



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y  
BIOQUÍMICA**

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE BENCENO EN  
AIRE EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS CERCANOS A LA  
REFINERÍA DE CONCHAN - LIMA 2019.**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

Br. Alvarez Gutierrez, Paola Janeth

Br. Mallqui Vega, Nelva Mariluz

Asesor: Mg. Jesús Víctor, Lizano Gutiérrez

Coasesor: Q.F. Oscar Humberto, Quevedo Valverde

Lima-Perú

2019

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi padre y hermana quien con su apoyo incondicional amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

### **ÁLVAREZ GUTIÉRREZ PAOLA**

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por demostrarme siempre su amor y apoyo constante, por haberme enseñado que con esmero, trabajo y constancia todo se consigue. No sería nada sin ustedes.

A mi tía Julia, gracias por esos tiempos que vivimos juntas, por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

### **MALLQUI VEGA NELVA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento a Dios por permitir concluir con nuestro objetivo.

A nuestros padres por su apoyo incondicional gracias a ustedes hemos llegado a culminar un peldaño más en nuestra vida.

A nuestro asesor Mg. Q.F. Jesús Víctor Lizano Gutiérrez quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó a lo largo de la realización del presente trabajo.

A nuestra alma mater universidad Norbert Wiener en especial a la facultad de Farmacia y Bioquímica

Br. Alvarez Gutiérrez Paola

Br. Mallqui vega Nelva

# INDICE GENERAL

	pág.
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
1.1. Situación problemática	3
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Variables	5
1.6. Hipótesis	5
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	8
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Contaminación ambiental	9
2.2.1.1 Contaminación del aire ambiental	10
2.2.1.2. Contaminación del aire urbano	11
2.2.2. Hidrocarburos aromáticos	11
2.2.2.1. El benceno	12
2.2.2.2. Propiedades del benceno	13
2.2.2.3. Aplicaciones del benceno	14
2.2.2.4. Fuentes de exposición de Benceno	14
2.2.2.5. Mecanismo de acción	14

2.2.2.6.	Efectos sobre la salud por exposición a benceno	15
2.2.2.7	Intoxicación por benceno	16
2.2.3.	Refinerías	17
2.2.3.1.	Refinería Conchan- Petroperu	28
2.2.4.	Aspectos normativos	19
2.2.4.1.	Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire	19
2.2.4.2.	Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de los datos	19
2.2.4.3.	Ley General del Ambiente	19
2.2.4.4.	Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos	20
2.2.4.5.	Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire (ECA)	20
2.2.4.6.	Normatividad en los Estados Unidos de Norte América	20
2.2.5.	Métodos de monitoreo de la calidad de aire	21
2.2.5.1.	Sistema de muestreo pasivo	22
2.2.5.1.1.	Tipos de muestreadores pasivos	22
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>25</b>
3.1.	Tipo y diseño	25
3.2.	Población y muestra	25
3.3.	Criterios de inclusión y exclusión	26
3.3.1	Criterios de inclusión	26
3.3.2.	Criterios de exclusión	26
3.4.	Metodología	26
3.4.1.	Metodología de monitoreo y ensayo	26
3.4.2.	Metodología de trabajo en gabinete	27
3.4.3.	Metodología de trabajo en campo	28

3.5.	Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	28
3.5.1.	Estaciones de monitoreo calidad de aire	28
3.6.	Análisis de datos	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	31
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	36
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	38
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	39
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	40
	<b>ANEXOS</b>	45
	Anexo 1: Certificado de acreditación de laboratorio	45
	Anexo 2: Plano de Puntos de Monitoreo	46
	Anexo 3: Fotografías	49
	Anexo 4: Informe de Análisis de laboratorio	54

## INDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Principales compuestos aromáticos	12
Tabla 2. Propiedades físicas del benceno	13
Tabla 3. Métodos de monitoreo de la calidad de aire	21
Tabla 4. Instrumentos para el registro de parámetros meteorológicos	26
Tabla 5. Ubicación de la estación de monitoreo de calidad de aire	28
Tabla 6. Parámetros ambientales durante la toma de muestra:	29
Tabla 7. Análisis cromatográfico de muestras	29
Tabla 8. Calibración del estándar de benceno	30
Tabla 9. Resultados de determinación de benceno en aire	31
Tabla10. Promedio de Concentraciones de según Asentamiento Humano	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Muestreador tipo tubo	23
Figura 2. Muestreador tipo radial	23
Figura 3. Muestreador tipo insignia	24
Figura 4. Curva de calibración del estándar de benceno	30
Figura 5. Concentración de benceno en estación Barlovento 1	32
Figura 6. Concentración de benceno en estación Sotavento 1	32
Figura 7. Concentración de benceno en estación Barlovento 2	33
Figura 8. Concentración de benceno en estación Sotavento 2	33
Figura 9. Concentración de benceno en estación Barlovento 3	34
Figura 10. Concentración de benceno en estación Sotavento 3	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Certificado de acreditación de laboratorio	44
Anexo 2. Plano de puntos de monitoreo	45
Anexo 3. Fotografías	48
Anexo 4. Informe de análisis de laboratorio	53

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la concentración de Benceno en el aire en los asentamientos humanos cercanos a la refinería Conchan-Petroperú en el distrito de Lurín. **Muestra:** Los puntos de muestreo de benceno en aire fueron ubicadas en estaciones a barlovento 1 2 y 3 (estaciones en dirección de donde viene el viento) ubicadas en el Asentamiento Humano Ampliación Virgen de la Candelaria en Lurín (barlovento 1), en el patio de maniobras de la empresa de Transportes Huáscar, en Av. Cesar vallejo s/n (barlovento 2) y en la azotea de una casa de Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua (barlovento 3) y a Sotavento 1,2 y 3 (estaciones en dirección a donde se va el viento); ubicadas en MZ. H, lote 24; Ampliación Virgen de la Candelaria en Lurín (Sotavento 1), patio de maniobras de la empresa de transportes Huáscar, en Av. Cesar Vallejo S/N (Sotavento 2) y en la azotea de una casa de Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur Antigua (Sotavento 3). **Metodología:** Determinación de benceno mediante cromatografía de gases. **Resultados:** La concentración de benceno en Barlovento 1 fue de 0.0259 ug/m<sup>3</sup>, Barlovento 2 de 0.0237 ug/m<sup>3</sup>, Barlovento 3 de 0.0219 ug/m<sup>3</sup>, Sotavento 1 de 0.0247 ug/m<sup>3</sup>, Sotavento 2 de 0.0201 ug/m<sup>3</sup> y Sotavento 3 de 0.0242 ug/m<sup>3</sup>. **Conclusión:** El aire en las inmediaciones de la Refinería Conchan no presentó concentraciones de benceno en aire que superen el límite permisible establecido en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire (ECA) que es de 2 ug/m<sup>3</sup>.

**Palabras clave:** Benceno, refinería Conchan, Calidad de aire, salud ambiental

## ABSTRACT

The present investigation was developed with the objective of determining the concentration of Benzene in the air in the human settlements near the Conchan-Petroperú refinery in the Lurin district. **Sample:** Benzene sampling points in air were located in windward stations 1 2 and 3 (stations in the direction from which the wind comes) located in the Human Settlement Extension Virgen de la Candelaria in Lurín (windward 1), in the courtyard of maneuvers of the company of Transports Huáscar, in Av. Cesar Vallejo s / n (windward 2) and in the roof of a house of Mamacona Alta s / n, height. km 27.5 old South Pan-American Highway (windward 3) and Sotavento 1,2 and 3 (stations in the direction where the wind is going); located in MZ. H, lot 24; Enlargement Virgen de la Candelaria in Lurín (Sotavento 1), maneuvering yard of the Huáscar transport company, on Cesar Vallejo Avenue S / N (Sotavento 2) and on the roof of a house in Mamacona Alta s / n, height. km 27.5 South Pan-American Highway (Sotavento 3). **Methodology:** Determination of benzene by gas chromatography. **Results:** The benzene concentration in Barlovento 1 was 0.0259 ug / m<sup>3</sup>, Barlovento 2 0.0237 ug / m<sup>3</sup>, Windward 3 of 0.0219 ug / m<sup>3</sup>, Leeward 1 of 0.0247 ug / m<sup>3</sup>, Leeward 2 of 0.0201 ug / m<sup>3</sup> and Leeward 3 of 0.0242 ug / m<sup>3</sup>. **Conclusion:** The air in the vicinity of the Conchan Refinery did not present concentrations of benzene in air that exceeded the permissible limit established in the Regulation of National Standards of Environmental Quality of the air (ECA) that is of 2 ug / m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Benzene, Conchan refinery, Air quality, environmental health

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema grave que afecta la calidad de vida, la salud de las personas e inclusive el equilibrio climático de la Tierra. El benceno es un compuesto químico gaseoso y volátil que ha sido comprobado por ser mielotóxico, leucemogénico y carcinógeno, de ahí su peligrosidad, ya que la exposición humana al benceno puede causar intoxicación aguda o crónica, aún en bajas concentraciones del producto.<sup>1</sup>

Se conoce que una de las principales fuentes de contaminación por benceno en el aire proviene de la emisión del parque automotor y la refinería o destilería de petróleo, por lo que es de vital importancia realizar monitoreo de este peligroso gas, ya que podría poner en riesgo la salud de las personas que viven en las cercanías de estos centros industriales.

Los resultados servirán para poner en conocimiento a las autoridades y a la población el grado de contaminación que conlleva la emisión de gases y compuestos orgánicos volátiles (benceno) a la atmosfera y estos resultados permitan tomar las acciones necesarias para planificar y tomar medidas en beneficio de la población preservando la salud y la calidad del aire ambiental

La refinería de Conchan es una de las refinerías más grandes del Perú, en donde se refinan grandes cantidades de petróleo mensualmente, producto de estos procesos petroleros existe el riesgo de que estén emitiendo cantidades considerables de benceno que estén poniendo en riesgo la salud de los pobladores colindantes a dicha refinería.

Por tales motivos, se realizó la presente investigación con el objetivo de determinar la concentración de Benceno en el aire en los asentamientos humanos cercanos a la refinería Conchan-Petroperú, localizadas en el asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria en Lurín (Barlovento 1), al costado del patio de maniobras de la empresa de transportes Huáscar, en Av. Cesar vallejo s/n (Av. María Reiche) – Lurín (Barlovento 2), en la azotea de una casa de Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua – Lurín (Barlovento 3), en la MZ. H, lote 24; Ampliación Virgen de la Candelaria en Lurín (Sotavento 1), al costado del patio de

maniobras de la empresa de transportes Huáscar, en Av. Cesar Vallejo S/N (Av. María Reiche) – Lurín (Sotavento 2), en la azotea de una casa de Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur Antigua – Lurín (Sotavento 3).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), mediante decreto supremo N°003-2017 MINAM, con el propósito de garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada; fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente, en el caso del benceno, establece un nivel máximo de benceno en aire de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anualmente<sup>2</sup>

Luego de la monitorización de aire en los asentamientos humanos aledaños a la refinería de Conchan-Petroperú se concluye que las concentraciones de benceno en aire cumplen los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), es decir, no superan los  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El Benceno presente en el medio ambiente procede principalmente de emisiones provocadas por el hombre en sus actividades cotidianas. La fuente más común es el uso del tráfico urbano, la evaporación de gasolinas y gasóleos durante las operaciones de llenado de combustible, la producción de diferentes compuestos químicos, las emisiones procedentes de la combustión incompleta del carbón y de productos derivados del petróleo, y la manufactura de pinturas, entre otros.

Es así que la presente investigación tiene como objetivo la determinación de la concentración de benceno en aire emanada por la refinería Conchan-Petroperú en 2019.

La determinación de la concentración de benceno se realizó en el mes de diciembre del año 2018 en las estaciones Sotavento y Barlovento, las cuales se describirán posteriormente.

