de distancia del punto de control, a 1.5 metros de altura y 3.5 metros de distancia de cualquier infraestructura, para evitar influencias de las reflexiones.	Decibelímetro Digital Marca MONARCH. Rango de Medición 30 -150 Db.

Fuente: Pósito, G y Gonzales S. (2013)

### **3.5.1.3. Registro de datos de campo de concentración de gases y nivel de ruido**

#### **3.5.1.3.1 Registro de datos de campo de concentración de gases**

La metodología del monitoreo de calidad de aire es registrar en la ficha de registro de campo o también llamada cadena de custodia todas las mediciones de los niveles de gases realizados en el monitoreo.

En la hoja de custodia se completó la siguiente información: el código del punto de muestreo, origen de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, distrito, provincia y departamento, coordenadas de ubicación del punto de muestreo, datos personales de quien realizó la toma de muestra, las condiciones climáticas y otras observaciones pertinentes en el punto de muestreo.

Para completar los datos requeridos en la Ficha de Registro o Cadena de custodia proporcionados por el laboratorio se necesitó de los resultados tomados del muestreo de los gases monitoreados (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O) antes mencionados por cada Estación de servicio. Se colocó en cada fila cada estación monitoreado los datos del inicio y fin del muestreo, el volumen (m<sup>3</sup>) y las condiciones meteorológicas durante el monitoreo (Figura 4).



**CADENA DE CUSTODIA DE  
CONTROL DE MUESTRAS DE AIRE**

ORDEN DE SERVICIO N° : ..... ORDEN DE TRABAJO N° ..... CÓDIGO INTERNO: .....

Solicitante : ..... Contacto : ..... Telf: .....

Procedencia : .....

Distrito: ..... Provincia: ..... Departamento: .....

Código de la Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Estación de Muestreo	Coordenadas UTM (WGS 84)	Equipo	Parametros	Nº de Filtro	Periodo de Monitoreo Hora		Flujo de Monitoreo L/min		Volumen m <sup>3</sup>	Condiciones Meteorológicas	
							Inicio	Final	Inicial	Final		Temp. Cº	Presión Kpa
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								
					O <sub>3</sub>								
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								
					O <sub>3</sub>								
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								
					O <sub>3</sub>								

NA: No Aplica

Observación: .....

Responsable del Monitoreo	Cliente / Responsable de Campo	Responsable de Recepcion de Laboratorio
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha / Hora:	Fecha / Hora:	Fecha / Hora:

Código: F04-P.MOT.02  
Versión No: 00  
Fecha: 08/05/2013

Figura 4.- Cadena de custodia de muestras de aire.

Fuente: EQUAS

La frecuencia del muestreo se realizó trimestralmente (abril, julio, setiembre y diciembre) en el año 2014 y en los años 2012 y 2013 fue anualmente.

### 3.5.1.3.2 Registro de datos de campo de concentración de ruido

La metodología de análisis y muestreo del monitoreo de calidad de ruido, se registró en una libreta de campo las mediciones de nivel de ruido de los puntos de cada estación de servicio estudiada de la siguiente manera:

Tabla 12.- *Hoja de apuntes para medición de ruido*

Estación:				
Hora de inicio:		Hora final:		
Punto de muestreo	Coordenadas	Niveles de ruido		
		Mínimo	Máximo	Promedio (Laeqt)

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se realizó con la digitación de las mediciones de los niveles de gases dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y sulfato de hidrógeno por fecha (años 2012, 2013, 2014) y estación de servicio (Carretera Panamericana, Av. Pedro Ruiz, Urbanización Primavera, y Av. Salaverry).según Figura 2 y Anexo I.

En cuanto a los niveles de ruido también se realizó la digitación de las mediciones de los niveles de ruido por fecha (años 2012, 2013, 2014) y estación de servicio (Carretera Panamericana, Av. Pedro Ruiz, Urbanización Primavera, y Av. Salaverry).La información fue digitada y codificada con el software estadístico SPSS versión 22, para Windows con el apoyo de Microsoft Excel.

El ingreso de datos al software permitió realizar los análisis estadísticos de datos para informar estadísticos univariantes que se describirán como indicadores estadísticos como el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría los valores mínimos y máximos con sus figuras respectivas.

Se realizará análisis de las hipótesis y se sustentará con la estadística de prueba de hipótesis para variables relacionadas, con la prueba de promedios de una muestra para la comparación con las valoraciones estándar de calidad ambiental.

#### IV. Resultados:

##### 4.1. Resultados de los muestreos en concentración de gases.

##### Distribución unidimensional y estadísticos descriptivos de la concentración de gases

Tabla 13.- Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), Monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ), Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) y Sulfuro de Hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Parámetros	Promedio $(\bar{X})$	Desviación estándar (S)	Asimetría (As)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Dióxido de Nitrógeno $\text{NO}_2$	27,796	19,165	-,567	0,2	50,0
Monóxido de Carbono $\text{CO}$	2247,45	1500,284	-,550	108,8	4000,0
Dióxido de Azufre $\text{SO}_2$	24,45	16,324	-,592	2,5	41,0
Sulfuro de Hidrogeno $\text{H}_2\text{S}$	17,09	17,597	,036	0,06	39,00

*Fuente: Registro concentraciones gases Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014*

En la tabla 13 se observan los indicadores estadísticos de la concentración de los gases donde se detalla que el promedio de Dióxido de Nitrógeno  $\text{NO}_2$  es  $27,796 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con desviación estándar de  $19,165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor mínimos de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor máximo de  $50,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , su forma de la distribución es sesgada a la izquierda (Figura 5) lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior del promedio.

El Monóxido de Carbono  $\text{CO}$  tiene un promedio de  $2247,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con desviación estándar de  $1500,284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor mínimos de  $108,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor máximo de  $4000,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  su forma de la distribución es sesgada a la izquierda (Figura 6) lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior del promedio.

El Dióxido de Azufre  $\text{SO}_2$  tiene un promedio de  $24,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con desviación estándar de  $16,324 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor mínimos de  $2,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor máximo de  $41,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  su forma de la distribución es sesgada a la izquierda (Figura 7) lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior del promedio. El sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) tiene un promedio de  $17,09\mu\text{g}/\text{m}^3$  con desviación estándar de  $17,595 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor mínimos de  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor máximo de  $39,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  su forma de la distribución es sesgada a la derecha (Figura 8) lo que implica que la mayoría de la información está en la parte inferior del promedio.

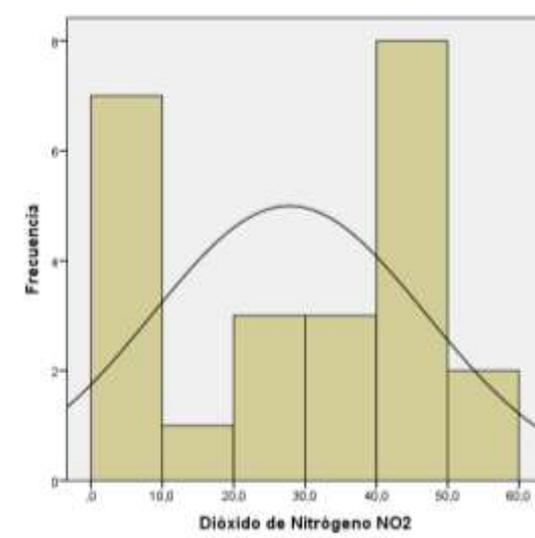


Figura 5.- Histograma concentración Dióxido de Nitrógeno  $\text{NO}_2$

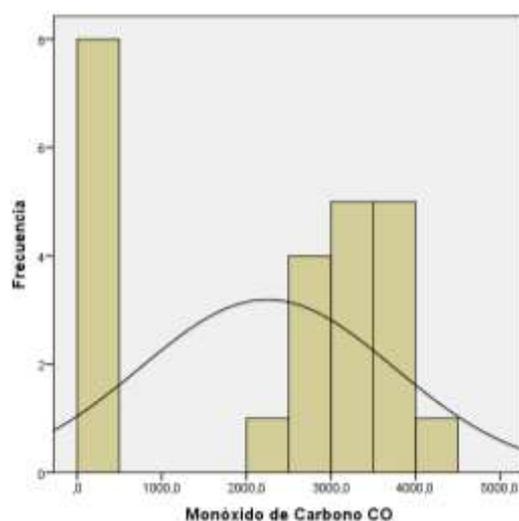


Figura 6.- Histograma concentración Monóxido de Carbono (CO)

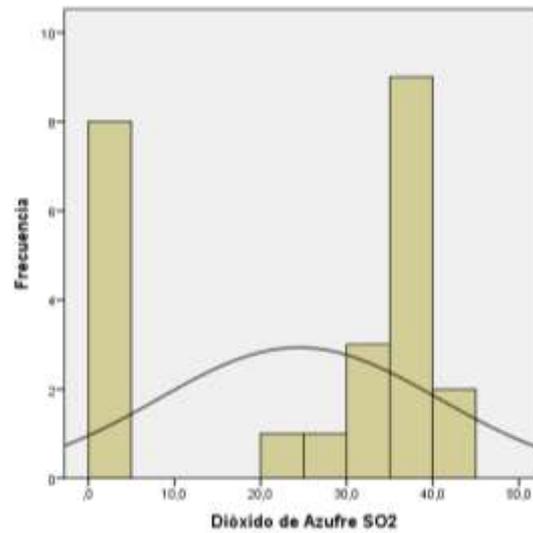


Figura 7.- Histograma concentración Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>

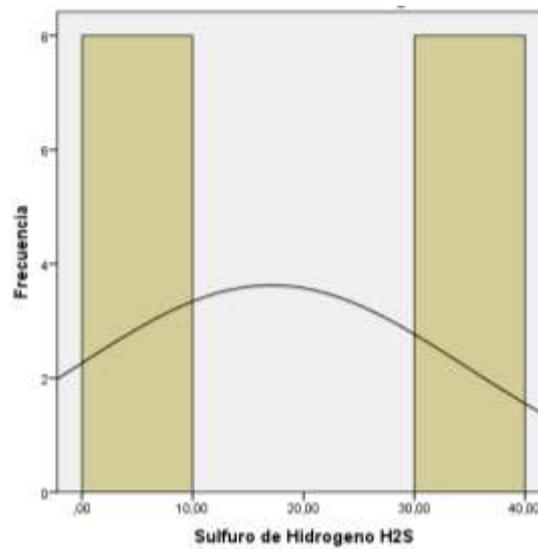


Figura 8.- Histograma concentración Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S

### Distribución espacial y temporal de la concentración de gases

Tabla 14.- *Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S, espacial y temporal.*

Año / Indicador descriptivo	Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	Monóxido de Carbono CO	Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	Sulfuro de Hidrogeno H <sub>2</sub> S
Media	25,6	2650,0	31,7	32,82
2012 Desviación estándar	4,3	238,0	8,1	2,04
Estándares de Calidad Ambiental	200 µg/m <sup>3</sup>	30000 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>
Media	40,5	3200,0	35,3	35,25
2013 Desviación estándar	2,4	258,2	2,6	2,87
Estándares de Calidad Ambiental	200 µg/m <sup>3</sup>	30000 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>
Media	25,2	1908,7	19,9	,14
2014 Desviación estándar	22,5	1737,5	18,1	,19
Estándares de Calidad Ambiental	200 µg/m <sup>3</sup>	30000 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Registro concentraciones gases Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014*

En la Tabla 14 se observan los cambios de las concentraciones de los gases a través del tiempo de estudio.

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) presenta en promedios de 25,6 µg/m<sup>3</sup> en el año 2012 con desviación corta de 4,3 µg/m<sup>3</sup>; el promedio de 40,5 µg/m<sup>3</sup> en el año 2013 con desviación pequeña de 2,4 µg/m<sup>3</sup> y promedio de 25,2 µg/m<sup>3</sup> para el año 2014 con desviación alta de 22,5 µg/m<sup>3</sup> (Figura 9).