## 1.1.Situación problemática

El principal inconveniente medioambiental de los compuestos orgánicos volátiles es que, agrupan una gran cantidad de sustancias químicas que se convierten fácilmente en vapores o gases y que pueden tener diferentes efectos nocivos sobre el medio ambiente y a la salud, al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos como los óxidos de nitrógeno (NOx) que al reaccionar con la luz solar pueden formar ozono troposférico, que contribuye al problema del ‘smog’ fotoquímico causando daños respiratorios a las poblaciones expuestas.<sup>3</sup>

En la actualidad, el Benceno se recupera de las fuentes de carbón y petróleo. La gran mayoría del Benceno producido en el mundo se deriva de las industrias petroquímicas y de refinación de petróleo. Estas fuentes incluyen corrientes de refinerías (reformado catalítico), pirolisis de gasolina e hidrodealquilación de tolueno; no obstante, el reformado catalítico constituye su mayor fuente de producción. Durante este proceso, las cicloparfinas (también conocidas como “naftenos”) como el ciclohexano, metil ciclohexano y el dimetil ciclohexano se convierten a Benceno mediante isomerización, deshidrogenación y desalquilación y las parafinas se convierten a Benceno por ciclodeshidrogenación<sup>4</sup>

La contaminación del aire en los últimos años ha venido siendo un peligro para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la Organización Mundial de Salud (OMS), cada año se confieren más de dos millones de muertes prematuras debido a los efectos nocivos de la contaminación del aire.<sup>5</sup>

En el Perú al igual que en otras partes del mundo la contaminación del aire es un problema de tipo sanitario y debe ser abordado considerando los verdaderos efectos que tiene sobre la salud de la población y sobre el medio ambiente. Es así que el estado debe velar por la salud de la población garantizando una adecuada calidad de aire mediante la creación de leyes y reglamentaciones. Es así que en el año 2017 fue aprobado el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, según D.S. 003-2017-MINAM; Mediante la presente norma aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios.

A pesar de existir legislación ambiental y monitoreo de la calidad del aire, considero que es insuficiente lo que se está haciendo para conocer la calidad del aire en el distrito de Lurín, provincia Lima especialmente los pobladores de los asentamientos humanos cercanos a la refinería de Conchan –Petroperu, los cuales desconocen el nivel de concentración de benceno que es emanada por dicha refinería, manifestando problemas respiratorios atribuidos a las emisiones producidas por tal refinería.

## **1.2. Formulación del problema**

¿La concentración de benceno en el aire de los asentamientos humanos cercanos a la refinería de Conchan – Petroperú, excede los límites máximos permisibles establecidos por la normativa nacional vigente?

## **1.3. Justificación**

La contaminación del aire es un problema grave que afecta la calidad de vida, la salud de las personas e inclusive el equilibrio climático de la Tierra. El benceno es un producto químico mielotóxico, leucemogénico y carcinógeno, de ahí que la exposición humana al benceno puede causar intoxicación aguda o crónica, aún en bajas concentraciones del producto.<sup>1</sup>

La contaminación atmosférica se presenta principalmente en centros rurales e industriales en donde la actividad industrial, petrolera y/o minera pueda poner en riesgo la salud de las personas, motivo por el cual es necesario determinar los principales contaminantes atmosféricos, en la cual se incluyen al benceno.

Los resultados servirán para poner en conocimiento a las autoridades el grado de contaminación que conllevan la emisión de gases y compuestos orgánicos volátiles (benceno) a la atmosfera. y estas permitan tomar las acciones necesarias y a su vez planificar medidas en beneficio de la población preservando la salud y la calidad del aire ambiental.

Los resultados además servirán para dar a conocer a los pobladores sobre la concentración de benceno y si estas pueden afectarlos debido al arrastre de la contaminación producida por los vientos. Por los motivos antes expuesto resulta de suma importancia determinar las concentraciones de benceno y con ello poder

proyectar el impacto de este tipo de contaminación podría ocasionar sobre la salud de la población y sobre el medio ambiente.

#### **1.4. Objetivos:**

##### **1.4.1 Objetivo General:**

Determinar la concentración de Benceno en el aire en los asentamientos humanos cercanos a la refinería Conchan-Petroperú.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

1. Determinar la concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria localizada alrededor de la refinería Conchan-Petroperú.
2. Determinar la concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano María Reiche localizada alrededor de la refinería Conchan-Petroperú.
3. Determinar la concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano Mamacona Alta alrededor de la refinería Conchan-Petroperú.
4. Comparar las concentraciones de benceno en aire con los límites establecidos por la ECA.

#### **1.5. Variables**

**Variable dependiente:** Concentración de benceno

**Variable independiente:** Puntos de muestreo

#### **1.6. Hipótesis**

**Hi:** La concentración de benceno en los Asentamientos Humanos cercanos a la refinería de Conchan-Petroperu supera los Límites Máximos Permisibles establecidos por la ECA.

**Ho:** La concentración de benceno en los Asentamientos Humanos cercanos a la refinería de Conchan-Petroperu no supera los Límites Máximos Permisibles establecidos por la ECA.

## II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe un resumen detallado de cada antecedente tanto nacional como internacional.

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Altamirano C. (2017). “Determinación de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) en aire ambiente del Distrito Metropolitano de Quito mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama” cuyo objetivo fue determinar benceno, tolueno, etilbenceno, m/p-xileno y o-xileno (BTEX), considerados como contaminantes de origen antropogénico, en el aire ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. La determinación de BTEX se realizó mediante el muestreo pasivo junto con una extracción por ultrasonido, utilizando hexano como solvente, para su posterior análisis mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama. Las condiciones cromatográficas permitieron la separación, identificación y cuantificación de los compuestos de interés. El rango de concentración promedio encontrado durante los meses de octubre 2016 a enero 2017 para benceno fue 0,21 – 41,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; valor que superó la normativa ambiental anual establecida por la Comisión Europea, con un valor de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Además, se comparó la concentración de benceno con la temperatura y la radiación solar, dónde se observó una posible relación directa con la temperatura pero inversa con la radiación solar, demostrando que a mayor radiación solar la concentración de benceno disminuye, lo que supone la formación de ozono troposférico <sup>6</sup>.
- Cocha L. (2017). “Emisión de gases y su relación en la calidad del aire de la zona urbana de la ciudad de Riobamba”, tuvo como objetivo el análisis de la emisión de gases y su relación en la calidad del aire de la zona urbana de la ciudad de Riobamba por medio de la cuantificación de los niveles de concentraciones de los gases dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos, (BTEX) y ozono (O<sub>3</sub>) registrados mediante el monitoreo pasivo desde el año 2008 al 2016 en tres estaciones existentes, obteniendo como resultados del análisis que el promedio de SO<sub>2</sub>,

NO<sub>2</sub>, tolueno, xileno y etilbenceno en todos los años de monitoreo no registra un índice mayor al establecido en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire, ni supera los estándares establecidos en las Guías de la Organización Mundial para la Salud, en el caso del Benceno, se registró los máximos valores en el año 2009, con una concentración de 6,86 µg/m<sup>3</sup> en la estación R-Norte-AME (noroeste de la ciudad) y de 8,36 µg/m<sup>3</sup> , en la estación R-Sur-EMAPAR (sureste de la ciudad) la más alta del período de monitoreo, superando la norma que establece la legislación Ecuatoriana que es de 5 µg/m<sup>3</sup> <sup>7</sup> .

- Garrido J. (2015). “Caracterización de la exposición a benceno, tolueno y xileno (BTX’s) en trabajadores de tres refinerías sudamericanas” realizada en la Universidad de Huelva en España tuvo como objetivo la caracterización de la exposición laboral diaria (ED) a Benceno, Tolueno y Xileno, de los distintos puestos de trabajo, en tres refinerías de la industria petroquímica de América del Sur. Entre los resultados encontrados, cabe destacar que en una de las tres refinerías, se superan los valores límite de exposición ambiental a Benceno en 5 de los puestos de trabajo; así mismo, se supera el valor límite biológico (VLB) establecido para el benceno en los índices biológicos obtenidos para las muestras en orina los trabajadores que ocupaban estos puestos de trabajo. Sin embargo, las exposiciones diarias a Tolueno y Xileno halladas en las tres refinerías presentaban niveles de concentración bajos o muy bajos, lo que fue ratificado por los indicadores biológicos de exposición, para estos dos contaminantes <sup>8</sup>.
- En la investigación “Un plan de gestión para la prevención y control de la contaminación del aire por btx (benceno, tolueno, xileno) en el área metropolitana del valle de Aburrá”, realizado por Claudia Marcela Rubiano Hernández en Medellín Colombia (2013), llegaron a las siguientes conclusiones: En la primera campaña de medición 9 de las 15 estaciones sobrepasan la norma promedio anual colombiana de 5µg/m<sup>3</sup> para benceno. En la segunda campaña 6 de los 17 puntos de muestreo sobrepasan la norma siendo los más altos. Las zonas identificadas como críticas para contaminación por benceno en el aire en el valle de Aburrá coinciden con aquellas de más alto tráfico vehicular,

ratificando el alto aporte que hacen las fuentes móviles a la contaminación por benceno en la atmosfera <sup>9</sup>.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

- Amaya H. (2017). “Determinación de la calidad del aire de la población aledaña a la planta Groma, Ñaña”. Determinó la concentración de los parámetros cotizados de los dos puntos de monitoreo, para Barlovento: PM10 se obtuvo un valor de 58.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM 2.5 se obtuvo un valor de 50.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CO se obtuvo un valor de 2870  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , SO2 se obtuvo un valor de 18.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ., NO2 tuvo se obtuvo de 26.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , HT se obtuvo un valor de 295.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para C6H6 se obtuvo un valor por debajo al límite cuantificable y para Sotavento: PM 10 se obtuvo un valor de 48.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el PM 2.5 se obtuvo un valor de 38.55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CO se obtuvo un valor de 2468  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , SO2 se obtuvo un valor de 17.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO2 se obtuvo un valor de 18.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , HT se obtuvo un valor de 190  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para C6H6 se obtuvo un valor por debajo al límite cuantificable <sup>10</sup>.
- En la investigación anual realizada por la municipalidad Metropolitana de Lima titulada “Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental Planefa (2017)”, tuvo el objetivo de ejecutar actividades de vigilancia y control de emisiones atmosféricas dirigido a locales comerciales y actividades urbanas que generen contaminación del aire, concluyeron que la contaminación del aire proviene de las emisiones no controladas que se emiten a la atmosfera siendo los siguientes : material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO ), ozono (O<sub>3</sub> ), plomo (Pb ), hidróxido sulfurado (H<sub>2</sub>S), hidrocarburos totales (HT) y los compuestos orgánicos volátiles (COV<sub>s</sub> ).estas emisiones provienen por fuentes móviles (uso de combustibles fósiles en parque automotor) y de fuentes fijas (actividades industriales ,actividades de construcción, restaurantes, panaderías, pollerías, imprentas, talleres, etc.) <sup>11</sup>.
- En la investigación “estudio de saturación de calidad de aire en Lima Metropolitana y callao (año 2012)” realizado por la Dirección General de Salud (DIGESA) tuvo el objetivo de determinar los niveles de concentración de

contaminantes atmosféricos a los que está expuesta la población de Lima Metropolitana y el Callao, con respecto al benceno concluyeron que el gas presentó valores que sobrepasan los estándares de calidad ambiental -ECA anual que en ese momento era de  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  <sup>12</sup>.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Contaminación ambiental**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico), o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos <sup>13</sup>.

La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro planeta y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza. Puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales), o bien, debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas), que conforman las actividades de la vida diaria.

Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: industriales (frigoríficos, mataderos y curtiembres, actividad minera y petrolera), comerciales (envolturas y empaques), agrícolas (agroquímicos), domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería) y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos).

### **2.2.1.1 Contaminación del aire ambiental**

La contaminación del aire ambiental, también llamada contaminación atmosférica, es el principal riesgo ambiental para la salud en las Américas. La Organización Mundial de la Salud ha estimado que una de cada nueve muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica. Los contaminantes atmosféricos de más importancia para la salud son material particulado con un diámetro de 10 micras o menos, los cuales pueden penetrar al interior de los pulmones y generar reacciones inflamatorias producidas por nuestro sistema inmunológico. La mayoría de estos contaminantes son el producto de la quema de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según sus fuentes<sup>15</sup>.

Con respecto a los contaminantes gaseosos más comunes aparte del material particulado tenemos al dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos y sus derivados, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, incendios e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (smog). La niebla tóxica generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas. El efecto invernadero evita que una parte del calor recibido desde el sol deje la atmósfera y vuelva al espacio. Esto calienta la superficie de la tierra en lo que se conoce como efecto invernadero. Actividades como la quema de combustibles derivados del carbono aumentan esa proporción y el efecto invernadero aumenta. Muchos científicos consideran que como consecuencia de eso se está produciendo el calentamiento global.<sup>14</sup>

### **2.2.1.2. Contaminación del aire urbano**

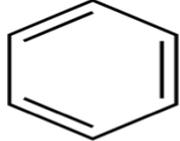
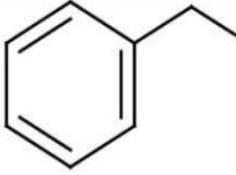
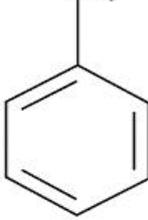
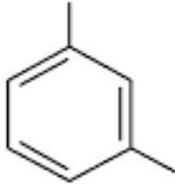
Se estima que el 88% de la población urbana mundial respira aires que se sitúan por encima de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esto es consecuencia a que el 54,3% de la población mundial vive en ciudades y que se estima que dicho porcentaje se va incrementar hasta un 70% en el año 2050, esto agravará más la situación, puesto que mientras más se incremente la densidad poblacional, mayores serán las emisiones de gases productores de efecto invernadero por km<sup>2</sup> y más gente va a verse perjudicada. Los países en vías de desarrollo son los

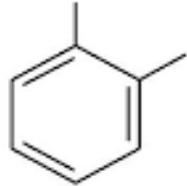
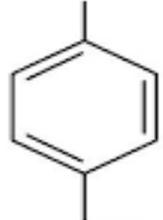
que se encuentran en una situación de mayor riesgo; se estima que el 98% de la población en estos países respira aires cuyos niveles de contaminación se sitúan por encima de lo recomendado, mientras que esta cifra disminuye hasta el 56% en los países desarrollados. Esta diferencia se debe a que los países en vías de desarrollo como consecuencia de sus bajos ingresos económicos tienden a utilizar recursos energéticos más baratos y contaminantes, como el carbón, y tienen políticas públicas deficientes para combatir la contaminación.<sup>15</sup>

### 2.2.2. Hidrocarburos aromáticos

Los hidrocarburos aromáticos son aquellos compuestos que poseen propiedades asociadas con el núcleo del benceno, en el cual hay seis grupos de carbono-hidrógeno unidos a cada uno de los vértices formando un hexágono. Los representantes de estos compuestos son el benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos conocidos como BTEX, su característica principal es encontrarse en forma de vapor a temperatura ambiente. La OIT realiza la clasificación de estos compuestos, los cuales los principales se presentan en la siguiente tabla

**Tabla 1: Principales compuestos aromáticos**

Compuesto	Sinónimos	Formula estructural
Benceno	Hidruro de fenilo	
Etilbenceno	Feniletano	
Tolueno	Metilbenceno, Fenilmetano	
m-Xileno	m-dimetilbenceno 1,3 dimetilbenceno m-metiltolueno	

o-Xileno	o-dimetilbenceno 1,2 dimetilbenceno o-metiltolueno	
p-Xileno	p-dimetilbenceno 1,4 dimetilbenceno p-metiltolueno	

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT).<sup>16</sup>

### 2.2.2.1.El benceno

Es un líquido incoloro de olor dulce, la mayoría de la gente puede empezar a detectar el olor del benceno en el aire cuando está en concentraciones de 60 partes de benceno por millón de partes de aire (ppm) y a reconocerlo como benceno cuando la concentración alcanza 100 ppm. La mayoría de la gente empieza a detectar el sabor del benceno cuando está en concentraciones entre 0.5 y 4.5 ppm en el agua.<sup>17</sup>

Se conoce desde el año 1825. Lo descubrió Faraday entre los hidrocarburos del petróleo. Milscherlich lo obtuvo por destilación seca del ácido benzoico y le dio nombre de bencina: posteriormente, Liebig lo transformo en benzol. En año 1845 fue encontrado por primera vez en el alquitrán de hulla por A: W.V. Hoffmann. veinte años después fue establecida su constitución por Kekule.<sup>18</sup>

El benceno es altamente volátil por lo que la principal fuente de exposición es por inhalación. Debido a la solubilidad del benceno en agua, una pequeña cantidad del contaminante puede ser removido a la superficie de aguas o suelos por la lluvia. Sin embargo, al no ser una molécula persistente, la misma puede volatilizarse y regresar al aire, o puede ser degradada por las bacterias.<sup>19</sup>

### 2.2.2.2. Propiedades del benceno

El benceno es un líquido incoloro, refringente, de olor característico, es soluble en todas las proporciones en la mayor parte de los disolventes orgánicos, como éter, alcohol, acetona o ácido acético; el agua también se disuelve en benceno hasta 1%.<sup>20</sup>

**Tabla 2: Propiedades físicas del benceno**

Propiedad	Benceno
Estado y color	Líquido incoloro
Punto de ebullición (°C)	80
Punto de fusión (°C)	5,5
Peso molecular (g/mol)	78,11
Solubilidad en agua	Ligeramente soluble
Presión de vapor (kPa)	10
Punto de inginición (°C)	-11

Fuente: International Agency for Research on Cancer<sup>1</sup>

### 2.2.2.3. Aplicaciones del benceno

Históricamente, El benceno fue descubierto y producido a partir de alquitrán en el siglo X se ha utilizado como componente de tintas en la industria gráfica, como disolvente para materiales orgánicos, como material de partida e intermedio en las industrias química y farmacéutica (por ejemplo, para fabricar cauchos, lubricantes, tintes, detergentes, plaguicidas), y como aditivo a gasolina sin plomo.<sup>21</sup>

En la actualidad la gran mayoría de benceno se produce a partir del petróleo, este es un excelente disolvente ampliamente utilizado en la industria, la principal vía de entrada del toxico es la inhalatoria, es un líquido que desprende vapores más pesados que el aire.<sup>21</sup>

El benceno se utiliza en la industria química, especialmente como importante materia prima, ejemplo para la preparación de clorobencenos, fenol, nitrobenceno, anilina, estireno, alquilbencenos, ciclohexano y anhídrido maleico, así como colorantes, insecticidas y preparados farmacéuticos<sup>22</sup>

#### **2.2.2.4.Fuentes de exposición de Benceno**

La principal fuente es la combustión incompleta de hidrocarburos de petróleo. Además, en los interiores se puede encontrar en pinturas, adhesivos, incluso en el humo del cigarrillo.<sup>20</sup>

La inhalación es la fuente de mayor porcentaje (99%) de exposición de la población en general. El humo de cigarro suministra 1800 µg/día de benceno y los fumadores pasivos reciben 50 µg/día de benceno. Mientras que la entrada por alimentos y agua es mínima en el caso del benceno aunque ese además puede ser absorbido por la piel.<sup>23</sup>

#### **2.2.2.5.Mecanismo de acción.**

La absorción del benceno tiene lugar principalmente por vía respiratoria y digestiva. Esta sustancia no penetra fácilmente por vía cutánea, a menos que la exposición sea excepcionalmente alta. Una pequeña cantidad del benceno se exhala sin cambios. El benceno se distribuye ampliamente por todo el organismo y se metaboliza principalmente en fenol, que se excreta en la orina tras su conjugación. Una vez que cesa la exposición, los niveles en los tejidos corporales disminuyen rápidamente.

Desde el punto de vista biológico, parece ser que las alteraciones hemáticas y de la médula ósea encontradas en los casos de intoxicación crónica con benceno pueden atribuirse a la conversión del benceno en epóxido de benceno. Se ha sugerido que el benceno podría oxidarse directamente a epóxido en las células de la médula ósea, como los eritroblastos. En lo que se refiere al mecanismo de toxicidad, los metabolitos del benceno parecen interferir con los ácidos nucleicos. Tanto en las personas como en los animales expuestos al benceno, se ha detectado un aumento de la frecuencia de aberraciones cromosómicas. Cualquier factor que inhiba el metabolismo del epóxido de benceno y las reacciones de conjugación, especialmente las alteraciones hepáticas, tenderá a potenciar los efectos tóxicos del benceno. Estos factores son importantes cuando se consideran las susceptibilidades individuales a este agente tóxico<sup>17</sup>.

#### **2.2.2.6.Efectos sobre la salud por exposición a benceno.**

La exposición ambiental al benceno es un gran problema de Salud Pública. Cabe resaltar por su carácter cancerígeno, catalogado como Cancerígeno Categoría A por la Internacional Agency for Research on Cancer (IARC, 1987), la exposición al benceno puede producir leucemia aguda no linfocítica y otros desórdenes hematológicos. Así como efectos respiratorios (asma), hematológicos (anemia, trombocitopenia, leucopenia, pancitopenia, anemia aplásica), inmunológicos, neurológicos, reproductivos y de desarrollo.<sup>24</sup>

La exposición prolongada a los vapores de benceno ejerce una acción fisiológica muy toxica, que se manifiesta por mareos, vómitos y perdida del conocimiento. Ello se debe a la facilidad con que el benceno disuelve las grasas y lípidos. Intoxicaciones crónicas producen lesiones en la medula, el hígado y los riñones, así como leucemia. En experiencias con animales ha resultado ser cancerígeno<sup>25</sup>.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) define al benceno como una sustancia probadamente cancerígeno en humanos. El benceno produce diversos cuadros de cáncer principalmente Leucemia mieloide aguda (Leucemia no linfática aguda) en humanos, además de evidencia que el benceno puede causar Leucemia linfática crónica y múltiples mielomas.<sup>1</sup>

La exposición crónica según la Organización Mundial de la Salud causa la disminución de los glóbulos rojos y blancos resultando en una anemia aplásica<sup>20</sup>.

#### **2.2.2.7. Intoxicación por benceno**

El benceno es absorbido en el organismo siguiendo varios caminos entre los que incluimos inhalación, contacto a través de la piel, e ingestión produciendo en función del tiempo y tipo de exposición a diferentes tipos de lesiones. Parece ser que el benceno es metabolizado por el hígado para originar diferentes tipos de metabolitos, entre ellos el muconaldehido (2,4-

hexadienodial), el cual se une de manera covalente tanto a las cadenas de ADN como a diferentes proteínas, por lo que la exposición continuada al benceno tiene efectos mutagénicos y teratogénicos y se ha relacionado con el aumento de leucemia en la población, como se ha podido comprobar en estudios realizados en laboratorio. Sobre la base de los estudios realizados en humanos y animales se ha calculado que la inhalación de benceno produce una unidad de riesgo para cáncer de  $8,3 \times 10^{-6}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).<sup>26</sup>

Se estima que el 70-75% del riesgo de cáncer se atribuye a compuestos como el benceno, 1,3 butadieno y formaldehído.

- **Intoxicación aguda:**

La exposición aguda al benceno, por inhalación, ejerce sus efectos sobre el sistema nervioso central. El cual produce: Irritación de ojos, nariz y aparato respiratorio, también náuseas, mareos, cefalea, pérdida de la conciencia, convulsiones, parálisis, muerte, así también, arritmia ventricular (sensibilidad del miocardio a la epinefrina) y hemorragia en múltiples órganos, incluyendo el cerebro. Muchas muertes y efectos serios en la salud resultan después de una exposición deliberada al benceno de los inhaladores de colas y otros productos los cuales contienen al benceno como solvente. Los niveles sanguíneos en la gente que murió como resultado de la inhalación de colas tuvieron como rango desde 0,65 a 0,94 mg/L. La autopsia observada en éstos individuos incluyó hemorragia pulmonar e inflamación, congestión renal y edema cerebral.<sup>27</sup>

- **Intoxicación crónica:**

Los efectos más significativos sobre la salud de la exposición a corto y largo plazo al benceno son: hemotoxicidad, inmunotoxicidad, neurotoxicidad y carcinogénesis. Han sido reportados tres tipos de efectos sobre la médula ósea en respuesta a la exposición al benceno; estos son: depresión principalmente anemia aplásica, cambios cromosómicos y carcinogénesis.<sup>27</sup>

### 2.2.3. Refinerías

Una refinería es una planta industrial destinada a la refinación del petróleo, por medio de la cual, mediante una serie de procesos, se obtienen diversos combustibles fósiles capaces de ser utilizados en motores de combustión: naftas, gas oil, etc. Además, se obtienen diversos productos tales como kerosene, aceites minerales, asfaltos, coque, parafinas, materia prima para procesos petroquímicos, etc.<sup>28</sup>

Reinoso afirma que uno de los principales problemas ambientales que actualmente presentan las Refinerías en el Perú está relacionado a las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) consecuencia de la evaporación de los combustibles líquidos en las actividades de trasvase de productos realizados en los tanques de almacenamiento. Estas actividades están reglamentadas con el fin de minimizar el impacto ambiental y son consideradas como una actividad normal y primordial en el desarrollo de las operaciones de las Refinerías.<sup>29</sup>

#### 2.2.3.1. Refinería Conchan- Petroperu

La refinería Conchán fue diseñada por la compañía Fluór Corporación de Canadá y fue inaugurada por Conchán Chevron de California en 1961, tiene un terreno de 50 hectáreas, se encuentra ubicado en el kilómetro 26,5 de la carretera Panamericana Sur, en el distrito de Lurín, en la Región Lima.