La concentración promedio anual del dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) de los años 2012-2014, están por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las concentraciones fluctúan entre  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

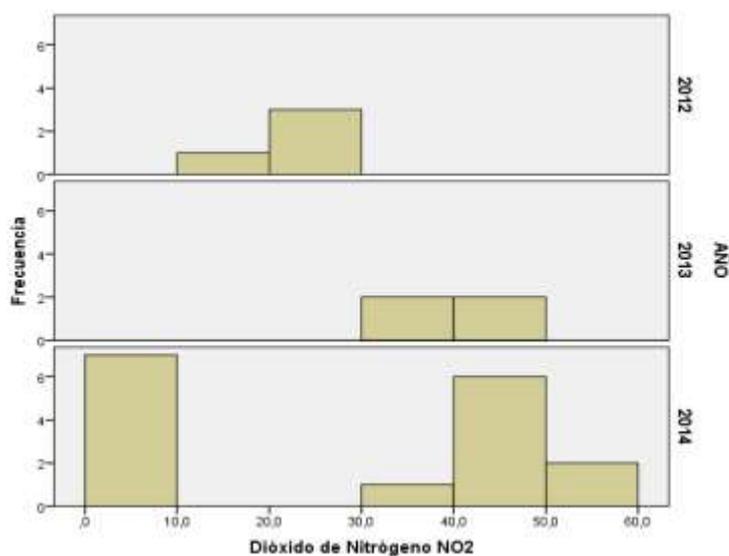


Figura 9.- Histogramas de concentración Dióxido de Nitrógeno  $\text{NO}_2$  por años 2012, 2013 y 2014

El Monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ) presenta en promedios de  $2650,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2012 con desviación corta de  $238,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; el promedio de  $3200,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2013 con desviación pequeña de  $258,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y promedio de  $1908,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el año 2014 con desviación alta de  $1737,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  siendo el año con más variación en la información (Figura 10).

La concentración promedio anual del Monóxido de Carbono de los años 2012-2014, están muy por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de  $30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las concentraciones fluctúan entre  $108,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

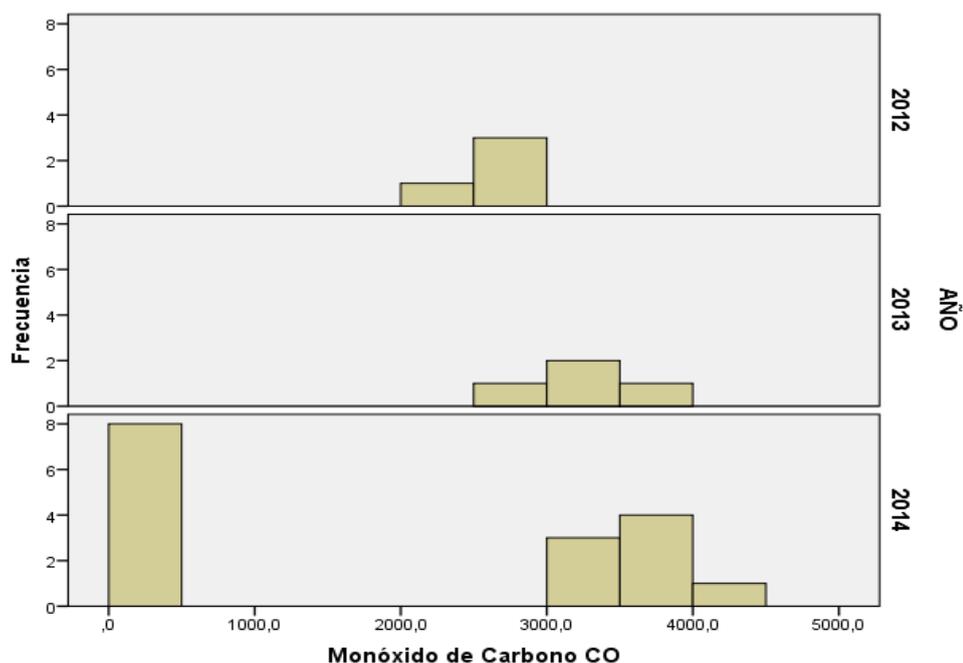


Figura 10.- Histogramas de concentración Monóxido de Carbono CO por años 2012, 2013 y 2014.

El Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) presenta en promedios de  $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2012 con desviación corta de  $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; el promedio de  $35,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2013 con desviación pequeña de  $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y promedio de  $19,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el año 2014 con desviación alta de  $18,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo el año con más variación en la información (Figura 11).

La concentración promedio anual del dióxido de Azufre de los años 2012 y 2013, están por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige D.S.074-2001-PCM (no mayor a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y del año 2014 se encontraron por debajo del valor permitido que exige el D.S.003-2008-MINAM (no mayor de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), las concentraciones fluctúan entre  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

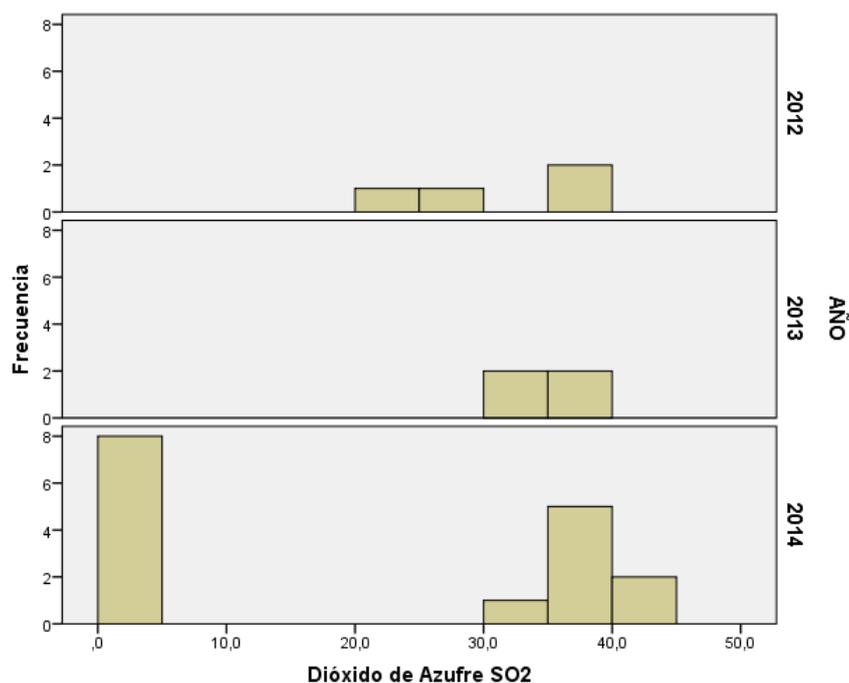


Figura 11.- Histogramas de concentración Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> por años 2012, 2013 y 2014

El Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S) presenta en promedios de 32,82 µg/m<sup>3</sup> en el año 2012 con desviación de 2,04 µg/m<sup>3</sup>; el promedio de 35,25 µg/m<sup>3</sup> en el año 2013 con desviación de 2,87 µg/m<sup>3</sup> y promedio de 0,14 µg/m<sup>3</sup> para el año 2014 con desviación de 0,19 µg/m<sup>3</sup> (Figura 12).

La concentración promedio anual del Sulfuro de Hidrógeno de los años 2012-2014, están por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de 150 µg/m<sup>3</sup>, las concentraciones fluctúan entre 0,06µg/m<sup>3</sup> y 39 µg/m<sup>3</sup>.

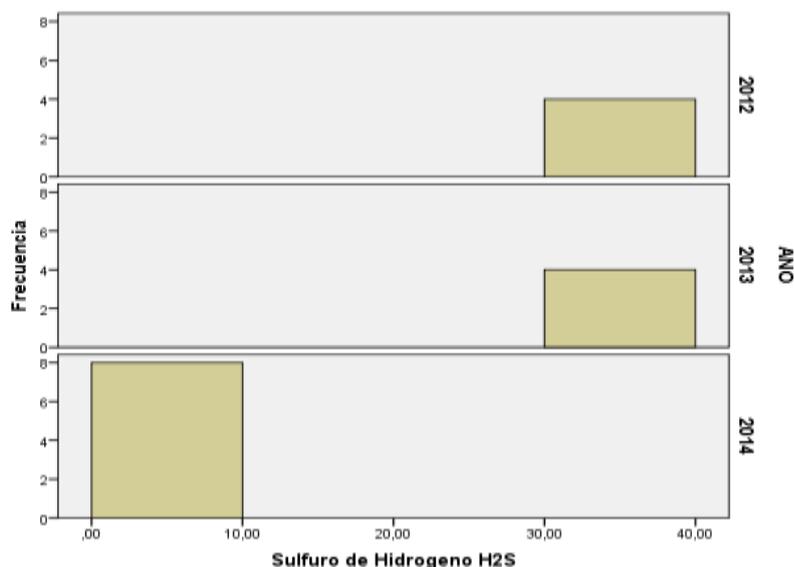


Figura 12.- Histogramas de concentración Sulfuro de Hidrógeno H<sub>2</sub>S por años 2012, 2013 y 2014.

Tabla 15.- *Descriptivos de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S, espacial y temporal*

Estación de Servicio / Indicador descriptivo		Dióxido	Monóxido	Dióxido	Sulfuro de
		Nitrógeno NO <sub>2</sub>	de Carbono CO	de Azufre SO <sub>2</sub>	Hidrogeno H <sub>2</sub> S
Carretera Panamericana	Media	34,6	2234,2	23,3	17,80
	Desviación estándar	17,9	1621,7	17,4	20,38
Av. Pedro Ruiz	Media	24,5	2043,1	22,8	15,92
	Desviación estándar	19,0	1435,9	15,9	18,27
Urb. Primavera	Media	25,9	2325,2	25,8	17,73
	Desviación estándar	22,0	1653,8	18,1	20,41
Av. Salaverry	Media	26,2	2387,4	26,0	16,91
	Desviación estándar	21,1	1687,0	18,4	19,48

*Fuente: Registro concentraciones gases Laboratorio Equas y Labeco – Análisis*

*Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014*

En la tabla 15, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) presenta en la estación Carretera Panamericana promedio 34,6 µg/m<sup>3</sup> con desviación estándar 17,9 µg/m<sup>3</sup>; en la estación Av. Pedro Ruiz el promedio fue 24,5 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 19,0 µg/m<sup>3</sup>, en la estación de Urb. Primavera el promedio 25,9 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 22,0 µg/m<sup>3</sup>, y en la estación Av. Salaverry el promedio fue de 26,2 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 21,1 µg/m<sup>3</sup> (Figura 13).

Por cada estación de servicio se pudo observar que la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se encontró por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de 100 µg/m<sup>3</sup>

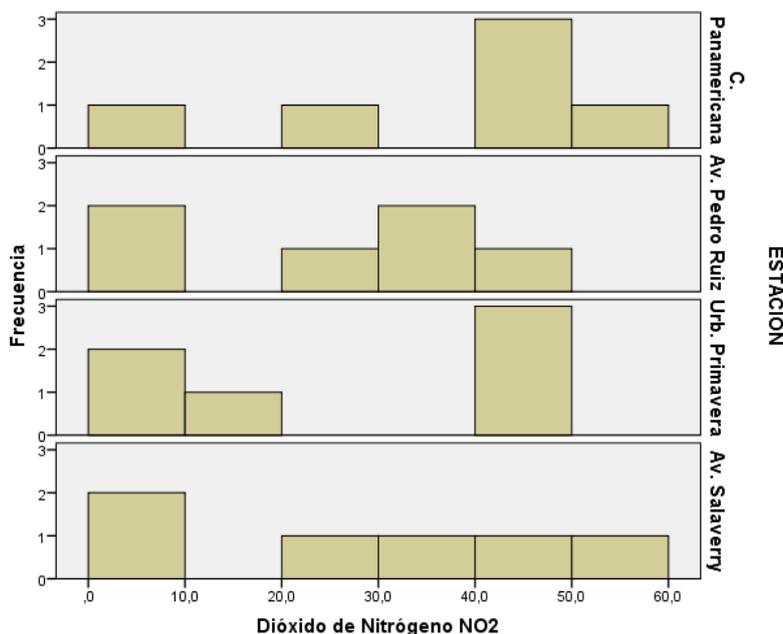


Figura 13.- Histogramas de concentración Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> por estaciones de servicio.

El Monóxido de Carbono CO presenta en la estación Carretera Panamericana promedio 2234,2 µg/m<sup>3</sup> con desviación estándar 1621,7 µg/m<sup>3</sup>; en la estación Av. Pedro Ruiz el promedio fue 2043,1 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 1435,9 µg/m<sup>3</sup>, en la estación de Urb. Primavera el promedio 2325,2µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 1653,8µg/m<sup>3</sup>, y en la estación Av. Salaverry el promedio fue de 2387,4 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 1687,0µg/m<sup>3</sup> (Figura 14).