Las funciones que realiza es procesar, refinar y almacenar productos como gasolinas para motores, solventes, diésel 2, diésel B5, petróleos industriales y asfaltos de calidad de exportación.<sup>30</sup>

#### - Límites de la refinería Conchan:

**Norte:** con los AA. HH Valle de Jesús y Capilla del distrito Villa el Salvador, ubicados en la zona de Lomo de Corvina.

**Sur:** limita con las Lomas de Mamacona.

**Este:** limita con los AA. HH 20 de octubre, Villa Unión y Víctor Chero del distrito de Villa el Salvador.

**Oeste:** con la playa de Conchan.

- **Contaminación atmosférica en la Refinería Conchan**

La Refinería Conchan, al ser una empresa energética que procesa hidrocarburos, genera productos de desecho como son los COV, los cuales pueden generar enfermedades agudas y crónicas.

La población que reside en las zonas aledañas a la refinería manifiesta padecer enfermedades respiratorias frecuentes, en su mayoría en niños, y se los atribuye a los vapores que se emanan de la Refinería. En un artículo periodístico redactado por el diario La República en el año 2011 se manifiesta el malestar de los niños y pobladores de los asentamientos humanos ubicados en Villa El Salvador y Lurín, los cuales denuncian que existe una presunta contaminación ambiental, provocada por la refinería de Petroperú, en Conchán <sup>31</sup> Los asentamientos más afectados con esta actividad son: Ampliación Oasis, Víctor Chero, 20 de Octubre y Lomas de Mamacona, cuyos vecinos piden la rápida intervención de las autoridades competentes. <sup>31</sup>

#### **2.2.4. Aspectos normativos**

Para efecto del presente trabajo se ha tomado en consideración las recomendaciones contenidas de los aspectos legales y normativas que se presenta a modo de resumen:

##### **2.2.4.1. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire**

Esta norma tiene como objetivo principal la protección de la salud de las personas. Establece los valores de estándares nacionales de calidad ambiental del aire para cada contaminante, además de los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente. Fueron establecidos el año 2011 mediante DS N°074-2001-PCM y 2014 mediante DS N° 003-2008- MINAM.

##### **2.2.4.2. Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de los datos**

El presente documento es el primer protocolo de monitoreo de la calidad del aire que la DIGESA ha elaborado para la estandarización y el aseguramiento de la calidad del monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos que se realicen en el país. Se aprobó mediante RD N° 1404 / 2005 / DIGESA / SA. <sup>32</sup>

### **2.2.4.3.Ley General del Ambiente**

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. Establecido el año 2008 mediante Ley 28-611 <sup>33</sup>

### **2.2.4.4.Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos**

Tiene por objeto establecer las normas y disposiciones para regular en el territorio nacional la gestión ambiental de las actividades de Exploración, Explotación, Refinación, Procesamiento, Transporte, Comercialización, Almacenamiento, y Distribución de Hidrocarburos, durante su ciclo de vida, con el fin primordial de prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar y remediar los impactos ambientales negativos derivados de tales actividades, para propender al desarrollo sostenible. Se estableció mediante DS N° 039-2014-EM.

### **2.2.4.5.Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire (ECA)**

Mediante la presente norma se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, las que son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios., son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios. Se estableció mediante DS N° 003-2017- MINAM. El ECA establece como nivel máximo de benceno en aire 2 µg/m<sup>3</sup>, anualmente.<sup>2</sup>

### **2.2.4.6.Normatividad en los Estados Unidos de Norte América**

La normatividad y regulación ambiental en los Estados Unidos de América data de muchos años atrás. La primera referencia de esta normatividad se tiene del año 1970 con la emisión del Congreso de los Estados Unidos de Norteamérica de la llamada “Clean Air Act” documento que tiene obligatoriedad de Ley Federal, es decir se aplica a toda la nación. En este documento se especifica todo lo referente a la regulación y acciones a tomar para resguardar el cuidado del medio ambiente, protegiendo la salud humana como principio, así también ese mismo año se crea la

Agencia para la Protección del Medio Ambiente (USEPA) como un organismo dedicado a administrar los recursos para hacer fiel cumplimiento de lo acordado en el “Clean Air Act”, así tiene atribuciones de asistir, investigar, aprobar, sancionar y limitar las emisiones concernientes al medio ambiente.

La normatividad de los Estados Unidos de América recomienda no sobrepasar los 2.2 ug de benceno en aire <sup>34</sup>.

### 2.2.5. Métodos de monitoreo de la calidad de aire

Los métodos de monitoreo pueden ser divididos en cuatro tipos, los cuales cubren una amplio rango de costos y niveles de precisión, elegir incorrectamente puede llevar a una complicación innecesaria del sistema, un pobre rendimiento de la red, una limitada utilidad en los datos y una pérdida de dinero según la Organización Mundial de la Salud (OMS,1999). La Tabla muestra los diferentes métodos de monitoreo.<sup>35</sup>

**Tabla 3: Métodos de monitoreo de la calidad de aire**

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Muestreadores pasivos	Muy Bajo Costo-10 a 70 USD por muestreador Instalación Sencilla No depende de fuentes de energía eléctrica Pueden ser instaladas en gran número	No validados para algunos contaminantes Sólo proveen promedios mensuales o semanales El análisis de laboratorio y ubicación de muestreadores conlleva campañas intensas Las bases de datos de resultados se actualizan con lentitud
Muestreadores activos	Bajo Costo -1000 a 3000 USD por muestreador instalado Fácil Operación Permite bases de datos históricas	Provee promedios diario El análisis de laboratorio y ubicación de muestreadores conlleva campañas intensas Las bases de datos de resultados se actualizan con lentitud
Analizadores automáticos	Validados para varios parámetros Alto rendimiento Provee datos horarios	Complejos Costo Elevado -10 000 a 15 000 USD por analizador-

	Las bases de datos de resultados pueden ser provistas vía on-line	Requiere personal calificado Altos costos recurrentes - mantenimiento, calibración, operación
Sensores remotos	Mediciones de múltiples parámetros Proporciona una amplia gama de resultados Útiles, incluso ante fuentes contaminantes cercanas	Muy complejos y costosos -alrededor de 100 000 USD Soporte, Operación, Calibración y Validación muy difíciles No suelen servir como método de referencia para el cumplimiento de niveles de inmisión a largo plazo

Fuente: . Cobo R; Arcos F. Análisis y revisión de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Cuenca-Ecuador <sup>35</sup>.

### **2.2.5.1.Sistema de muestreo pasivo**

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2014) define que el sistema de muestreo pasivo es la recolección de gases y vapores contaminantes de la atmósfera a una velocidad controlada, por un proceso físico como la difusión a través de una membrana, pero que no implica movimiento activo del aire. El método se basa en la recolección de un contaminante específico por medio de adsorción y/o absorción en un sustrato químico específico en un determinado tiempo. Si se conoce la tasa de adsorción del contaminante, la concentración media durante el periodo de muestreo puede calcularse de la siguiente manera.<sup>36</sup>

#### **2.2.5.1.1. Tipos de muestreadores pasivos**

Los muestreadores pasivos constan de una barrera de difusión que permite controlar la recolección de los contaminantes en el medio adsorbente y de un medio adsorbente. De acuerdo a la sección transversal que posee cada muestreador se los clasifica como tipo tubo, tipo radial y tipo insignia (EPA, 2014).<sup>36</sup>

### A. Tipo tubo

Se caracteriza por tener una superficie transversal pequeña ( $A$ ) pero un larga vía de difusión ( $L$ ) lo que provoca que tenga una tasa de adsorción pequeña.

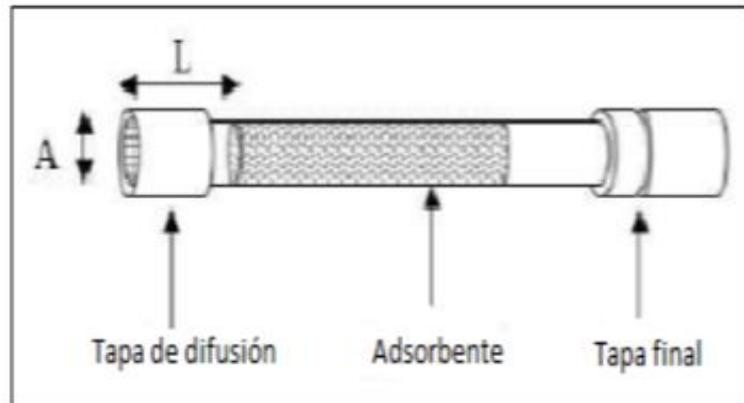


Figura 1: Muestreador tipo tubo tomado de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA) <sup>36</sup>

### B. Tipo radial

Posee un cilindro poroso que sirve como pantalla y barrera difusiva, dentro del cual se coloca un tubo nuevo con el adsorbente. El muestreo difusivo ocurre paralelamente al radio del muestreador, lo que provee de mayor área superficial ( $A$ ) y menor longitud en la vía de difusión ( $L$ ). Esto provoca que este tipo de pasivos tengan tasas de adsorción altas.

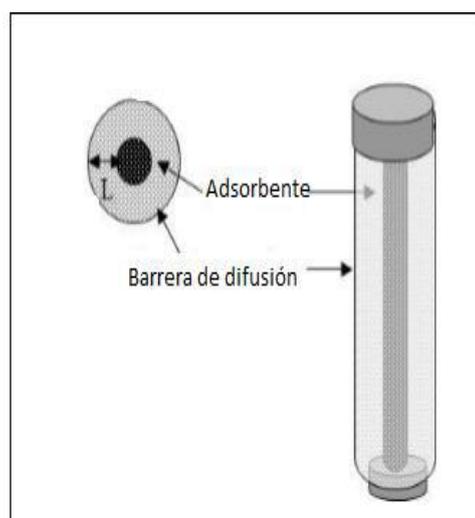


Figura 2: Muestreador tipo radial tomado de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA) <sup>36</sup>

### C. Tipo insignia

Se caracteriza por tener una superficie transversal grande ( $A$ ) pero una vía de difusión corta ( $L$ ), provocando que la tasa de adsorción del contaminante sea mayor a la obtenido por el muestreador tipo tubo. La cara del muestreador debe estar cubierta por una pantalla o material que evite la advección y la medición se vea afectado.

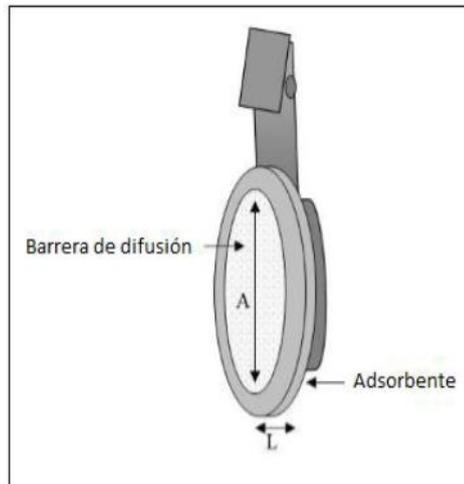


Figura 3: Muestreador tipo insignia tomado de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA) <sup>36</sup>

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe la metodología desarrollada de acuerdo al diseño y al enfoque de estudio, la población y muestra obtenida de acuerdo al tipo de investigación, también se detalla los métodos utilizados en la investigación.

#### 3.1. Tipo y diseño

- **Tipo:** Cuantitativo

- **Diseño:** Descriptivo, No experimental <sup>37</sup>

#### 3.2. Población y muestra

La toma de muestra se realizó el día 17 de diciembre del año 2018 a cargo de un experto. La toma de muestra se realizó mediante el muestreo pasivo, el cual se basa en la preparación del muestreador en el cual se colocan un sorbente sólido en un contenedor inerte con aberturas de dimensión conocida, que permitan que el benceno pase a través del pasivo a un flujo constante, de manera que puedan quedar adsorbidos para su posterior extracción y análisis por cromatografía de gases.

El muestreador pasivo utilizado fue el tipo tubo, el cual estuvo compuesto por un tubo de vidrio en el cual se colocó carbón activado y se retuvo al colocar las tapas de difusión, para las que se utilizó algodón.