Por cada estación de servicio se pudo observar que la concentración de monóxido de carbono (CO) se encontró por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.003-2008-MINAM y el D.S.074-2001-PCM una concentración no mayor de 30000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

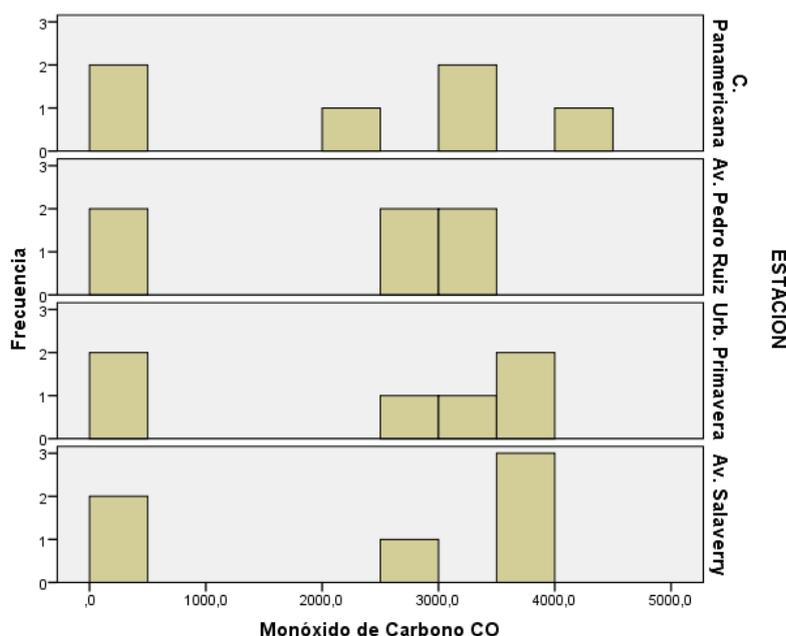


Figura 14.- Histogramas de concentración Monóxido de Carbono CO por estaciones de servicio.

El Dióxido de Azufre  $\text{SO}_2$  presenta en la estación Carretera Panamericana promedio 23,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con desviación estándar 17,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; en la estación Av. Pedro Ruiz el promedio fue 22,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  desviación estándar 15,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la estación de Urb. Primavera el promedio 25,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  desviación estándar 18,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y en la estación Av. Salaverry el promedio fue de 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  desviación estándar 18,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 15).

Por cada estación de servicio se pudo observar que la concentración de monóxido de carbono (CO) se encontro por debajo del valor Estándar de Calidad Ambiental que exige D.S.074-2001-PCM (no mayor a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y del D.S.003-2008-MINAM (no mayor de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

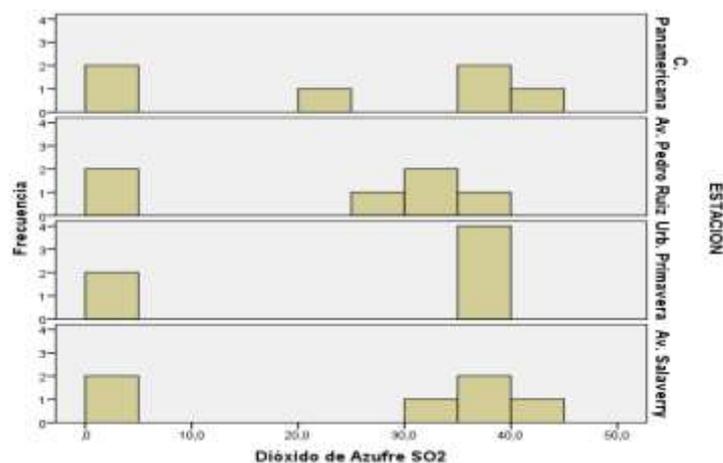


Figura 15.- Histogramas de concentración Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> por estaciones de servicio.

El Sulfuro de Hidrógeno H<sub>2</sub>S presenta en la estación Carretera Panamericana promedio 17,80 µg/m<sup>3</sup> con desviación estándar 20,36 µg/m<sup>3</sup>; en la estación Av. Pedro Ruiz el promedio fue 15,92 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 18,27 µg/m<sup>3</sup>, en la estación de Urb. Primavera el promedio 17,73 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 20,41 µg/m<sup>3</sup>, y en la estación Av. Salaverry el promedio fue de 16,91 µg/m<sup>3</sup> desviación estándar 19,48 µg/m<sup>3</sup> (Figura 16).

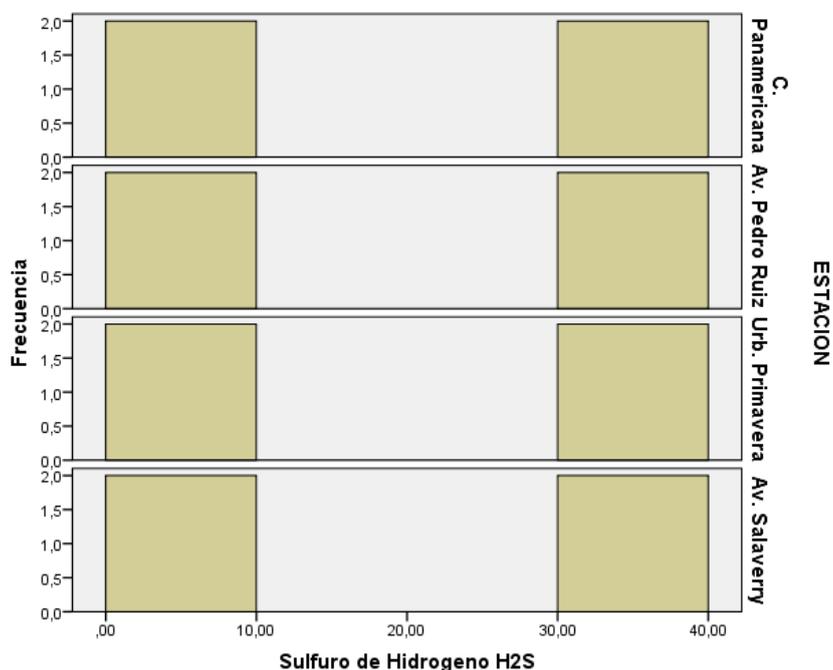


Figura 16.- Histogramas de concentración Sulfato de hidrógeno H<sub>2</sub>S por estaciones de servicio

## Comparación del Valor Estándar con el Valor Observado de la concentración de gases

Tabla 16.- *Contraste de promedios comparativo entre valor estándar y valor observado de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S.*

Parámetros	Promedio $\bar{X}$	Valor Estándar de Calidad Ambiental	Nivel significación contraste: p
Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	27,796 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	p < 0,05 (S)
Monóxido de Carbono CO	2247,45 µg/m <sup>3</sup>	30000 µg/m <sup>3</sup>	p < 0,05 (S)
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	24,45 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	p > 0,05 (NS)
Sulfuro de Hidrogeno H <sub>2</sub> S	17,09 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	p < 0,05 (S)

*Fuente: Registro concentraciones gases Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014*

*S: Significativo p < 0.05; NS No significativo p > 0.05*

En la Tabla 16 se observan los contrastes o pruebas estadísticas donde se realizó la comparación de las concentraciones promedio y los indicadores promedio estándar de calidad normados para el medio encontrando lo siguiente: En la comparación de los promedios de **Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>** de la valoración observada promedio de 27,796 µg/m<sup>3</sup> con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 200 µg/m<sup>3</sup>, resultó que si existe estadísticamente diferencia significativa p < 0.05.

Según la tabla, se evidencia que el promedio del NO<sub>2</sub>, las concentraciones de dióxido de nitrógeno registradas en los puntos muestreados se encuentran por debajo del ECA-Aire para una hora fijado en 200 µg/m<sup>3</sup>. El Dióxido de Nitrógeno contribuye a la formación de la lluvia ácida, afectando a los suelos y a la vegetación. Aumentan la concentración de nitratos en suelos y aguas superficiales (eutrofización). Desempeñan un importante papel en la formación

de ozono. El  $\text{NO}_2$  absorbe luz en el rango visible, lo que produce merma de la visibilidad. El  $\text{NO}_2$  participa en la cadena de reacciones que conducen a la formación de smog fotoquímico.

En la comparación de los promedios de monóxido de carbono (CO) de la valoración observada promedio de  $2247,45 \mu/\text{m}^3$  con el Valor Estándar de Calidad Ambiental  $30000 \mu/\text{m}^3$ , resultó que si existe estadísticamente diferencia significativa  $p < 0.05$ .

Según la tabla, se evidencia que el promedio del CO, las concentraciones de monóxido de carbono (CO) registradas en los puntos de muestreo (Estaciones de servicio) son inferiores al nivel de referencia para ocho horas de  $10\ 000 \mu/\text{m}^3$  indicados en los ECA-Aire. El CO es tóxico porque envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce drásticamente la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados.

En la comparación de los promedios de **Dióxido de Azufre  $\text{SO}_2$**  de la valoración observada promedio de  $24,45 \mu/\text{m}^3$  con el Valor Estándar de Calidad Ambiental  $20 \mu/\text{m}^3$ , resultó que no existe estadísticamente diferencia significativa  $p > 0.05$ . Según la tabla, se evidencia que el promedio del  $\text{SO}_2$ , las concentraciones de dióxido de sulfuro se encuentran ligeramente excediendo a los Estándares de Calidad Ambiental establecido en  $20 \mu/\text{m}^3$ , siendo un valor no perjudicial para la salud. El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) es un gas incoloro, que se produce debido a la presencia de azufre en el combustible, principalmente diesel. Se oxida posteriormente en la atmósfera, produciendo sulfatos, que forman parte del material particulado. El  $\text{SO}_2$  en presencia de material particulado forma una mezcla letal, que fue responsable de episodios como el de Londres en 1952, en que hubo miles de fallecimientos. El dióxido de azufre también puede disolverse en el agua para formar ácido sulfuroso y puede ser absorbido por y causar irritación en la garganta y los pulmones.

En la comparación de los promedios de **Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)** de la valoración observada promedio de 17,09 µg/m<sup>3</sup> con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 150 µg/m<sup>3</sup>, resultó que si existe estadísticamente diferencia significativa  $p < 0.05$ .

Se evidencia que el promedio del (H<sub>2</sub>S), las concentraciones de sulfuro de hidrogeno en los monitoreos realizados se encuentra muy por debajo del ECA-Aire establecido en 150 µg/m<sup>3</sup>, siendo un valor no perjudicial para la salud. La exposición a una gran concentración de este compuesto en un breve espacio de tiempo puede causar síntomas derivados de una intoxicación. A mayores concentraciones también puede causar irritación y daños irreversibles en los ojos, pérdida de la percepción olfativa y hasta existen riesgos de sufrir edemas pulmonares, pérdida del conocimiento y convulsiones. En exposiciones crónicas, se han observado efectos adversos como fatiga, cefaleas, mareos, ansiedad o pérdida de memoria. A elevadas concentraciones puede resultar letal. En lo que respecta a la vegetación, este gas afecta al normal crecimiento y desarrollo de las plantas.

#### 4.2. Resultados de los muestreos en nivel de ruido.

##### Distribución unidimensional y estadísticos descriptivos del Nivel de Ruido

Tabla 17.- *Descriptivos del nivel de ruido promedio y por estaciones de servicio*

	Promedio $\bar{X}$	Desviación estándar S	Asimetría As	Mínimo	Máximo
Nivel de Ruido promedio	64,506	7,964	-1,852	39,0	79,8
Estación Servicio Carretera Panamericana	68,8	4,3	0,906	63,6	79,8
Estación Servicio Avenida Pedro Ruiz	64,6	2,9	-0,848	57,5	69,3
Estación Servicio Urbanización Primavera	67,1	2,2	0,714	63,0	74,0
Estación Servicio Av. Salaverry	59,2	12,6	-0,503	39,0	75,1

*Fuente: Registro Niveles de Ruido Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014*

En la Tabla 17 se observan los indicadores estadísticos del nivel de ruido en las cuatro estaciones el cual se detalla que el promedio es de 64,506 decibeles con desviación estándar de 7,964 dB, valor mínimos de 39,0 dB, valor máximo de 79,8 dB su forma de la distribución es sesgada a la izquierda (figura 17) lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior del promedio.

Los datos de las mediciones de ruido ambiental, registrados en el horario diurno fueron comparados con los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2008-PCM. De acuerdo al tipo de uso de suelo de acuerdo a la zonificación de la ciudad se define en tres categorías zona industrial, zona comercial y zona residencial.

Los resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental en la mayoría de las estaciones de control, no superan al Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.085-2003-PCM- zona Industrial (80 dB) y zona Comercial (70 dB). Los valores fluctúan entre 39 dB y 79.8 dB. Solo en la estaciones ubicada en la urbanización La Primavera presentó valores altos (67.1 dB), debido a que sus alrededores existe una fluidez de transporte urbano.