El muestreo del aire atmosférico se realizó en los siguientes puntos:

- Ampliación Virgen de la Candelaria en Lurín (costado de la loza deportiva)
- Empresa de transportes Huáscar, en Av. Cesar vallejo s/n (Av. María Reiche)
- Azotea de una casa de Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua – Lurín

#### **Equipo de tren de muestreo:**

**MARCA:** ECS TREN DE MUESTREO

**MODELO:** TM-76; BASIC

Cada punto de muestreo duro 4 horas a cargo de un técnico quien manipulaba el equipo en cada punto donde colocaba el carbón activo para ser captado por los analitos

**Tabla 4: Instrumentos para el registro de parámetros meteorológicos**

PARÁMETRO	MÉTODO	EQUIPO	MARCA	N° DE SERIE	RANGO
<b>Coordenadas UTM</b>	Instrumental	GPS map 62cs	GARMIN	<i>38P154008</i>	PUNTOS
<b>Temperatura</b>	Instrumental	Anemómetro	TENMARS	<i>150500267</i>	0 a100 °C
<b>Humedad Relativa</b>	Instrumental	Anemómetro	TENMARS	<i>150500267</i>	0 a 100 %
<b>Velocidad de Viento</b>	Instrumental	Anemómetro	TENMARS	<i>150500267</i>	0.4 a 25 m/s
<b>Dirección del Viento</b>	Instrumental	GPS map 62cs	GARMIN	<i>38P154008</i>	PUNTOS

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

### 3.3. Criterios de inclusión y exclusión

#### 3.3.1. Criterios de inclusión

- Asentamientos humanos periféricos a la refinería de Conchan

#### 3.3.2. Criterios de exclusión

- Asentamientos humanos alejados a la refinería de Conchan

### 3.4. Metodología

El método utilizado para el muestreo fue el muestreo pasivo. Se realizó con un tren de muestreo usando una bomba al vacío, rotámetros y flujo individual de acuerdo al componente utilizado.

La determinación de benceno se realizó empleando un tren de muestreo, utilizando un tubo orbo conteniendo carbón activado, atrapando el gas en mención en un periodo de muestreo de 4 horas.

#### 3.4.1. Metodología de monitoreo y ensayo

A continuación, se detalla la metodología aplicada en campo y los

métodos de ensayo utilizados en laboratorio, para lo cual se ha tomado como referencia las normas establecidas por la United States Environmental Protection Agency (US EPA): Environmental Protection Agency, American Society for Testing and Materials (ASTM ) y Norma Técnica Peruana (NTP).

### **BENCENO (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

#### **ASTM D 3687-07 (Reapproved 2012)**

Determinado por el método “Standard Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method”. Obteniendo en el laboratorio la garantía de la Calidad.

#### **3.4.2. Metodología de trabajo en gabinete**

La metodología que se empleó en gabinete está acorde con el trabajo previo a la salida de campo, entre las principales actividades destacan:

1. Coordinaciones con los responsables de los lugares, para la ejecución del monitoreo.
2. Calibración de instrumentos y equipos de muestreo.
3. Pedido al laboratorio de las soluciones captadoras para los parámetros de calidad de aire.
4. Pedido de los envases de vidrio esterilizados, envases plásticos y preservantes al laboratorio para la medición de efluentes.
5. Análisis de las muestras recogidas en campo.
6. Discusión de resultados y conclusiones.
7. Elaboración del informe.

### 3.4.3. Metodología de trabajo en campo

1. Elaboración del informe.
2. Reconocimiento de los lugares y facilidades de operación.
3. Ubicación de los puntos de muestreo.

### 3.5. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La recolección de datos fue realizada por el laboratorio Bureau Veritas

#### 3.5.1. Estaciones de monitoreo calidad de aire

Para el presente monitoreo desarrollado durante el día 17 de diciembre de 2018, se ha establecido tres estaciones de monitoreo para la calidad de aire, cuya descripción y ubicación se muestran en la tabla 8.

Tabla 5: Ubicación de la estación de monitoreo de calidad de aire

ESTACION	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	(msnm)
Barlovento 1	Asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria (Costado de loza deportiva).	0291056	8645353	83.00
Sotavento 1	Asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria (Costado de loza deportiva).	0291060	8645357	83.00
Barlovento 2	Av. Cesar vallejo s/n (Av. María Reiche) al Costado de Emp. de Transpor.	0290581	8645405	99.00
Sotavento 2	Av. Cesar Vallejo S/N (Av. María Reiche) al Costado de Empresa. de Transportes	0290589	8645405	99.00
Barlovento 3	Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua Punto,	0291605	8644896	27.00
Sotavento 3	Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua Punto.	0291615	8644895	27.00

Sistema de Referencia: WGS84.

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

**Tabla 6: Parámetros ambientales durante la toma de muestra**

TEMPERATURA DEL AIRE(°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)		VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
Min.	Max.	Min.	Max		
16	18	56	82	4.3	EO

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

### 3.6. Análisis de datos

Las muestras obtenidas fueron analizadas mediante cromatografía de gases mediante las condiciones que se muestra en la tabla 7. Finalmente estos datos fueron analizados y comparados con los estándares establecidos por la ECA haciendo uso de tablas gráficos de barras.

**Tabla 7: Análisis cromatográfico de muestras**

Técnica :		CROMATOGRAFIA DE GASES
Ensayo :		VOC's (Benceno)
Método :		ASTM D 3687-07 (Reapproved 2012): Standard Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by The Activated Charcoal Tube Adsorption Method
Producto:		Calidad de Aire
e q u i p o	Marca:	PerkinElmer
	Modelo:	Clarus 680
	Serie:	680S13050202
m é t o d o d e	T° Inicial del horno	35 °C
	T° final del horno	140 °C
	Gas de Arrastre	Helio 20 psi
	Flujo de Gas de arrastre	7.41 ml/min
L e c	Columna	Columna capilar Elite 5 (5% difenil -95% dimetilpolisiloxano) 30 m x 0.53 mm ID x 1.5 um df

t u r a  r e a c t i v o s		
	Estándar de calibración	Benceno de 2000 µg/mL
	Solvente de extracción	Diclorometano grado GC
	Estándar interno	p-Isopropyltoluene de 2000 µg/mL
	Estandar surrogado	Fluorobenzene de 2000 µg/mL

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

**Tabla 8: Calibración del estándar de benceno**

CONC.	AREA BENCENO	AREA IS	Cs/Cis	As/Ais
<b>STD 1 – 0.040</b>	30196.53	81405.65	0.033	0.371
<b>STD 2 - 0.20</b>	40856.00	80485.36	0.167	0.508
<b>STD 3 - 0.40</b>	59247.71	80178.18	0.333	0.739
<b>STD 4 - 0.60</b>	76646.62	81735.38	0.500	0.938
<b>STD 5 - 0.80</b>	99169.46	84099.49	0.668	1.179
<b>STD 6 - 1.00</b>	112323.42	82552.18	0.833	1.361
<b>Cis (mg/L)=</b>	1.2	<b>Cs (mg/L)=</b>	0.5	

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

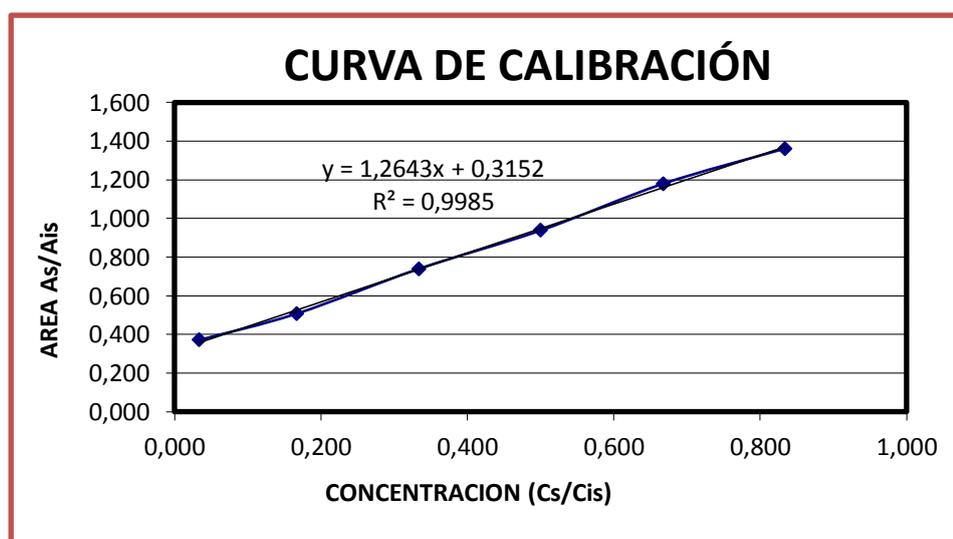


Fig. 4: Curva de calibración del estándar de benceno reportado por Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

## IV. RESULTADOS

Los resultados del monitoreo de calidad de aire, se muestran en las siguientes tablas

**Tabla 9: Resultados de determinación de benceno en aire**

<b>ESTACION</b>	<b>FECHA DE MONITOREO</b>	<b>BENCENO (ug/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Barlovento 1</b>	17/12/2018	<b>0.0259</b>
<b>Sotavento 1</b>	17/12/2018	<b>0.0247</b>
<b>Barlovento 2</b>	17/12/2018	<b>0.0237</b>
<b>Sotavento 2</b>	17/12/2018	<b>0.0201</b>
<b>Barlovento 3</b>	17/12/2018	<b>0.0219</b>
<b>Sotavento 3</b>	17/12/2018	<b>0.0242</b>
<b>Estándares de Calidad Ambiental ECA<sup>2</sup></b>		<b>2 (ug/m<sup>3</sup>)</b>

Fuente: Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la tabla 9 se puede observar que en ninguna de las estaciones se superan los Estándares de Calidad Ambiental establecidos que son de 2 ug/m<sup>3</sup>

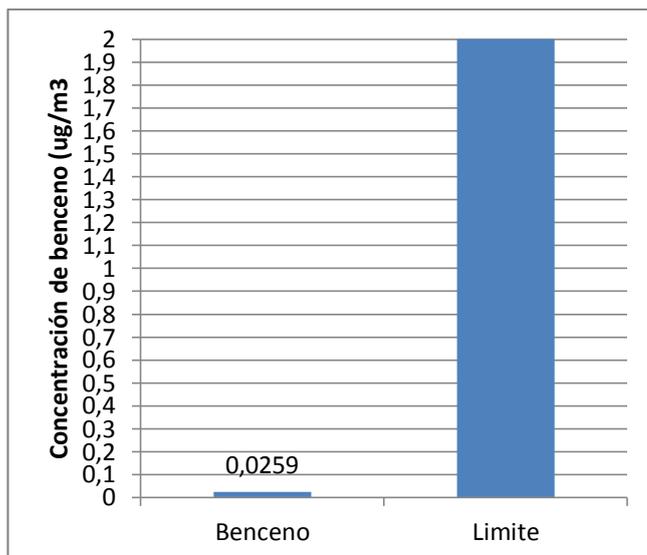


Figura 5. Concentración de benceno en estación Barlovento 1 reportado por el Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 5 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Barlovento 1 es 0.0259, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

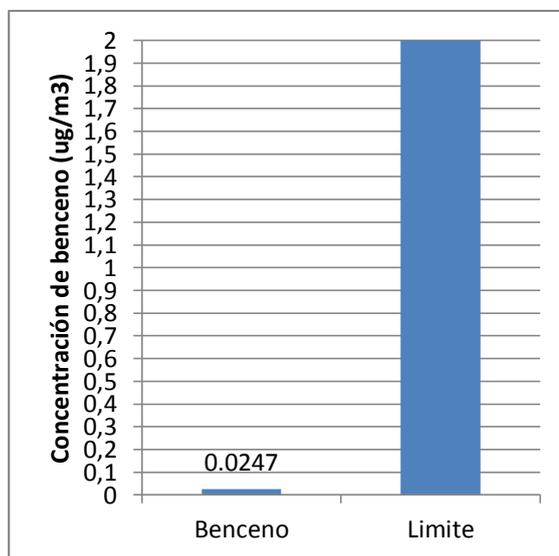


Figura 6 . Concentración de benceno en estación Sotavento 1 reportado por Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 6 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Sotavento 1 es 0.0247, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

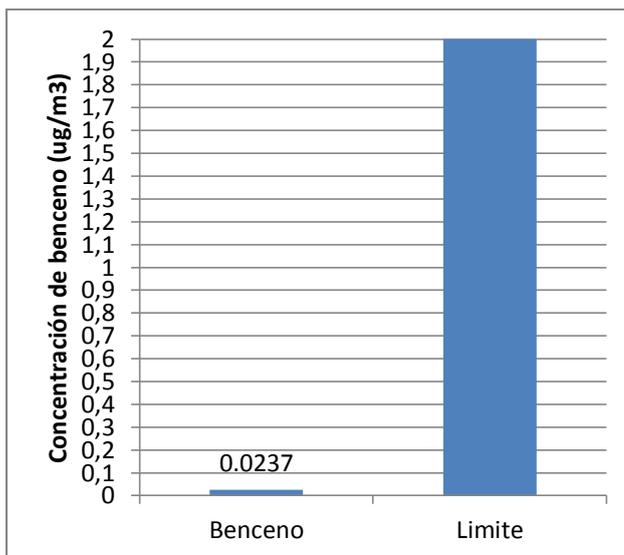


Figura 7. Concentración de benceno en estación Barlovento 2 reportado por el Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 7 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Barlovento 2 es 0.0237, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