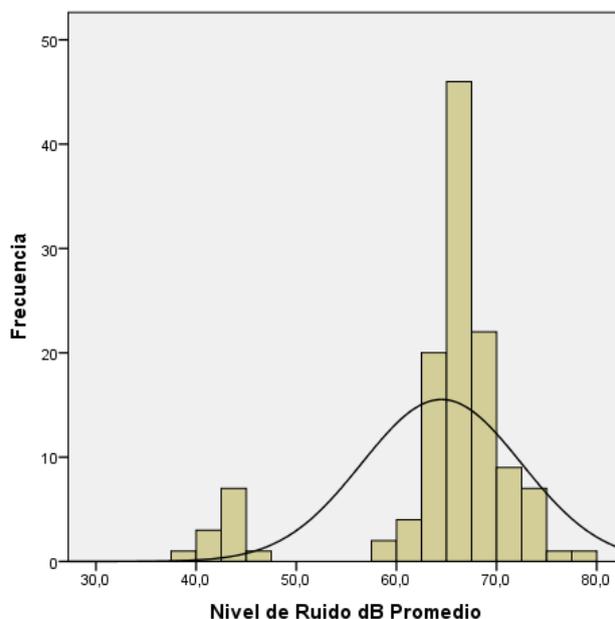


Figura 17.- Histograma de nivel de ruido promedio dB de las cuatro estaciones

En la Tabla 17 también se observa los indicadores estadísticos del nivel de ruido en la estación Carretera Panamericana que tiene promedio de 68,4 decibeles con desviación estándar de 4,3 dB, valor mínimos de 63,6 dB, valor máximo de 79,8 dB su forma de la distribución es sesgada a la derecha lo que implica que la mayoría de la información está en la parte inferior del promedio.

Los datos de las mediciones de ruido ambiental, registrados en el horario diurno fueron comparados con los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2008-PCM. De acuerdo al tipo de uso de suelo de acuerdo a la zonificación de la ciudad se encuentra en la categoría zona industrial. Los resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental, no superan al Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.085-2003-PCM- Zona Industrial (80 dB).

El nivel de ruido en la estación de Avenida Pedro Ruiz tiene promedio de 64,6 decibeles con desviación estándar de 2,9 dB, valor mínimos de 57,5 dB, valor máximo de 69,3 dB su forma de la distribución es sesgada a la izquierda lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior a su promedio. Los datos de las mediciones de ruido ambiental, registrados en el horario diurno fueron comparados con los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2008-PCM. De acuerdo al tipo de uso de suelo de acuerdo a la zonificación de la ciudad se encuentra en la categoría zona comercial. Los resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental, no superan al Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.085-2003-PCM- Zona comercial (70 dB).

El nivel de ruido en la estación de Urbanización Primavera tiene promedio de 67,1 decibeles con desviación estándar de 2,2 dB, valor mínimo de 63,0 dB, valor máximo de 74,0 dB su forma de la distribución es sesgada a la derecha lo que implica que la mayoría de la información está en la parte inferior a su promedio.

Los datos de las mediciones de ruido ambiental, registrados en el horario diurno fueron comparados con los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2008-PCM. De acuerdo al tipo de uso de suelo de acuerdo a la zonificación de la ciudad se encuentra en la categoría zona residencial. Los resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental, superan al Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.085-2003-PCM- Zona residencial (60 dB).

El nivel de ruido en la estación de Avenida Salaverry tiene promedio de 59,2 decibeles con desviación estándar de 12,6 dB, valor mínimo de 39,0 dB, valor máximo de 75,1 dB su forma de la distribución es sesgada a la izquierda lo que implica que la mayoría de la información está en la parte superior a su promedio.

Los datos de las mediciones de ruido ambiental, registrados en el horario diurno fueron comparados con los valores límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2008-PCM. De acuerdo al tipo de uso de suelo de acuerdo a la zonificación de la ciudad se encuentra en la categoría zona comercial. Los resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental, no superan al Estándar de Calidad Ambiental que exige el D.S.085-2003-PCM- Zona comercial (70 dB).

Realizando una comparación de los promedios con los diagramas de cajas se aprecia que los promedios con mayor dispersión es para la estación de la Av. Salaverry también la estación con menor dispersión en sus datos es la que se encuentra en la Urb. Primavera (Figura 18).

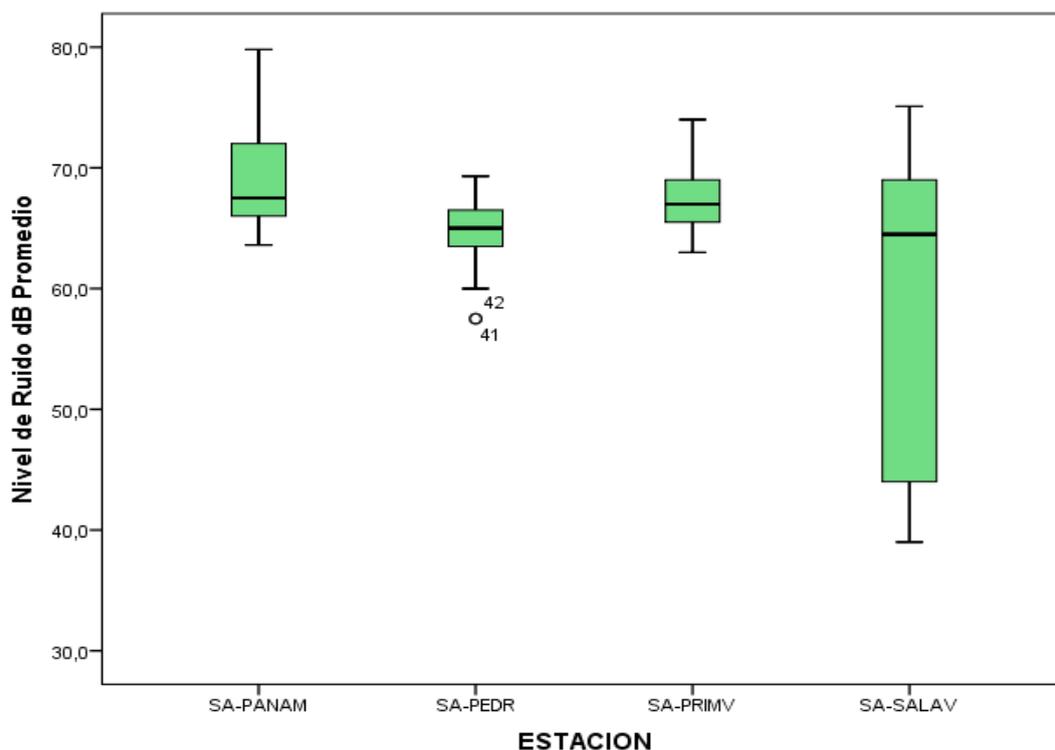


Figura 18.- Diagrama de Cajas del nivel de ruido por estación de servicio

### Distribución temporal de los niveles de ruido por estación de servicio

En las cuatro estaciones de servicio en estudio presentaron mayores niveles de ruido en el año 2013, la estación de la carretera panamericana mantiene esta tendencia que su promedio más alto es para el año 2013, esta misma tendencia se aprecia en la estación de servicio de Av. Salaverry mientras que para la estación de la Av. Primavera el nivel más alto de ruido fue para el año 2013 (Tabla 18) (Figura 19).

Tabla 18.- Descriptivos de los promedios de niveles de ruido por estación de servicio según años

Estaciones	2012	2013	2014
Nivel de Ruido promedio cuatro estaciones	68,5	70,2	64,0
Estación Servicio Carretera Panamericana	72,0	73,4	68,1
Estación Servicio Avenida Pedro Ruiz	65,0	69,3	64,3
Estación Servicio Urbanización Primavera	74,0	69,0	66,8
Estación Servicio Av. Salaverry	63,0	69,0	58,5

Fuente: Registro Niveles de Ruido Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014

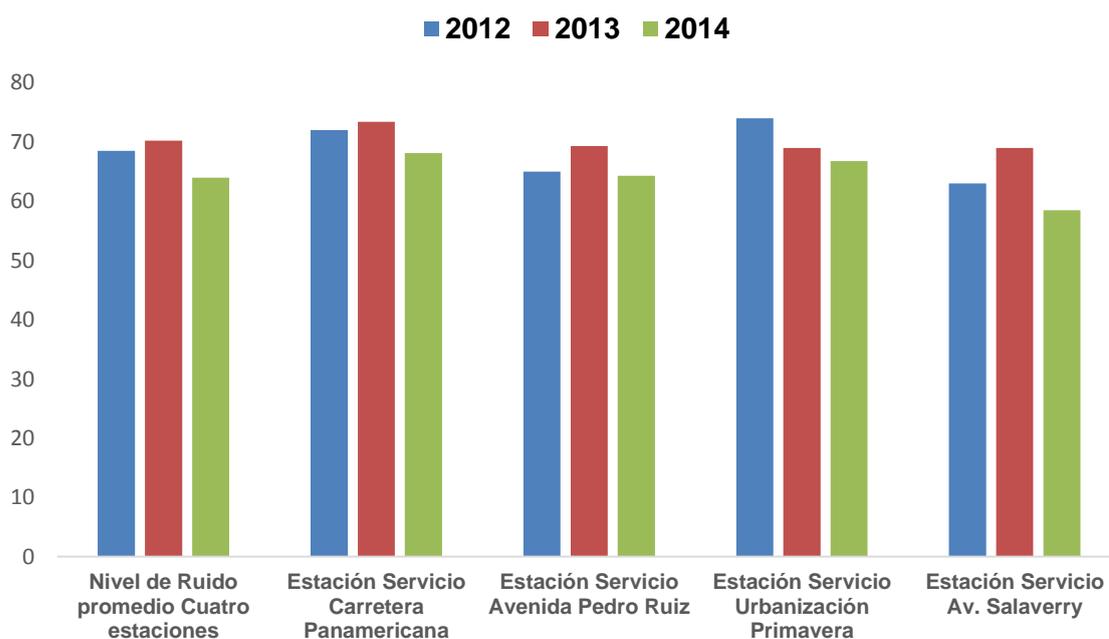


Figura 19.- Promedios de niveles de ruido por estación de servicio, según años

### Comparación Valor Estándar con Valor Observado Niveles de Ruido

Tabla 19.- *Contraste de promedios comparativo entre valor estándar y valor observado de nivel de ruido en las estaciones de servicio*

Estación	Servicio	Promedio $\bar{x}$	Valor Estándar de Nivel Calidad Ambiental	significación contraste: p
Carretera	Panamericana	68,8	80	p < 0,05 (S)
Estación	Servicio	64,6	70	p < 0,05 (S)
Avenida	Pedro Ruiz			
Estación	Servicio	67,1	60	p > 0,05 (NS)
Urbanización	Primavera			
Estación	Servicio	59,2	70	p < 0,05 (S)
Av.	Salaverry			

Fuente: Registro Niveles de Ruido Laboratorio Equas y Labeco – Análisis Ambiental SCRL, 2012, 2013, 2014

En la tabla 19 se observan los contrastes o pruebas estadísticas donde se realizó la comparación de los niveles de ruido en decibeles y los indicadores promedio estándar de calidad normados para el medio, encontrando lo siguiente:

En la comparación del promedio de la Estación de servicio de la Carretera Panamericana de la valoración observada promedio de 68,8dB comparado con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 80 dB porque cualitativamente fue considerada de acuerdo a la zonificación de la ciudad como zona industrial, resultó que si existe estadísticamente una diferencia significativa  $p < 0.05$ .

Según la tabla, se evidencia que el promedio de ruido en la Estación de servicio de la Carretera Panamericana, los niveles de ruido existentes en dicha estación de servicio se puede observar que se encuentran por debajo del rango permitido de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ruido) – categoría Zona industrial.

En la comparación del promedio de la Estación de servicio de la Av. Pedro Ruiz la valoración observada promedio fue de 64,6 dB comparado con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 70 dB porque cualitativamente se consideró zona comercial, resultó que si existe estadísticamente una diferencia significativa  $p < 0.05$ .

Según la tabla, se evidencia que el promedio de ruido en la Estación de servicio de la Av. Pedro Ruiz, los niveles de ruido existentes en dicha estación de servicio se puede observar que se encuentran por debajo del rango permitido de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ruido) – categoría Zona Comercial.

En la comparación del promedio de la Estación de servicio de la Urb. Primavera la valoración observada promedio fue de 67,1 dB comparado con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 60 dB porque cualitativamente fue considerada de acuerdo a la zonificación de la ciudad como zona residencial, resultó que no existe estadísticamente una diferencia significativa  $p > 0.05$ , lo que implica que los niveles de ruido para esta zona son altos.

Según la tabla, se evidencia que el promedio de ruido en la Estación de servicio de la Urb. Primavera, los niveles de ruido existentes en dicha estación de servicio se puede observar que se encuentran por encima del rango permitido de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ruido) – categoría Zona residencial.

En la comparación del promedio de la Estación de servicio de la Av. Salaverry la valoración observada promedio fue de 59,2 dB comparado con el Valor Estándar de Calidad Ambiental 70 dB porque cualitativamente fue considerada de acuerdo a la zonificación de la ciudad como zona comercial, resultó que si existe estadísticamente una diferencia significativa  $p < 0.05$ .

Según la tabla, se evidencia que el promedio de ruido en la Estación de servicio de la Av. Salaverry, los niveles de ruido existentes en dicha estación de servicio se puede observar que se encuentran por debajo del rango permitido de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ruido) – categoría Zona Comercial.