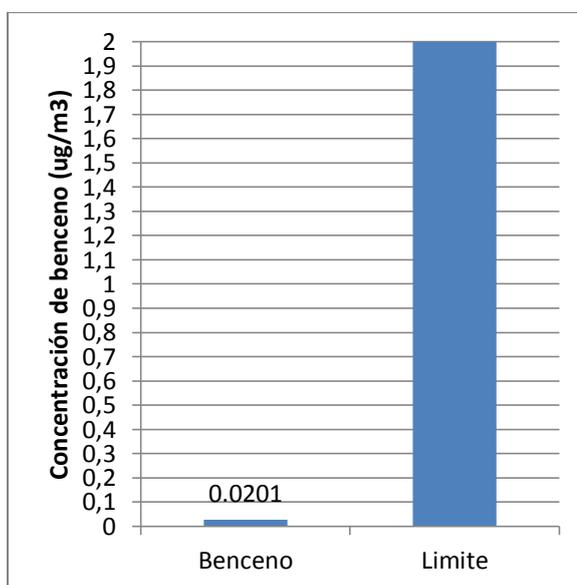


Figura 8. Concentración de benceno en estación Sotavento 2 reportado por Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 8 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Sotavento 2 es 0.0201, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

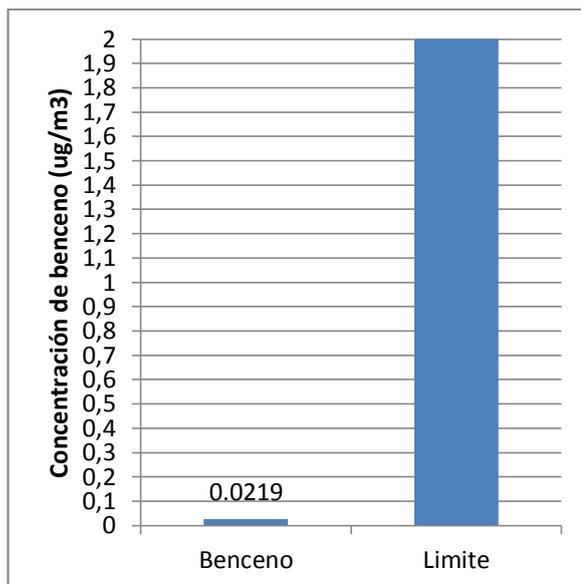


Figura 9. Concentración de benceno en estación Barlovento 3 reportado por Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 9 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Barlovento 3 es 0.0219, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

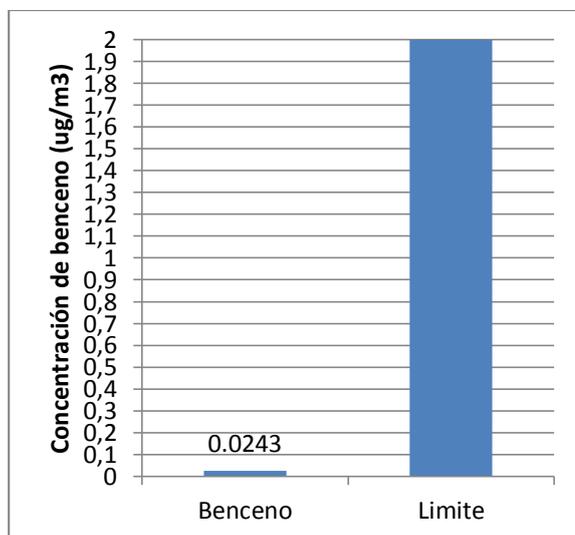


Figura.10 Concentración de benceno en estación Sotavento reportado por Laboratorio Bureau Veritas – Inspectorate

En la figura 10 se puede observar que la concentración de benceno en la estación Sotavento 3 es 0.0243, la cual no supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2 ug/m<sup>3</sup>.

Tabla 10: Resultados de determinación de benceno en aire

Asentamiento Humano	FECHA DE MONITOREO	PROMEDIO DE CONCENTRACION DE BENCENO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria (Costado de loza deportiva).	17/12/2018	<b>0.0253</b>
Av. Cesar vallejo s/n (Av. María Reiche) al Costado de Emp. de Transportes Huascar	17/12/2018	<b>0.0219</b>
Mamacona Alta s/n, altura. km. 27.5 carretera Panamericana Sur antigua Punto	17/12/2018	<b>0.0231</b>
<b>Estándares de Calidad Ambiental ECA <sup>2</sup></b>		<b>2 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>

En la Tabla 10 se puede observar que el promedio de las concentraciones de benceno en ninguno de los asentamientos humanos supera el límite permisible establecido en el ECA, que establece un límite permisible de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## V. DISCUSIÓN

Nuestro estudio describe los riesgos por exposición al solvente orgánico benceno, que ha sido comprobado por ser mielotóxico, leucemogénico y carcinógeno.

Los resultados obtenidos muestran que no superan los límites máximos permisibles establecido en el ECA, que establece un límite permisible de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Creemos que si bien el muestreo realizado es nuestro estudio debió abarcar un tiempo mayor y así tener más mediciones para poder tener más certeza que realmente los límites de benceno en aire se encuentran realmente dentro de los límites establecidos por el MINAM, es posible también que las concentraciones de benceno se encuentren dentro de los límites permisibles debido a que la refinería de Conchan-Petroperú está tomando las medidas de prevención necesarias para evitar la contaminación del aire y de la población.

Uno de los pocos estudios a gran escala realizados en el Perú en la que determinaron las concentraciones de benceno en diferentes distritos de Lima y Callao, fue realizado por la DIGESA en el año 2012<sup>12</sup>, de manera similar a nuestro estudio, los resultados no superaron los límites establecido, dicho estudio al ser realizado el año 2011, aún estaba vigente el D.S. N° 003-2008-MINAM<sup>33</sup> que establecía como límite de benceno 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si analizamos dichos resultados y lo extrapolamos a la actualidad podríamos notar que más del 50 % de distritos de Lima se encuentran al límite o por encima de los límites permitidos de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que genera una gran preocupación por las posibles consecuencias que estos niveles podría causar en la salud de las poblaciones expuestas, por tales motivos se realiza el siguiente planteamiento del problema.

Altamirano<sup>14</sup>, en su trabajo de investigación realizado en Quito, utilizó de manera similar a nuestro estudio el muestreo pasivo junto con una extracción por ultrasonido obteniendo un rango de concentración promedio para benceno de 0,21 hasta 41,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; valor que superó la normativa ambiental anual establecida por la Comisión Europea, con un valor de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tales resultados también superan nuestra normativa legal de límites que es de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Rubiano<sup>17</sup> en la investigación realizada en Medellín Colombia, a diferencia de nuestro estudio evalúa 3 gases benceno, tolueno y xileno; obtuvo como resultados que 9 de las 15 estaciones analizadas, sobrepasan la norma promedio anual colombiana de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

para benceno. Tales resultados también superan nuestro DSN°003-2017-MINAM que establece como nivel máximo de benceno en aire  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Amaya<sup>18</sup> en su estudio de investigación realizado en Ñaña analizó benceno y otros gases como CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, para la determinación de benceno, de manera similar a nuestro estudio utilizó el tren de muestreo de gases, con un caudal de 0.2 litros por minuto, de manera muy similar a nuestro estudio, sin embargo, a diferencia del nuestro, el tiempo de muestreo fue durante 24 horas y no 4 horas, a pesar de ello entre sus resultados obtenidos reportan que el benceno estaba debajo de los límites cuantificables.

Cocha<sup>7</sup> en su estudio de investigación realizado en Ecuador en la zona urbana de la ciudad de Riobamba, de manera similar a nuestro estudio utiliza el monitoreo pasivo tomando como periodo de monitoreo desde el año 2008 al 2016. En dicho estudio, en el caso del Benceno, se registró los máximos valores en el año 2009, con una concentración de  $6,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  superando la norma que establece la legislación Ecuatoriana que es de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo que podemos notar que en monitoreos anuales de benceno este gas puede superar los límites permisibles, además se puede observar que la legislación Ecuatoriana es diferente a la nuestra, la cual es en la actualidad de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En el Perú a pesar de los datos obtenidos el año 2011 con respecto a las concentraciones altas de benceno en muchos distritos, la DIGESA no ha reportado más datos de las concentraciones de benceno, en el Estudio de Desempeño Ambiental publicado el año 2016, muestran la evolución de la calidad de aire en las principales áreas urbanas, mostrando datos y reportes de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), material particulado PM<sub>10</sub>, monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), material particulado PM<sub>2.5</sub>, sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), entre otros, pero sorprendentemente no se reportan datos de la evolución de las concentraciones de benceno a lo largo de los años.

## VI. CONCLUSIONES

- La concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano Ampliación Virgen de la Candelaria localizada alrededor de la refinería Conchan-Petroperú fue de  $0.0247 \text{ ug/m}^3$
- La concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano María Reiche localizada alrededor de la refinería Conchan-Petroperú fue de  $0.0219 \text{ ug/m}^3$
- La concentración de benceno en las estaciones barlovento y sotavento en el asentamiento humano Mamacona Alta alrededor de la refinería Conchan-Petroperú fue de  $0.0231 \text{ ug/m}^3$
- En ninguna estación la concentración de benceno en aire superó el límite permisible establecido en el ECA de  $2 \text{ ug/m}^3$

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con el monitoreo de calidad de aire, más adelante teniendo en cuenta cada 03 meses, uno durante el día y otro en la noche, para desarrollar investigaciones posteriores que midan el impacto de este tipo de contaminación sobre la salud de la población y sobre el medio ambiente y verificar que no superan los niveles establecidos en el ECA., respectivo.
2. Se recomienda la investigación de las concentraciones de benceno en aire por los entes gubernamentales, pues no existen reportes ni datos actuales de la evolución de las concentraciones de benceno en los últimos años como si existen de otros gases como SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S entre otros, siendo el benceno uno de los gases más peligrosos, pues está comprobado su carcinogenicidad en las exposiciones crónicas.
3. Se recomienda que las Refinerías del Perú realicen monitoreos ambientales de la calidad de aire de manera mensual y anual y publiquen los resultados para que la población, especialmente los que viven a los alrededores esté informada acerca del impacto favorable o desfavorable que pueda generar sus actividades en la población. Así mismo se recomienda que los entes gubernamentales supervisores como el MINAM y DIGESA supervisen su cumplimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IARC. Summaries & evaluations: Benzene (Group 1). Lyon, International Agency for Research on Cancer, p. 120 (IARC Monographs on the Carcinogenicity of Chemicals to Humans, Supplement 7; Lyon, France, 1987.: <http://www.inchem.org/documents/iarc/suppl7/benzene.html>)
2. Ministerio del ambiente. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire, Lima Perú, 2017. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
3. Orosco E, Vásquez A. “Diseño y construcción de un dispositivo piloto con adsorbente a base de carbón activado para retención de compuestos orgánicos volátiles benceno, tolueno etilbenceno y xileno (btex) en aire ambiente para el complejo industrial shushufindi” [tesis ] Riobamba: facultad de ingeniería química, Universidad de Ecuador; abril 2017. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6471/1/96T00348.PDF>
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Managing Hazardous Material Incidents, Benzene [en línea]. Octubre de 2002 [citado octubre 18 de 2018]. <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg3.pdf> Garrido J, Caracterización de la exposición a benceno, tolueno y xileno (BTX's) en trabajadores de tres refinerías sudamericanas.[Tesis Doctoral]. Universidad de Huelva Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública; 2015.: [http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/11516/Caracterizacion\\_de\\_la\\_exposicion\\_a\\_benceno.pdf?sequence=2](http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/11516/Caracterizacion_de_la_exposicion_a_benceno.pdf?sequence=2).
5. Organización Mundial de la Salud. Guías de la Calidad del Aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Ginebra; OMS; 2006
6. Altamirano C, Determinación de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) en aire ambiente del Distrito Metropolitano de Quito mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama.. Tesis de Licenciatura. PUCE. Quito, Ecuador, 2017. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13799>