## V. Discusiones:

La Unidad de Ecología y Protección del Medio Ambiente de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental como órgano de línea de la Gerencia Regional de Salud (GERESA) – Lambayeque, es la entidad responsable quien debe realizar un diagnóstico de línea de base, que considere la ejecución de monitoreos de la calidad del aire, inventarios de emisiones y estudios epidemiológicos. (DESA, 2016)

En cuanto a la calidad de ruido la responsabilidad recae en la Subgerencia de Sanidad de la Gerencia de Servicios a la ciudad y la Subgerencia de Control Urbano y Fiscalización de la Gerencia de Urbanismo de la Municipalidad Provincial de Chiclayo. (Ordenanza Municipal 012-2009-MPCH/A).

De los resultados de laboratorio del análisis de gases obtenidos en el presente estudio de investigación, muestran que el contraste realizado referente al promedio comparativo entre el valor estándar y el valor observado de las concentraciones de los gases Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), Monóxido de Carbono (CO), Sulfuro de Hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) son estadísticamente significativos, lo que implica que están por debajo de los límites estándares; mientras que con el Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) presenta una valoración por encima de la estipulada por la norma.

Asimismo de los resultados obtenidos en la investigación de los parámetros evaluados de calidad del aire en las Estaciones de Servicio durante los años 2012 – 2014 se presenta el análisis e interpretación de los mismos, observándose en la Tabla 14 que al evaluar en el año 2012 y 2013, los resultados de los monitoreos de aire, los parámetros no superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. 074-2001-PCM y D.S. 003-2008-MINAM). Asimismo en el año 2013, los resultados de los monitoreos de aire se puede observar que el parámetro Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) se encuentra al límite de los Estándares de Calidad Ambiental, debido a que en el periodo de investigación, las tuberías de desagüe de la ciudad se encontraban en mantenimiento.

Se evidenció que los resultados de los niveles de gases analizados, presentan valores por debajo de los estándares establecidos tanto en el D.S. N° 003-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” para SO<sub>2</sub> (<4 µg/m<sup>3</sup>) y D.S. N° 074-2001-PCM para el CO (2055.4984 µg/m<sup>3</sup>), siendo los Resultados similares a lo obtenido por Care Environmental Consulting S.R.L. (2013).

En la Tabla 16 se observa que la media aritmética de cada parámetro (monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y dióxido de nitrógeno) no superan los Estándares de Calidad Ambiental a excepción de la media aritmética del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) de acuerdo al formato establecido en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y en el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, por lo que si los valores de las medias aritméticas de cada parámetro no superan a los Estándares, implica que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

En la contrastación para la comparación del promedio del nivel de ruido de las estaciones de servicio denominadas Carretera Panamericana, Av. Pedro Ruiz y la Estación de la Av. Salaverry, resultaron ser estadísticamente significativa, esto implica que los niveles de ruido estuvieron por debajo del promedio estándar normado para el tipo de zona de ciudad (zona industrial, zona comercial) y para la estación de la Urbanización Primavera no resultó estadísticamente significativa porque los niveles de ruido estuvieron por encima de lo normado para el tipo de zona de ciudad (zona residencial).

Se puede observar en la Tabla 18, los resultados obtenidos en la investigación por años (2012, 2013 y 2014) en las Estaciones de Servicio Carretera Panamericana, Av. Pedro Ruiz y Av. Salaverry no superan los decibeles (dB) permitidos y aprobados en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) ni en la Ordenanza sobre prevención, fiscalización y control de ruidos nocivos o molestos en la ciudad de Chiclayo (Ordenanza Municipal N° 012-2009-MPCH/A). Se puede observar que los resultados de la estación de servicio San Antonio – La primavera superan a lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para ruido, debido al alto

tránsito vehicular por dicha estación de servicio al confluir dos avenidas de doble calzada y doble carril y además es una zona mixta (comercial - residencial) como lo señala en la Ordenanza sobre prevención, fiscalización y control de ruidos nocivos o molestos en la ciudad de Chiclayo estableciendo para esta zona el límite de 60 dB en horario diurno y 50 dB en horario nocturno (Ordenanza Municipal 012-2009-MPCH/A).

## VI. Conclusiones

1. Se determinó las concentraciones de gases de los años 2012 – 2014 en las estaciones de servicio de combustibles (Carretera Panamericana, Av. Pedro Ruiz, Urb. Primavera y Av. Salaverry de la ciudad de Chiclayo encontrando la mayor concentración en el dióxido de azufre con un valor de  $24.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Asimismo en los niveles de ruido en el tipo residencial (Urb. Primavera) con un valor de 67.1 dB.
2. Se comparó los resultados de concentraciones de gases obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para aire, según la norma nacional obteniendo que los parámetros evaluados ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NO}_2$ ) no superan el ECA, excepto el dióxido de azufre con un valor de  $24.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
3. Se comparó los resultados de niveles de ruido de las estaciones de servicio Estación Carretera Panamericana, Estación Av. Pedro Ruiz, Estación Av. Salaverry y Estación Urb. La Primavera obtenidos, con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para ruido, según la norma nacional, obteniendo que la estación de servicio ubicada en la Urb. La Primavera (Zona residencial) supera a lo establecido con un valor de 67.1 dB a comparación con las demás Estaciones de Servicio.

## VII. Recomendaciones

1. Los propietarios de las estaciones de servicio continúen con los monitoreos trimestrales de aire y de ruido para el cumplimiento de los compromisos ambientales en sus declaraciones de impacto ambiental y puedan tomar acciones de prevención y/o mitigación.
2. A la Municipalidad Provincial de Chiclayo y a la Diresa-Lambayeque planificar y ejecutar campañas educativas permanentes dirigidas a los empresarios de las estaciones de servicio, instituciones del gobierno regional, municipalidades, colegios y público en general, incluyendo los medios de comunicación social tales como la radio, la televisión, y prensa escrita, y que discutan acerca de problemas ambientales sobre ruido y calidad de aire, de las causas, efectos y soluciones.
3. Para el análisis de las muestras de aire, se debe contratar un laboratorio Acreditado por INACAL como Laboratorio de Ensayo con el Sistema de Calidad ISO /IEC 17025:26, para que los resultados tengan mayor confiabilidad y aceptación por parte de las empresas clientes.
4. En los parámetros que no cumplen con lo establecido en los ECAs se sugiere realizar un mejor control y verificar en los procesos, el problema que está afectando a la calidad de aire, tales como el SO<sub>2</sub> que ha futuro puede generar lluvia ácida en la ciudad.
5. Controlar a los conductores de vehículos que utilizan sus radios a volumen alto y los claxon en forma innecesaria, decomisando o multando a los que utilizan sirena como claxon que aumenta el nivel de ruido causando molestia.
6. Las Municipalidades deben obligar a los propietarios de vehículos el certificado de revisión técnica, para garantizar el mantenimiento oportuno y adecuado de los vehículos, y así mismo es conveniente que empleen silenciadores apropiados.

### VIII. Referencias bibliográficas

- Care Environmental Consulting S.R.L. (2013). *Informe de monitoreo de calidad ambiental – diciembre 2013*. Chiclayo.
- Cebrián, A. (2006). *Informe final de la asesoría: Actualización de la página web de la dirección de investigación sobre la calidad de aire*.
- CESEL Ingenieros. (2013). *Informe final: Estudio de Impacto Ambiental Semi-detallado del Proyecto “Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Carabayllo - S.E. Nueva Jicamarca”*. Lima.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (1999). *Congestión y Contaminación ambiental*. Recuperado de [http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/13059/lcg2199\\_e\\_cap\\_6a.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/13059/lcg2199_e_cap_6a.pdf)
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (1999). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial estaciones de servicio*. Chile. Recuperado de [http://www.sinia.cl/1292/articles-26216\\_pdf\\_estaciones.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-26216_pdf_estaciones.pdf)
- Colombo, M.Majul, L. (2012) *Resultados de estudios audiométricos y hábitos auditivos en jóvenes universitarios universidad nacional de rosario facultad de ciencias médicas escuela de fonoaudiología rosario – Argentina*. Recuperado de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/colombo-majul.pdf>
- Consumoteca. (2014). *Surtidor de combustible*. España. Recuperado de <http://www.consumoteca.com/motor/gasolineras/surtidor-de-combustible/>
- DEUMAN Internacional y Walsh Ingenieros (2005). *Estudio de Línea Base Ambiental COSAC I*. Lima: Municipalidad metropolitana de Lima. Recuperado de <http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2005/lineabaseambienta/capitulo3.pdf>

Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental - DESA (2016). *Boletín Informativo 2* – DESA. Lambayeque. Recuperado de [http://siga.regionlambayeque.gob.pe/docs/imgfckeditor1132/NUEVO-BOLETIN%20%202017\(1\).pdf](http://siga.regionlambayeque.gob.pe/docs/imgfckeditor1132/NUEVO-BOLETIN%20%202017(1).pdf)

Dirección de Medio Ambiente de Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (2001). *Diagnóstico de las condiciones locales y situación actual de la Dirección de Medio Ambiente de la muy ilustre municipalidad de Guayaquil para implementar el Sistema de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad del Recurso Aire en la ciudad*. Quito. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep82/experien/diagnost.pdf>

Ecologistasenacción(2014). *Dióxido de nitrógeno*. España. Recuperado de <http://www.ecologistasenaccion.org/article5685.html>

Economopoulos, A. (2002). *Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud CEPIS/OMS. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/fulltext/fuentes.pdf>

Ecotest, 2013. *Informe de monitoreo ambiental de calidad de aire, parámetros meteorológicos y ruido en la Estación de Servicios San Antonio La Primavera*. Chiclayo.

El Mundo (2014, Mayo 07). *La OMS alerta del aumento de la contaminación ambiental en las ciudades*. Madrid. Recuperado de <http://www.elmundo.es/salud/2014/05/07/536a6608ca4741fe0d8b4573.html>

Escobedo, J; Victoria, A. Ramírez, A. (2000). *La problemática ambiental en la ciudad de México generada por las fuentes fijas*. México DF. Secretaria del Medio Ambiente. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliaire/mexicona/r-0130.pdf>

GRUPO HRUN. (2013) *Informe de monitoreo ambiental- Estaciones de servicios OCAÑA SAC PRIMER TRIMESTRE- 2013*. Cajamarca.

Herrera, J.; Rodríguez, S. Rojas, J. (2011) *Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica*. Costa Rica.

Institución Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2011). *Programa de capacitación: curso para inspectores técnicos. Tema 7: Seguridad y Protección contra incendios*. Consultado 22 abril, 2014. Recuperado de [http://www.minsa.gob.pe/ogdn/cd1/pdf/ECl\\_11/parte4.pdf](http://www.minsa.gob.pe/ogdn/cd1/pdf/ECl_11/parte4.pdf)

Industrial Scientific (2014). *Detectores de gas de Industrial Scientific*. Recuperado de <http://www.indsci.es/servicios/capacitacion/educacion-general-sobre-gas/quimicos-comunes/h2s/>

Landero, K. (2013). *Dimensiones psicosociales de la contaminación del aire de la zona metropolitana de la ciudad de México*. Tesis de postgrado. México.

Lobos, V. (2008) *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci1779e/sources/bmfci1779e.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2001). *Aprueban Índice de Calidad de aire*. Lima: Diario El Peruano. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2008). *Aprueban Estándares de calidad de aire*. Lima: Diario El Peruano. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-calidad-ambiental>

- Ministerio del Ambiente. (2014) *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014*. Lima. Recuperado de <http://infoaire.minam.gob.pe:1013/INFOAIRE/archivos/zona-educativa/publicacion/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (1993). *Reglamento para la protección en las actividades de hidrocarburos D.S. 046-93-EM*. Lima: Diario El Peruano.
- Ministerio de Energía y Minas. (1995) *Ley Orgánica de Hidrocarburos y Reglamentos Ley 26221*. Lima, CARE, Pág. 309.
- Ministerio de Energía y Minas. (2010). *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones*. Lima: Diario El Peruano. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/archivos/procaliaire-z62.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2010). *Aprueban los Límites Máximos Permisibles para las Emisiones Gaseosas y de Partículas de las Actividades del Sub Sector Hidrocarburos, Decreto Supremo N° 014-2010-MINAM*. Lima: Diario El Peruano.
- Montero, C. (2011). *Pronóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de la ciudad de México a través del análisis de las series de tiempo de los componentes del IMECA*. Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana. México.
- Moreano, D y Palmisano A. (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*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Recuperado de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MOREANO\\_DAVID\\_Y\\_PALMISANO\\_ANTONIO\\_CONTAMINACION\\_ATMOSFERICA.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MOREANO_DAVID_Y_PALMISANO_ANTONIO_CONTAMINACION_ATMOSFERICA.pdf)

NSF ENVIROLAB, 2014. *Informe de monitoreo ambiental de calidad de aire, parámetros meteorológicos y ruido en la Estación de Servicios Formula I-Chiclayo*.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2007). Datos Rápidos. Recuperado de <https://www.osha.gov/Publications/3300-10N-05-spanish-07-05-2007.html>

OSINERGMIN, 2010. *Registro de hidrocarburos*. Lima. Recuperado de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/RegistrosHidrocarburos.htm?5939>

Pacific Protección Integral de Recursos – (Pacific PIR) (2012). *Informe final: Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. Lima. Recuperado de <http://www.munibustamante.gob.pe/archivos/1456146994.pdf>

Presidencia de Consejo de Ministros (PCM) (2001). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Del Aire*. Lima: Diario El Peruano. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-calidad-ambiental>

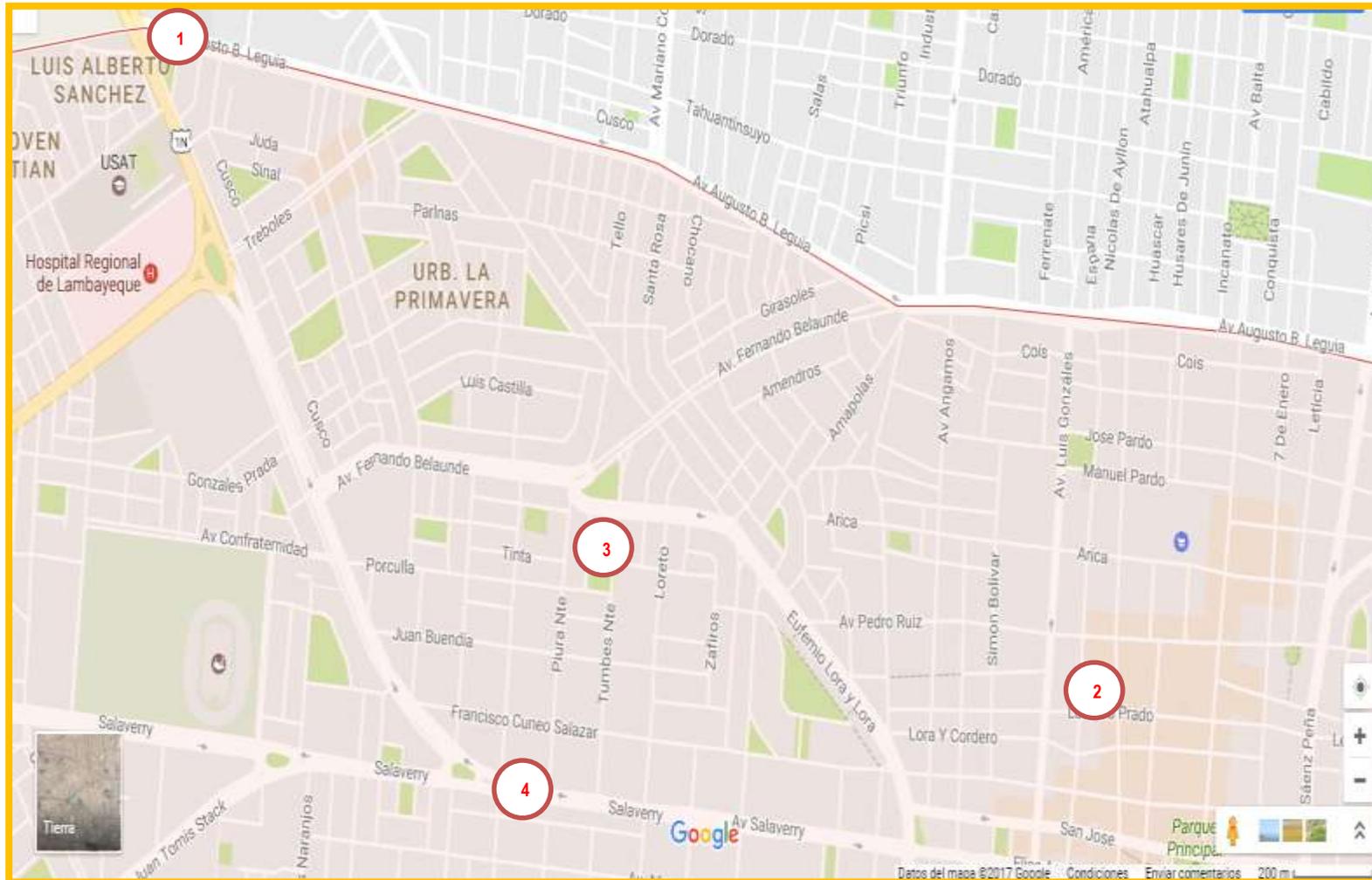
Pósito, G y García, S. (2013). *Evaluación de la contaminación ambiental en las operaciones petroleras de los lotes XIII A, XIII B, III, IV en la costa norte del Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque.

Quimbiulco, D. (2008). *Diseño e implementación de un prototipo que permita cuantificar el nivel de presión sonora en una biblioteca con indicación visual y audible*. Quito. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4178/1/CD-1364.pdf>

- Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca de la EMOV EP. *Informe de la Calidad del Aire de Cuenca, año 2013 Cuenca-Ecuador*. Recuperado de [http://gis.uazuay.edu.ec/ide2015/links\\_doc\\_contaminantes/Informes%20Claudia%20Calidad%20del%20Aire/informe%20Calidad%20del%20aire%202013.pdf](http://gis.uazuay.edu.ec/ide2015/links_doc_contaminantes/Informes%20Claudia%20Calidad%20del%20Aire/informe%20Calidad%20del%20aire%202013.pdf)
- RPP Noticias (2016, Setiembre 28). *La OMS alerta que el 92% de las personas en el mundo respira aire contaminado*. Lima. Recuperado de <http://rpp.pe/mundo/actualidad/la-oms-alerta-que-9-de-cada-10-personas-en-el-mundo-respira-aire-contaminado-noticia-998391>
- Rivera, A. (2014). *Estudio de niveles de ruido y los ECAS (Estándares de Calidad Ambiental) para ruido en los principales centros de salud, en la ciudad de Iquitos, en diciembre 2013 y enero 2014*. Iquitos. Recuperado de <http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/258/1/TESIS%20PARA%20LIBRO%20ANGIE%20RIVERA%20DACOSTA%20-%20MAYO%202014.pdf>
- Santos, E. (2007). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado*. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10\\_n1/a03.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10_n1/a03.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2013). *Calidad del aire: Una práctica de vida*. México. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>

## **ANEXOS**

### Anexo I: Mapa de ubicación de las estaciones de servicio



1: Estación San Antonio carretera Panamericana, 2: Estación San Antonio Pedro Ruiz, 3: Estación San Antonio La Primavera 4: Estación San Antonio Avenida Salaverry.

**Anexo II: Estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo registrado mediante OSINERGMIN**

<b>Nº</b>	<b>Estación de Servicio</b>	<b>Dirección</b>
1	Compañía General de Combustibles Granel S.R.L.	Av. Salaverry N° 840
2	ENERGIGAS S.A.C.	Av. Salaverry 930 Urb. Patazca
3	Estación de Servicios San José S.A.C.	Km 3.25 Carretera Chiclayo – Pomalca
4	Coesti S.A.	Av. Panamericana Norte N° 1006
5	Estación de Servicio San Isidro S.A.C.	San Isidro 158, Urb. San Lorenzo
6	Coesti S.A.	Av. Nacionalismo 540 y Av. El Carmen, Urb. Las Brisas
7	Combustibles El Carmen S.A.C.	Av. Hipólito Unanue N° 300
8	Grifo San Antonio E.I.R.L.	Av. Juan Tomis Stack N° 1040 - A
9	Primax	Intersección Vía de Evitamiento y Prolongación Av. Bolognesi
10	Estación De Servicio Ggocta S.R.L.	Km 2+350 Vía Chiclayo-Ferreñafe.
11	Fredesvinda Ermita Julca Pérez	Mz C Lt 7 y 8 AA.HH. Simón Bolívar
12	María Del Pilar Alcántara Rivera	Calle Juan Buendía 520, Urb. Patazca

---

13	Grifo Señor De Sipán E.I.R.L.	Carretera Chiclayo - Pomalca Km 3.5
14	Grifo San Juan S.A.C.	Carretera Chiclayo - Pomalca Km. 3,7
15	Inversiones Jem S.A.C.	Av. Salaverry N° 930
16	Pas S.R.L.	Elvira García y García N° 359 PP.JJ. José Olaya
17	Estación de Servicio Modelo S.A.	Av. José Balta N° 1712
18	Grifo San Antonio E.I.R.L.	Av. Pedro Ruiz N° 605 con Av. Luis Gonzales
19	Aero Gas Del Norte S.A.C.	Av. Víctor Raúl Haya De La Torre 539
20	Estación de Servicios Bolognesi E.I.R.L.	Av. Prolongación Bolognesi S/N - Predio La Esperanza
21	Corporación Lumar S.A.C.	Av. Elvira García Y García N° 298 - Urb. Patazca
22	Grupo Petrocaña S.A.C.	Carretera Chiclayo Pomalca Km 3.00 Sector Saman
23	Mega Gas S.A.C.	Av. Salaverry 490 - Urb. Patazca
24	Grifo San Antonio E.I.R.L.	Av. Eufemio Lora y Lora con Calle Piura Urb. La Primavera
25	Coesti S.A.	Av. Bolognesi y Av. Grau S/N
26	Coesti S.A.	Av. José Balta N° 012 y Calle Las Casuarinas N° 120

---

27	Estación de Servicios Romar S.A.C.	Av. Eufemio Lora y Lora, Pasaje Iturregui y Calle Francisco Cuneo
28	Grifo San Antonio E.I.R.L.	Av. Salaverry N° 232 - 235 con Av. Federico Villarreal
29	Estaciones Y Servicios MHT E.I.R.L.	Av. Elvira García y García / Calle Cajamarca 398
30	Coesti S.A.	Av. Juan Tomis Stack 1045
31	Coesti S.A.	Av. Francisco Bolognesi N° 390
32	Multiservicios Chiclayo S.R.L.	Av. Bolognesi 690
33	Grifo San Antonio E.I.R.L.	Carretera Panamericana Norte Km. 3 (Salida A Lambayeque)
34	Lima Banda S.A.C. (Operador De Cl)	Av. Víctor Raúl Haya de La Torre 250 con Calle La Florida
35	Coesti S.A.	Av Juan Tomis Stack N° 205 (Ex Av. El Pacifico 205 Esq. Elvira García y García)
36	Cix - Car S.R.L.	Carretera Chiclayo - Pomalca Km 2.5
37	Primax	Fundo La Esperanza Cruce Evitamiento y Prolongación Av. Bolognesi

---

**Anexo III: Estándares de calidad ambiental para aire (ECAS aire)**

<b>Contaminantes</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vigencia</b>	<b>Formato</b>	<b>Norma</b>
Monóxido de Carbono - CO	8 horas	10000	20 junio 2001	Promedio móvil	D.S.074-2001-PCM
CO	1 hora	30000	20 junio 2001	NE más de 1 vez /año	D.S.074-2001-PCM
Dióxido de Azufre - SO <sub>2</sub>	24 horas	80	1 enero 2009	Promedio aritmético	D.S.074-2001-PCM
SO <sub>2</sub>	24 horas	50	1 enero 2014	Promedio aritmético	D.S. 003-2008-MINAM
Dióxido de Nitrógeno - NO <sub>2</sub>	Anual	100	20 junio 2001	Promedio aritmético anual	D.S.074-2001-PCM
NO <sub>2</sub>	1 hora	200	20 junio 2001	NE más de 24 veces/año	D.S.074-2001-PCM
Sulfuro de Hidrogeno - H <sub>2</sub> S	24 horas	150	1 enero 2009	Media aritmética	D.S. 003-2008-MINAM

**Anexo IV: Estándares de calidad ambiental para ruido (ECAS ruido)**

<b>Zonas de Aplicación</b>	<b>Valores expresados en <math>L_{aeqt}</math></b>	
	<b>Horario Diurno</b>	<b>Horario Nocturno</b>
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

**Anexo V: Puntos de muestreo de aire**

<b>Estación de Servicio</b>	<b>Coordenadas UTM WGS 84</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo</b>
Av. Panamericana	E: 625592 N: 9252838	A sotavento de las instalaciones.	Trimestral
Av. Pedro Ruiz	E: 628019 N: 9251787	A sotavento de las instalaciones.	Trimestral
Av. Salaverry	E: 627513 N: 9251460	A sotavento de las instalaciones.	Trimestral
Urb. Primavera	E: 626802 N: 9251976	A sotavento de las Instalaciones de la EE.SS.	Trimestral