7. Cocha .L. Emisión de gases y su relación en la calidad del aire de la zona urbana de la Ciudad de Riobamba (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Dirección de Posgrado. Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental).2017.: [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25806/1/Tesis\\_t1270mshi.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25806/1/Tesis_t1270mshi.pdf)
8. Garrido J, Caracterización de la exposición a benceno, tolueno y xileno (BTX's) en trabajadores de tres refinerías sudamericanas.[Tesis Doctoral]. Universidad de Huelva Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública; 2015.: [http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/11516/Caracterizacion\\_de\\_la\\_exposicion\\_a\\_benceno.pdf?sequence=2](http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/11516/Caracterizacion_de_la_exposicion_a_benceno.pdf?sequence=2)
9. Rubiano C. Un Plan de gestión para la prevención y control de la contaminación del aire por BTX (Benceno, Tolueno, Xileno) en el área metropolitana del Valle de Aburrá.[Tesis de Maestría]. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia; 2013.: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9931/1/52789915.2013.pdf>
10. Amaya, H., & Linder, D. Determinación de la Calidad del Aire de la Población Aledaña a La Planta Qroma, Ñaña.2017 [http://repositorio.untels.edu.pe/bitstream/UNTELS/219/1/Amaya\\_Dante\\_Trabajo\\_Suficiencia\\_2017.pdf](http://repositorio.untels.edu.pe/bitstream/UNTELS/219/1/Amaya_Dante_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf)
11. Municipalidad metropolitana de Lima, Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental planea -2017., Lima, Perú, 2017. <http://www.munlima.gob.pe/images/descargas/gobiernoabierto/transparencia/ml/info-adicional/estudios-ambientales/2017/PLANEFA%202017.pdf>
12. Dirección general de salud, Estudio de saturación Lima metropolitana y Callao año 2011. Lima, Perú, 2012. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf)
13. Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud, Contaminación del Aire Ambiental, Washington, USA, 2017: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es)

14. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Tema IV: Contaminación del aire, Roma, Italia, <http://www.fao.org/3/am040s/am040s03.pdf>
15. De Querol F. Contaminación del aire urbano: riesgos y alternativas. *bie3: Boletín IEEE*, 2018, no 10, p. 767-781. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6555539.pdf>
16. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Hidrocarburos aromáticos. Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo, 2001, volumen 104, 282-289: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo4/104\\_07.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo4/104_07.pdf)
17. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), Resúmenes de Salud Pública - Benceno (Benzene), Atlanta, USA, 2016. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs3.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.html)
18. Métodos de la industria química: en esquemas de flujo en colores. Parte 2a, Orgánica Ludwig Mayer Editorial Reverte, 1987 - 204 páginas Barcelona España Pg. 111
19. Organización Mundial de la Salud (OMS). Exposure to benzene: A major public health concern. Suiza. 2010 [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/benzene/en/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/benzene/en/)
20. International Agency for Research on Cancer. Benzene. IARC Monograph 100F. 2012;1987:24985. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-24.pdf>
21. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). Reseña Toxicológica del Benceno (versión actualizada) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. 2007.: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts3.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts3.html)
22. Martínez-Toledo A, Cuevas-Díaz A, producción de btx en México: usos, toxicología y análisis, Revista académica de investigación Tlatemoani, N°5 Marzo 2011. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/05/mxcd.pdf>
23. Ramírez Peñaherrera, V. E.. Cuantificación de compuestos aromáticos (BTEX) en las emisiones gaseosas de fuentes móviles terrestres de gasolina en el Distrito

Metropolitano de Quito.2012

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/495/1/T-UCE-0017-14.pdf>

24. Lacasaña M, González B, Rodríguez M, Daponte A, Evaluación de la exposición a BTEX en la población del Campo de Gibraltar, Escuela Andaluza de Salud, Junio, 2008: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud\\_5af9587a08433\\_programas\\_Informe\\_estudio\\_BTEX.PDF](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af9587a08433_programas_Informe_estudio_BTEX.PDF)
25. Beyer H; Wolfgang W. Manual de química orgánica. España. Editorial Reverte. 1987.
26. Sánchez J. Compuestos orgánicos volátiles en el medio ambiente. Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia, 2007: <https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/download/605/622>
27. Pérez L; Miranda V. Determinación de fenoles, ácido hipúrico y ácido metilhipúrico en orina como indicadores biológicos de exposición al Benceno, Tolueno y Xileno en trabajadores expuestos en una fábrica de caucho en Lima Metropolitana. 2014: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3945/Perez\\_rl.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3945/Perez_rl.pdf?sequence=1)
28. Benini R, et. al. Refinación del Petroleo: Parte 1. 1ra Ed. CABA: Fundación YPF, 2011: <https://fundacionypf.org/Paginas/home.aspx>
29. Reinoso G.. Evaluación técnica-económica para la reducción de compuestos orgánicos volátiles no metánicos producto de almacenamiento de combustible en una refinería. 2013: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4569/1/reinoso\\_vg.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4569/1/reinoso_vg.pdf)
30. PETROPERU [Internet].Refinería Canchan. Lima, Perú [citado 2018 Dic 21]. Disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/proyectos-y-unidades-operativas/unidades-operativas/refineria-conchan/>
31. La Republica [Internet]. Refinería de Petroperú es cuestionada por vecinos. La Republica. Perú.: 2011, febrero 15. [citado 2018 Dic 21]: <https://larepublica.pe/sociedad/519614-refineria-de-petroperu-es-cuestionada-por-vecinos>
32. Dirección General de Salud Ambiental. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de Datos. Lima, Perú. 2005

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-delAire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-delAire.pdf)

33. Ministerio del ambiente. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire, Lima Perú, 2008.: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_003-2008-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2008-minam.pdf)
34. US EPA O. Technical Overview of Volatile Organic Compounds. [cited 2017 May 2]; Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds>
35. Cobo R; Arcos F. Análisis y revisión de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Cuenca-Ecuador. La Granja, 2016, vol. 23, no 1, p. 28-38.: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/download/312/1046>
36. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA). Passive Samplers for Investigations of Air Quality: Method Description, Implementation, and Comparison to Alternative Sampling Methods. Estados Unidos de Norteamérica. 2014: <https://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100MK4Z.pdf>
37. Hernández R., Fernández C & Baptista P Metodología de la investigación. Vol. 3. México: McGraw-Hill. 2010

# ANEXOS

## ANEXO N° 1:

### CERTIFICADO DE ACREDITACION DE LABORATORIO

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

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

**INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

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

**Sede Acreditada:** Av. Elmer Faucett N° 444, distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao.

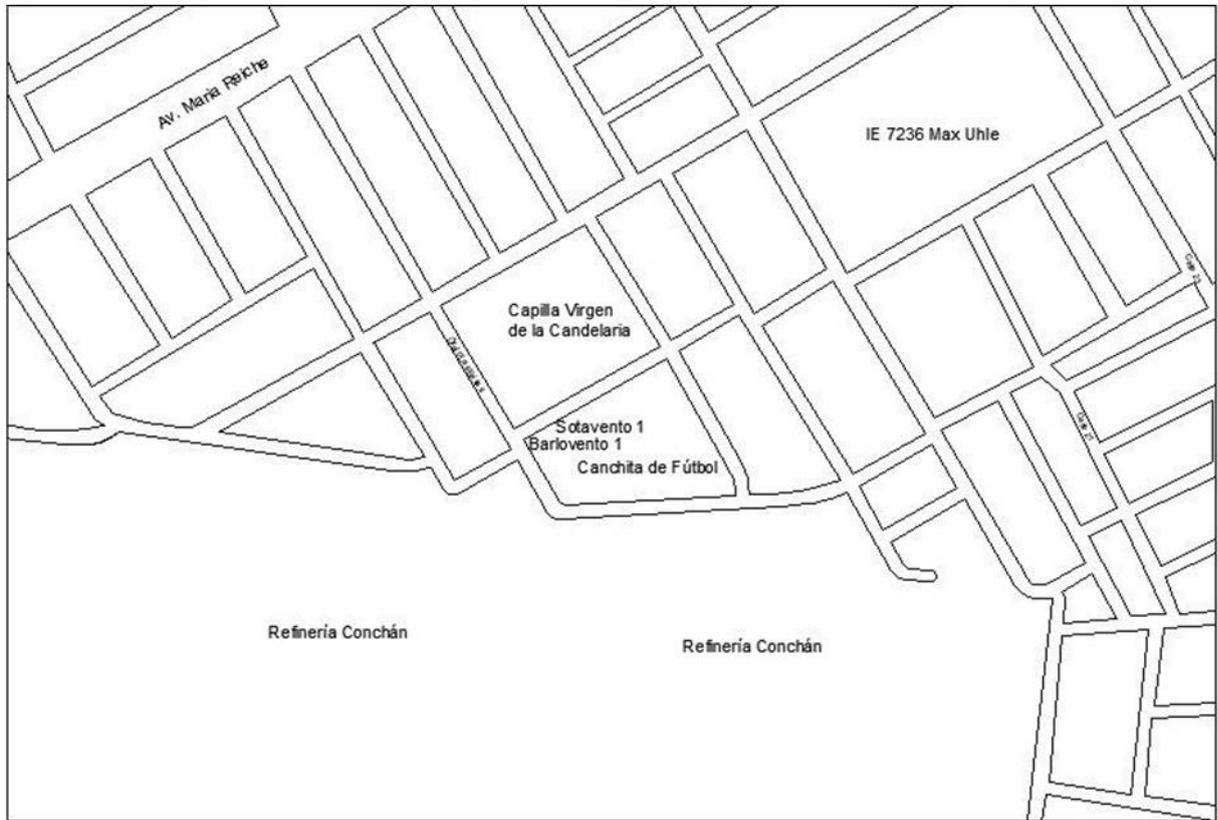
Fecha de Renovación: 02 de junio de 2015  
Fecha de Vencimiento: 02 de junio de 2019

Registro N° LE - 031  
Fecha de emisión: 07 de septiembre de 2015  
DA-acr-05P-02M Ver. 00