### Anexo VI: Puntos de muestreo de ruido

Estación de servicio	Descripción	Frecuencia de Monitoreo
Av. Panamericana	Área de surtidores	Trimestral
Av. Pedro Ruiz	Isla N° 01	Trimestral
Av. Salaverry	Patio de maniobras	Trimestral
Urb. Primavera	Lindero izquierdo con Av. Piura	Trimestral
	Lindero derecho con Av. Lora y Lora	Trimestral
	Área de ingreso	Trimestral

### Anexo VII: Concentración de gases estaciones no muestrales - Año 2012

N°	Estaciones de servicio	Ubicación UTM		Dirección	AÑO			
		Este	Norte		2012			
					CO	NO2	SO2	H2S
1	EESS MODELO	628555	9252210	Av Balta 1712		3.7	0.2	
2	COMBUSTIBLE EL CARMEN SAC	629346	9251165	Av Hipolito Unanue 300				
3	GRIFO EL CARMEN	631742	9251218	Km 3.25 Carretera Chiclayo-Pomalca				
4	COMBUSTIBLE LA ESTACION	625093	9249658	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	25000	16	26	21
5	CIX-CAR	625035	924960	Km 2.5 Carretera Chiclayo-Pomalca				
6	LA PURISIMA	625128	9249758	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi				
7	COESTI SANTO TORIBIO	625694	9252985	Av Panamericana Norte 1006				
8	GGOCTA SRL	631416	9253456	Av Agricultura 2350 Sec. Guabano II				
9	LAS PALMERAS	627671	9250782	AV. BOLOGNESI Y AV. GRAU				
10	STA ELENA	625610	9251293	JUAN TOMIS STACK 205				
11	JUAN TOMIS	624963	9250884	JUAN TOMIS STACK 1045				
12	COMPAÑÍA GENERAL DE COMBUSTIBLES SAC	626655	9251539	Av Salaverry 840				
13	LAS BRISAS	625236	9250649	Av. Nacionalismo 540				
14	GASOCENTRO INCORPORADO	628732	9250454	Av Victor Raul Haya de la Torre 250		5.6	0.2	
15	GRIFO NOR ORIENTE	625371	9253381	PANAMERICANA NORTE KM 774 CARRETERA CHICLAYO-LAMB				
16	GRIFO SEÑOR DE SIPAN	632066	9251253	KM 3.5 POMALCA-CHICLAYO				
17	PAS	626355	9251121	Av ELVIRA GARCIA Y GARCIA 359				
18	FORMULA I	627548	9251546	CALLE FRANCISCO CUNEO 110				
19	STA VICTORIA	628372	9250578	JOSE BALTA 012 Y LAS CASUARINAS 120				
20	MEGA GAS SAC	627101	9251488	AV SALAVERRY 490	914	3.8	0.2	
21	CORPORACION LUMAR			Av. Elvira Garia y garcia 298				

### Anexo VIII: Concentración de gases estaciones no muestrales - Año 2013

N°	Estaciones de servicio	Ubicación UTM		Dirección	Año 2013																	
		Este	Norte		I Trimestre				II Trimestre				III Trimestre				IV Trimestre					
					CO	NO2	SO2	H2S	CO	NO2	SO2	H2S	CO	NO2	SO2	H2S	CO	NO2	SO2	H2S		
1	EESS MODELO	628555	9252210	Av Balta 1712															5138.746	0.1	4	
2	COMBUSTIBLE EL CARMEN SAC	629346	9251165	Av Hipólito Unanue 300										41000	22	33	20					
3	GRIFO EL CARMEN	631742	9251218	Km 3.25 Carretera Chiclayo-Pomalca					38000	18	35	21										
4	COMBUSTIBLE LA ESTACION	625093	9249658	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi																		
5	CIX-CAR	625035	924960	Km 2.5 Carretera Chiclayo-Pomalca															9.3	0.5		
6	LA PURISIMA	625128	9249758	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi										1101	11				1866.9	0.5		
7	COESTI SANTO TORIBIO	625694	9252985	Av Panamericana Norte 1006																		
8	GGOCTA SRL	631416	9253456	Av Agricultura 2350 Sec. Guabano II																		
9	LAS PALMERAS	627671	9250782	AV. BOLOGNESI Y AV. GRAU										643.3	15				2010.6	0.5		
10	STA ELENA	625610	9251293	JUAN TOMIS STACK 205										984.5		13			1375.6	0.5		
11	JUAN TOMIS	624963	9250884	JUAN TOMIS STACK 1045										1156	15				2116.4	0.5		
12	COMPAÑIA GENERAL DE COMBUSTIBLES SAC	626655	9251539	Av Salaverry 840																		
13	LAS BRISAS	625236	9250649	Av. Nacionalismo 540					516.4	37				5.6	801				1799	0.5		
14	GASOCENTRO INCORPORADO	628732	9250454	Av Victor Raul Haya de la Torre 250										400	0.1	4	0.1					
15	GRIFO NOR ORIENTE	625371	9253381	PANAMERICANA NORTE KM 774 CARRETERA CHICLAYO-LAMB															2055.498		4	
16	GRIFO SEÑOR DE SIPAN	632066	9251253	KM 3.5 POMALCA-CHICLAYO					320.1	3.7	2.8								1562.5	22	13	
17	PAS	626355	9251121	Av ELVIRA GARCIA Y GARCIA 359					2055.5	3.7	0.2								2055.498	0.1	4	
18	FORMULA I	627548	9251546	CALLE FRANCISCO CUNEO 110	1401	4	13	5	216	4	13	5	779	4	13	5	244	4	13	5		
19	STA VICTORIA	628372	9250578	JOSE BALTA 012 Y LAS CASUARINAS 120	2670	0.5			359.2	9.3				1053	11			1587.2	0.5			
20	MEGA GAS SAC	627101	9251488	AV SALAVERRY 490										736	3	3.6		1091	1.2	3.6		
21	CORPORACION LUMAR			Av. Elvira Garcia y garcia 298	22000	16	23	18	22000	16	23	18	21000	16	23	16	25000	18	24	18		



### Anexo X: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2012

Estaciones de servicio	Ubicación UTM		Dirección	TIPO DE ZONA	Puntos de monitoreo	AÑO		
	Este	Norte				2012		
						min	max	Iq
EESS MODELO	628555	9252210	Av Balta 1712	ZONA COMERCIAL	R1	64	71	67
					R2	62.5	67.6	63.7
COMBUSTIBLE EL CARMEN	629346	9251165	Av Hipolito Unanue 300	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
GRIFO EL CARMEN	631742	9251218	Km 3.25 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
COMBUSTIBLE LA ESTACION	625093	9249658	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1	52	70	61
CIX-CAR	625035	9249604	Km 2.5 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
LA PURISIMA	625128	9249758	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
					R4			
COESTI SANTO TORIBIO	625694	9252985	Av Panamericana Norte 1006	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
GGOCTA SRL	631416	9253456	Av Agricultura 2350 Sec. Guabano II	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
					R4			
					R5			
LAS PALMERAS	627671	9250782	AV. BOLOGNESI Y AV. GRAU	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
STA ELENA	625610	9251293	JUAN TOMIS STACK 205	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
					R4			
					R5			
JUAN TOMIS	624963	9250884	JUAN TOMIS STACK 1045	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
COMPAÑIA	626655	9251539	Av Salaverry 840	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
LAS BRISAS	625236	9250649	Av. Nacionalismo 540	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
GASOCE NTRO INCORPORADO	628732	9250454	Av Victor Raul Haya de la Torre 250	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
GRIFO NOR ORIENTE	625371	9253381	PANAMERICANA NORTE KM 774 CARRETERA CHICLAYO-LAMB	ZONA COMERCIAL	R1	59.8	73.6	71.2
GRIFO SEÑOR DE SIPAN	632066	9251253	KM 3.5 POMALCA-CHICLAYO	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
PAS	626355	9251121	Av ELVIRA GARCIA Y GARCIA 359	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
FORMULA I	627548	9251546	CALLE FRANCISCO CUNEO 110	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
STA VICTORIA	628372	9250578	JOSE BALTA 012 Y LAS CASUARINAS 120	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			
					R3			
					R4			
MEGA GAS SAC	627101	9251488	AV SALAVERRY 490	ZONA COMERCIAL	R1			70.6
					R2			73.6
					R3			75.4
					R4			71.9
					R5			74.4
					R6			70.9
CORPORACION LUMAR			Av. Elvira Garia y garcia 298	ZONA COMERCIAL	R1			
					R2			

### Anexo XI: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2013

Estaciones de servicio	Ubicación UTM		Dirección	TIPO DE ZONA	Puntos de monitoreo	Año												
	Este	Norte				2013												
						I Trimestre			II Trimestre			III Trimestre			IV Trimestre			
						min	max	lq	min	max	lq	min	max	lq	min	max	lq	
EESS MODELO	628555	9252210	Av Balta 1712	ZONA COMERCIAL	R1											64.8	70	66.9
					R2												63	67
COMBUSTIBLE EL CARMEN	629346	9251165	Av Hipólito Unanue 300	ZONA COMERCIAL	R1							64	69	67				
					R2							65	69	67				
GRIFO EL CARMEN	631742	9251218	Km 3.25 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1				64	69	67							
					R2				66	70	69							
COMBUSTIBLE LA ESTACION	625093	9249658	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1													
CIX-CAR	625035	9249604	Km 2.5 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1												55.1	
					R2												57.7	
					R3												55.4	
LA PURISIMA	625128	9249758	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1							52	62	58	54.5	62.6	59.7	
					R2							59	70	65	52.2	68	60.1	
					R3							57	71	64	56.6	67	61.8	
					R4							59	67	63	52.9	63.9	58.4	
COESTI SANTO TORIBIO	625694	9252985	Av Panamericana Norte 1006	ZONA COMERCIAL	R1													
					R2													
					R3													
GGOCTA SRL	631416	9253456	Av Agricultura 2350 Sec. Guabano II	ZONA COMERCIAL	R1													
					R2													
					R3													
					R4													
					R5													
LAS PALMERAS	627671	9250782	AV. BOLOGNESI Y AV. GRAU	ZONA COMERCIAL	R1							66	72	69	61.9	70.7	61.9	
					R2							65	71	68	63.8	71.9	67.9	
					R3							64	72	68	62.5	70.3	66.4	
STA ELENA	625610	9251293	JUAN TOMIS STACK 205	ZONA COMERCIAL	R1							56	72	68	61.9	69.3	66.5	
					R2							63	72	67	63.9	70.2	67.1	
					R3							61	72	66	58.8	69.7	64.3	
					R4							63	72	67	62.9	70.4	66.7	
					R5							62	71	67	61.9	70.3	66.1	
JUAN TOMIS	624963	9250884	JUAN TOMIS STACK 1045	ZONA COMERCIAL	R1							51	60	55	50.5	59.8	55.4	
					R2							65	71	68	60	70	65	
					R3							64	71	67	59.9	69.1	64.5	
COMPAÑIA GENERAL DE	626655	9251539	Av Salaverry 840	ZONA COMERCIAL	R1													
					R2													
LAS BRISAS	625236	9250649	Av. Nacionalismo 540	ZONA COMERCIAL	R1				57.8	65.1	63	57	70	54	58.9	69.9	66.6	
					R2				61.8	64.3	63.6	64	71	67	54.9	67	61	
					R3				60.8	67.1	64.4	57	72	64	58.6	67.8	63.2	
GASOCENTRO INCORPORADO	628732	9250454	Av Víctor Raul Haya de la Torre 250	ZONA COMERCIAL	R1							57	73	66				
					R2							56	70	65				
GRIFO NOR ORIENTE	625371	9253381	PANAMERICANA NORTE KM 774 CARRETERA CHICLAYO-LAMB	ZONA COMERCIAL	R1										60	67.8	63.1	
GRIFO SEÑOR DE SIPAN	632066	9251253	KM 3.5 POMALCA-CHICLAYO	ZONA COMERCIAL	R1							63			64.8	56.7	61.2	
					R2							61.6			62.5	57.2	60.4	
					R3							64.5			60.2	56.2	58.3	
PAS	626355	9251121	Av ELVIRA GARCIA Y GARCIA 359	ZONA COMERCIAL	R1	65.2	83.8	72.3	58.4	71.3	63.5				57.1	71.9	63	
					R2	65.8	84.9	72.4	56.9	67.2	61.4				57.1	66	62.1	
FORMULA I	627548	9251546	CALLE FRANCISCO CUNEO 110	ZONA COMERCIAL	R1	65.2	83.8	72.3	46.6	73.3	66.6	64	86	72	65.1	81	70.2	
					R2	66.9	86.5	72.8	69.8	75.9	70.6	67	88	74	68.2	81.2	70.1	
					R3	66	86.5	74.5	60	67.5	66.1	66	87	75	64.1	80	73.5	
STA VICTORIA	628372	9250578	JOSE BALTA 012 Y LAS CASUARINAS 120	ZONA COMERCIAL	R1	57.2	62.2	59.6	60.2	64.7	62.3	60	62	61	53.9	67.7	63.8	
					R2	66.5	68.1	64.2	63.8	68.5	66.6	45	60	53	62.8	70.1	66.5	
					R3	62.8	68	65.3	60.8	65.7	63.6	50	62	56	56.7	69	62.9	
					R4	61.9	66.3	64	63.8	70.2	67.3	51	61	56	61.6	70	65.8	
MEGA GAS SAC	627101	9251488	AV SALAVERRY 490	ZONA COMERCIAL	R1									68			67.5	
					R2									68			67.8	
					R3									70			68.3	
					R4									67			66.8	
					R5									67			66.9	
					R6									67			66.5	
CORPORACION LUMAR			Av. Elvira Garía y garcia 298	ZONA COMERCIAL	R1	58.7	71.3	58.9	58.7	71.3	58.7	59	71	59				
					R2	39.2	70.4	52.9	39.2	70.4	57.9	39	70	50				

## Anexo XII: Niveles de ruido estaciones no muestrales - Año 2014

Estaciones de servicio	Ubicación UTM		Dirección	TIPO DE ZONA	Puntos de monitoreo	Año												
	Este	Norte				2014												
						I Trimestre			II Trimestre			III Trimestre			IV Trimestre			
min	max	lq	min	max	lq	min	max	lq	min	max	lq							
EESS MODELO	628555	9252210	Av Balta 1712	ZONA COMERCIAL	R1				65.3	70	67.3				65.4	69.9	67.4	
					R2				62.7	67.3	65				62.8	67.4	65.1	
COMBUSTIBLE EL CARMEN	629346	9251165	Av Hipolito Unanue 300	ZONA COMERCIAL	R1													
					R2													
GRIFO EL CARMEN	631742	9251218	Km 3.25 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1													
					R2													
COMBUSTIBLE LA ESTACION	625093	9249658	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1													
CIX-CAR	625035	9249604	Km 2.5 Carretera Chiclayo-Pomalca	ZONA COMERCIAL	R1							55.1	60.6	58.7				
					R2							57.7	61.6	60.1				
					R3							55.4	65.7	63.1				
LA PURISIMA	625128	9249758	Interseccion Via de Evitamiento y Prolog Av. Bolognesi	ZONA COMERCIAL	R1	56	67	61	59.1	70.1	64.1	58.6	67.6	63.9	60.6	68.1	63	
					R2	53	69	61	62.4	71	67.4	57.5	69.3	63.7	61.7	65.9	64.1	
					R3	55	68	61	65.7	70.9	69	61	68.6	65.4	62.1	66.9	64.8	
					R4	52	64	58	62.2	70.5	62.2	62.1	69.1	66.3	59.9	64.4	62.5	
COESTI SANTO TORIBIO	625694	9252985	Av Panamericana Norte 1006	ZONA COMERCIAL	R1							65.2	60.8	63.8	69.5	61.7	67.7	
					R2							67.6	60.4	64.6	67.4	60.6	64.3	
					R3							70.4	65.2	68.5	70.1	67.2	69	
GGOCTA SRL	631416	9253456	Av Agricultura 2350 Sec. Guabano II	ZONA COMERCIAL	R1	72	61	65										
					R2	62	54	60										
					R3	58	54	56										
					R4	66	44	64										
					R5	60	52	60										
LAS PALMERAS	627671	9250782	AV. BOLOGNESI Y AV. GRAU	ZONA COMERCIAL	R1	53	70	60	66.8	71	69.2	63.8	70.5	68.8	67.1	69.9	68.5	
					R2	64	71	67	66.5	71	69.4	67.4	71.9	70.3	67.1	69.9	68.8	
					R3	63	70	66	66.1	70.7	69.1	67.6	70.5	69.7	67.1	69.9	68.4	
STA ELENA	625610	9251293	JUAN TOMIS STACK 205	ZONA COMERCIAL	R1	61	70	67	66.7	70.5	98.6	60.3	69.2	67	63.2	69.9	68	
					R2	61	70	66	66	70.5	98.9	63.7	69.9	67.5	66.1	69.8	68.3	
					R3	67	70	69	67.5	71	69.9	63.6	69.9	67.4	63.1	69.8	66.8	
					R4	61	70	66	65.9	70.9	69.1	61.2	70.2	66.4	64	68.9	66.8	
					R5	63	71	68	65.1	70.8	68.6	62.5	70.5	67.2	57.4	69.6	63.8	
JUAN TOMIS	624963	9250884	JUAN TOMIS STACK 1045	ZONA COMERCIAL	R1	44	58	52	50.8	60.9	56.2	48	63.7	57.3	48.8	58.8	51.9	
					R2	58	69	64	63.4	70.5	67.6	56.4	69.1	63.4	61.3	66.9	64.4	
					R3	57	70	64	61.2	70.9	66.7	57.8	69.6	64.3	62.1	64.9	63.8	
COMPANÍA GENERAL DE	626655	9251539	Av Salaverry 840	ZONA COMERCIAL	R1	60	70	64										
					R2	66	69	67										
LAS BRISAS	625236	9250649	Av. Nacionalismo 540	ZONA COMERCIAL	R1	54	70	62	62.9	71	67.4	58.2	68.6	65.1	61.3	65.7	63.6	
					R2	58	69	64	60.3	70.3	66	57.6	69.5	64.2	62.1	68.3	65.5	
					R3	51	67	59	60	70	65.7	58.9	69.2	64.7	63.2	66.9	65.4	
GASOCENTRO INCORPORADO	628732	9250454	Av Victor Raul Haya de la Torre 250	ZONA COMERCIAL	R1							56.9	72.8	66.1				
					R2							55.9	68.8	64.8				
GRIFO NOR ORIENTE	625371	9253381	PANAMERICANA NORTE KM 774 CARRETERA CHICLAYO-LAMB	ZONA COMERCIAL	R1										60.1	67.7	63.2	
GRIFO SEÑOR DE SPAN	632066	9251253	KM 3.5 POMALCA-CHICLAYO	ZONA COMERCIAL	R1	57	65	61										
					R2	57	63	60										
					R3	56	60	58										
PAS	626355	9251121	Av ELVIRA GARCIA Y GARCIA 359	ZONA COMERCIAL	R1				56.8	72.3	63.2	56.8	72.2	63.2	56.9	72.4	63.3	
					R2				56.9	65.7	61.9	56.9	65.7	61.9	56.8	65.6	61.8	
FORMULA I	627548	9251546	CALLE FRANCISCO CUNEO 110	ZONA COMERCIAL	R1	67	85	74	68.9	85.5	76.7	65.1	82.1	72.1	68.9	85.5	76.7	
					R2	68	86	75	66.6	86.9	77.2	63.5	83.3	75.1	66.6	86.9	77.1	
					R3	66	85	73	68.3	87.9	77.4	61.2	79.2	70.1	68.3	87.9	77.4	
STA VICTORIA	628372	9250578	JOSE BALTA 012 Y LAS CASUARINAS 120	ZONA COMERCIAL	R1	60	70	67	66.7	70.7	68.9	62.1	70.4	67	56.3	61	59	
					R2	53	66	60	60.4	67.5	64.6	59.6	65.9	63.4	64.1	68.1	66.4	
					R3	62	70	67	62.9	70.5	67.4	63.6	70.5	67.7	61.1	67	64.4	
					R4	64	70	68	64.7	71	68.5	67.6	70.4	67.6	64.7	69.9	67.6	
MEGA GAS SAC	627101	9251488	AV SALAVERRY 490	ZONA COMERCIAL	R1			67				67.3		66.9	66.9	53.2	72.7	67.4
					R2			67				67.5		67.3	67.3	52.7	73.8	67.1
					R3			68				67.1		67.5	67.5	53.9	71.7	67.7
					R4			67				68.7		67.9	67.9	51.9	71.4	67.2
					R5			67				66.2		66.9	66.9	53.5	64.3	66.5
					R6			66				66.8		67.6	67.6	57.4	65.5	66.9
CORPORACION LUMAR			Av. Elvira Garia y garcia 298	ZONA COMERCIAL	R1				59.7	71.3	71.3							
					R2				39.2	39.2	70.4							

### Anexo XIII: Cadena de custodia



#### CADENA DE CUSTODIA DE CONTROL DE MUESTRAS DE AIRE

ORDEN DE SERVICIO N° : ..... ORDEN DE TRABAJO N° ..... CÓDIGO INTERNO: .....

Solicitante : ..... Contacto : ..... Telf: .....

Procedencia : .....

Distrito: ..... Provincia: ..... Departamento: .....

Código de la Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Estación de Muestreo	Coordenadas UTM (WGS 84)	Equipo	Parametros	N° de Filtro	Periodo de Monitoreo Hora		Flujo de Monitoreo L/min		Volumen m <sup>3</sup>	Condiciones Meteorológicas	
							Inicio	Final	Inicial	Final		Temp. C°	Presión Kpa
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								
					PM10								
					PM2.5								
					H <sub>2</sub> S								
					SO <sub>2</sub>								
					NO <sub>2</sub>								
					CO								

NA: No Aplica

Observación: .....

Responsable del Monitoreo	Cliente / Responsable de Campo	Responsable de Recepcion de Laboratorio
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha / Hora:	Fecha / Hora:	Fecha / Hora:

**Anexo XIV: Etiquetade identificación de muestras deaire**

 <b>EQUAS</b>	Calle Los Agrónomos N° 110 Urb. Los Ingenieros - La Molina - Lima 12 Telefax: 349-4050 / 349-4111 E-mail: info@equas.com.pe	Urb. Naranjito, Mz. I, Lt. 74 Puente Piedra - Km. 28.5 Pan. Norte Telef. 548-4976 Web: www.equas.com.pe
---	--	--

Solicitante: \_\_\_\_\_

Nombre de la Fuente: \_\_\_\_\_

Pto. de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Parámetro: \_\_\_\_\_ Preservada  con..... Filtrada   
(USAR TINTA INDELEBLE)

 <b>EQUAS</b>	Calle Los Agrónomos N° 110 Urb. Los Ingenieros - La Molina - Lima 12 Telefax: 349-4050 / 349-4111 E-mail: info@equas.com.pe	Urb. Naranjito, Mz. I, Lt. 74 Puente Piedra - Km. 28.5 Pan. Norte Telef. 548-4976 Web: www.equas.com.pe
---	--	--

Solicitante: \_\_\_\_\_

Nombre de la Fuente: \_\_\_\_\_

Pto. de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Parámetro: \_\_\_\_\_ Preservada  con..... Filtrada   
(USAR TINTA INDELEBLE)

 <b>EQUAS</b>	Calle Los Agrónomos N° 110 Urb. Los Ingenieros - La Molina - Lima 12 Telefax: 349-4050 / 349-4111 E-mail: info@equas.com.pe	Urb. Naranjito, Mz. I, Lt. 74 Puente Piedra - Km. 28.5 Pan. Norte Telef. 548-4976 Web: www.equas.com.pe
---	--	--

Solicitante: \_\_\_\_\_

Nombre de la Fuente: \_\_\_\_\_

Pto. de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Parámetro: \_\_\_\_\_ Preservada  con..... Filtrada   
(USAR TINTA INDELEBLE)

 <b>EQUAS</b>	Calle Los Agrónomos N° 110 Urb. Los Ingenieros - La Molina - Lima 12 Telefax: 349-4050 / 349-4111 E-mail: info@equas.com.pe	Urb. Naranjito, Mz. I, Lt. 74 Puente Piedra - Km. 28.5 Pan. Norte Telef. 548-4976 Web: www.equas.com.pe
---	--	--

Solicitante: \_\_\_\_\_

Nombre de la Fuente: \_\_\_\_\_

Pto. de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Parámetro: \_\_\_\_\_ Preservada  con..... Filtrada   
(USAR TINTA INDELEBLE)

**Anexo XV: Panel fotográfico**

Imagen 1.- Monitoreo de ruido – E.S San Antonio - La Primavera



Imagen 2.- Sonómetro.



Imagen 3.- Tren de muestreo



Imagen 4.- Monitoreo de ruido.- E.S San Antonio- La Primavera



Imagen 5.- Monitoreo de calidad de aire E.S San Antonio – La Primavera



Imagen 6.- Monitoreo de ruido EESS San Antonio – Av. Salaverry



Imagen 7.- Monitoreo de ruido E.S San Antonio – Av. Salaverry



Imagen 8.- Tren de muestreo – Medición de gases



Imagen 9.- Soluciones captadoras

Imagen 10.- Solución captadora SO<sub>2</sub>