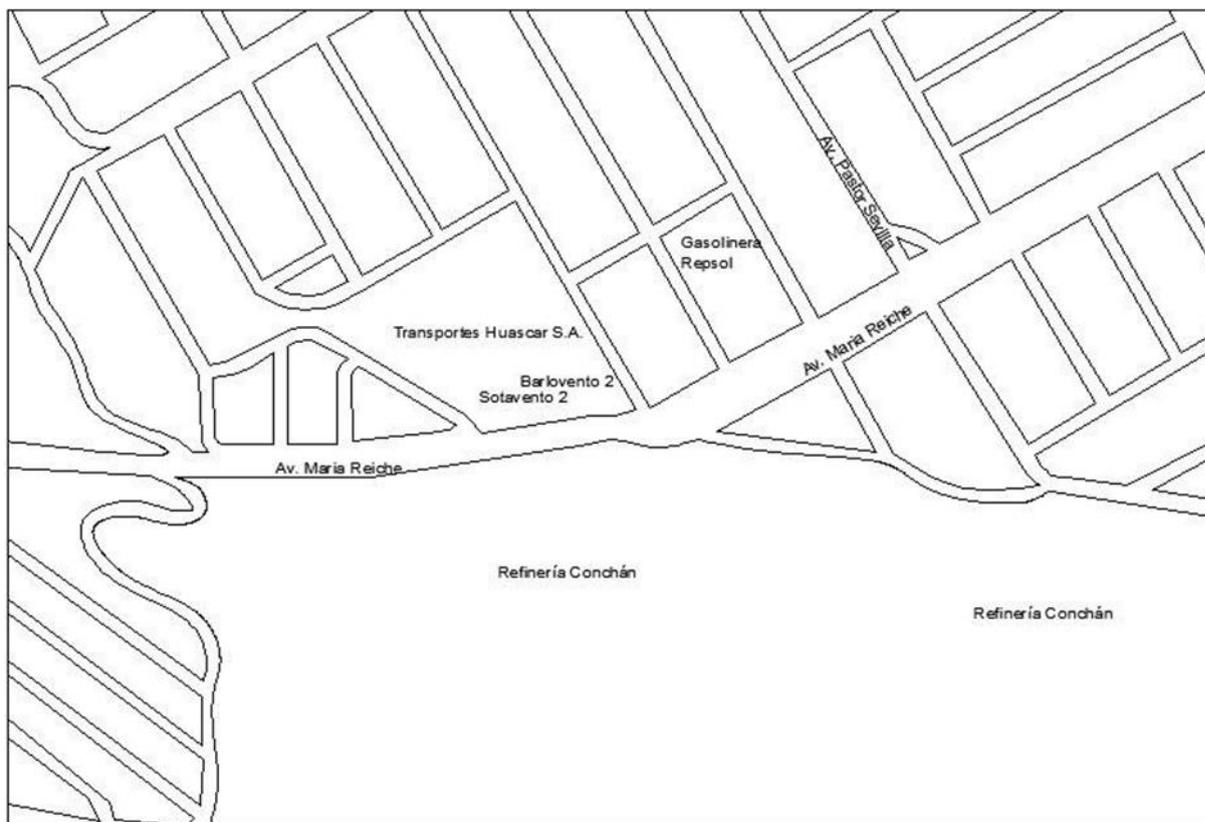
  
**Augusto Mejía Romero**  
Director - Dirección de Acreditación



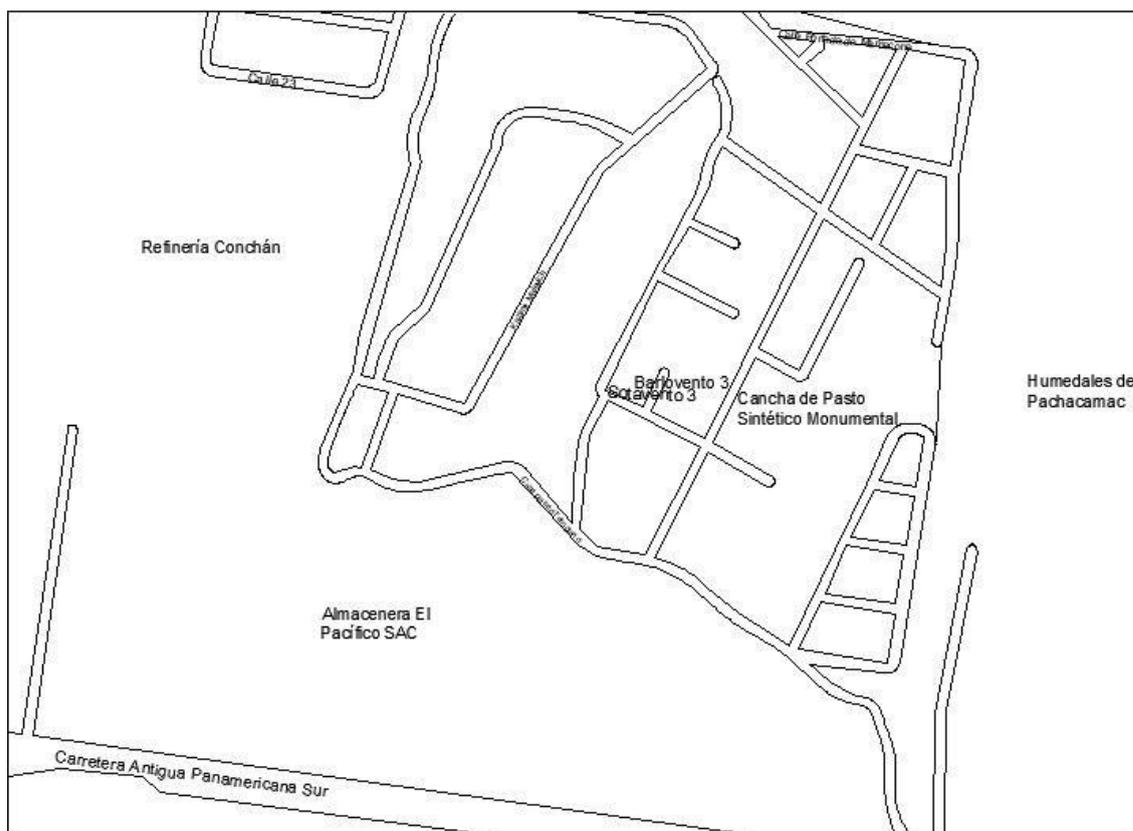
## ANEXO N° 2: Plano de Puntos de Monitoreo



**CROQUIS N° 01: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO (BARLOVENTO 1 Y SOTAVENTO 1), FRENTE A MZ. H, LOTE 24; AMPLIACIÓN VIRGEN DE LA CANDELARIA EN LURÍN. (COSTADO DE LA CANCHITA DE FUTBOL).**



**CROQUIS N° 02: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO (BARLOVENTO 2 Y SOTAVENTO 2), COSTADO DEL PATIO DE MANIOBRAS DE EMPRESA DE TRANSPORTES HUÁSCAR, EN AV. CESAR VALLEJO S/N (AV. MARÍA TEICHE) - LURÍN.**



**CROQUIS N° 03: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO (BARLOVENTO 3 Y SOTAVENTO 3), EN LOS ALTOS DE UNA CASA DE MAMAONA ALTA S/N, ALTURA. KM. 27.5 CARRETERA PANAMERICANA SUR ANTIGUA - LURÍN.**

## ANEXO N° 3: Fotografías



**FOTOGRAFÍA N° 01: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO  
(BARLOVENTO 1), FRENTE A MZ. H, LOTE 24;  
AMPLIACIÓN VIRGEN DE LA CANDELARIA EN LURÍN.  
(COSTADO DE LA CANCHITA DE FUTBOL**



**FOTOGRAFÍA N° 02: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO (SOTAVENTO 2), COSTADO DEL PATIO DE MANIOBRAS DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES HUÁSCAR, EN AV. CESAR VALLEJO S/N (AV. MARÍA REICHE) - LURÍN.**



**FOTOGRAFÍA N° 03: TUBO ABSORBENTE DE CARBÓN  
ACTIVADO, PARA LA TOMA DE MUESTRA DE  
BENCENO.**



**FOTOGRAFÍA N° 04: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO (SOTAVENTO 3), EN LA AZOTEA DE UNA CASA DE MAMACONA ALTA S/N, ALTURA. KM. 27.5 CARRETERA PANAMERICANA SUR ANTIGUA - LURÍN.**



**FOTOGRAFÍA N° 05: TOMA DE MUESTRA DE BENCENO  
(BARLOVENTO 1), FRENTE A MZ. H, LOTE 24;  
AMPLIACIÓN VIRGEN DE LA CANDELARIA EN LURÍN.  
(COSTADO DE LA CANCHITA DE FUTBOL**

## **ANEXO N° 4: Informe de Análisis de laboratorio**



**BUREAU  
VERITAS**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 1 / 3

## **INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127732L/18-MA**

ORGANISMO ACREDITADO : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.  
REGISTRO DE ACREDITACIÓN : N° LE - 031  
CLIENTE : MULTISERVICIOS INGENIERIA WE S.A.C  
DIRECCIÓN : JR EL CÓNDOR 161; URB. EL CÓNDOR CALLAO  
PRODUCTO : Aire  
MATRIZ : Calidad de Aire  
NÚMERO DE MUESTRAS : 2  
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS : Tubos adsorbentes de carbón activado  
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS : Muestras recolectadas por Inspectorate Services Perú S.A.C.  
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No Aplica  
FECHA DE MUESTREO : 2018-12-17  
LUGAR DE MUESTREO : Conchan - Lurin (Dirección referencial)  
REFERENCIA DEL CLIENTE : Paola J. Alvarez Gutierrez  
Nelva Mallqui Vega  
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 2018-12-19; 2018-12-19  
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO : 2018-12-19; 2018-12-19  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018-12-26; 2018-12-26  
ORDEN DE SERVICIO : OS/O-18-12068

**Callao, 03 de Enero de 2019**

Inspectorate Services Perú S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

ING. EVELYN QUIPE LOROÑA  
C.I.P. 98232  
JEFE DE LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

**Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com**



BUREAU VERITAS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N°LE - 031

Pág. 2 / 3

### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127732L/18-MA

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo	BARLOVENTO		
Fecha de Muestreo	2018-12-17		
Hora de Muestreo	12:20		
Código de Laboratorio	14481 - 00001		
Matriz	CA		

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
VOCs (benceno)	µg/m3	1.579	0.800	<1.579

Estación de Muestreo	SOTAVENTO 1		
Fecha de Muestreo	2018-12-17		
Hora de Muestreo	12:16		
Código de Laboratorio	14484 - 00001		
Matriz	CA		

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
VOCs (benceno)	µg/m3	1.579	0.800	<1.579



Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
 No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 <"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 >"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
 Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



**BUREAU  
VERITAS**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 3 / 3

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127732L/18-MA

### MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
VOCs (benceno)	ASTM D 3687-07 (Reapproved 2012).2007 Standard Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by The Activated Charcoal Tube Adsorption Method

### MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
CA	Calidad de Aire

Estación de Monitoreo	Descripción	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM / WGS84)			
		E	N	ALTITUD (m.s.n.m)	ZONA
BARLOVENTO 1	Estación ubicada en losa deportiva, Asoc. Virgen de la Candelaria	291 056	8 645 353	83	18
SOTAVENTO 1	Estación ubicada en losa deportiva, Asoc. Virgen de la Candelaria	291 060	8 645 357	83	18

### NOTAS

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del Informe de ensayo N° 126980L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del Informe de ensayo N° 126983L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018

**BUREAU  
VERITAS**

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.

>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



**BUREAU  
VERITAS**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 1 / 3

## **INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127788L/18-MA**

ORGANISMO ACREDITADO : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.  
REGISTRO DE ACREDITACIÓN : N° LE - 031  
CLIENTE : MULTISERVICIOS INGENIERIA WE S.A.C  
DIRECCIÓN : JR EL CÓNDOR 161; URB. EL CÓNDOR CALLAO  
PRODUCTO : Aire  
MATRIZ : Calidad de Aire  
NÚMERO DE MUESTRAS : 2  
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS : Tubos adsorbentes de carbón activado  
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS : Muestras recolectadas por Inspectorate Services Perú S.A.C.  
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No Aplica  
FECHA DE MUESTREO : 2018-12-17  
LUGAR DE MUESTREO : Conchan - Lurin (Dirección referencial)  
REFERENCIA DEL CLIENTE : Paola J. Alvarez Gutierrez  
Nelva Mallqui Vega  
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 2018-12-19; 2018-12-19  
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO : 2018-12-19; 2018-12-19  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018-12-26; 2018-12-26  
ORDEN DE SERVICIO : OS/O-18-12068

**Callao, 07 de Enero de 2019**

Inspectorate Services Perú S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

ING. EVELYN PI QUISPE LOROÑA  
C.I.P. 98232  
JEFE DE LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

**Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / [www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)**



**BUREAU  
VERITAS**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

Pág. 2 / 3

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127788L/18-MA

### RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo	BARLOVENTO		
Fecha de Muestreo	2		
Hora de Muestreo	2018-12-17		
Código de Laboratorio	12:16		
Matriz	14484 - 00001		
	CA		

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
VOCs (benceno)	µg/m <sup>3</sup>	1.579	0.800	<1.579

Estación de Muestreo	SOTAVENTO 2		
Fecha de Muestreo	2018-12-17		
Hora de Muestreo	13:00		
Código de Laboratorio	14488 - 00001		
Matriz	CA		

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
VOCs (benceno)	µg/m <sup>3</sup>	1.579	0.800	<1.579

**BUREAU  
VERITAS**

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / [www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)



**BUREAU  
VERITAS**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 3 / 3

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127788L/18-MA

### MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
VOCs (benceno)	ASTM D 3687-07 (Reapproved 2012). 2007. Standard Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by The Activated Charcoal Tube Adsorption Method

### MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
CA	Calidad de Aire

Estación de Monitoreo	Descripción	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM / WGS84)			
		E	N	ALTITUD (m.s.n.m)	ZONA
BARLOVENTO 2	Estación ubicada en estacionamiento de buses , Emp. Trans. Huascar	290 581	8 645 405	99	18
SOTAVENTO 2	Estación ubicada en estacionamiento de buses , Emp. Trans. Huascar (Ingreso)	290 589	8 645 405	99	18

### NOTAS

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del informe de ensayo N° 126983L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del informe de ensayo N° 126987L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018.

**BUREAU  
VERITAS**

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.

>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.

A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / [www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)



**BUREAU  
VERITAS**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 1 / 3

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127789L/18-MA

ORGANISMO ACREDITADO	: INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
REGISTRO DE ACREDITACIÓN	: N° LE - 031
CLIENTE	: MULTISERVICIOS INGENIERIA WE S.A.C
DIRECCIÓN	: JR EL CÓNDOR 161; URB. EL CÓNDOR CALLAO
PRODUCTO	: Aire
MATRIZ	: Calidad de Aire
NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS	: Tubos adsorbentes de carbón activado
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS	: Muestras recolectadas por Inspectorate Services Perú S.A.C.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: No Aplica
FECHA DE MUESTREO	: 2018-12-17
LUGAR DE MUESTREO	: Conchan - Lurin (Dirección referencial)
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Paola J. Alvarez Gutierrez Nelva Mallqui Vega
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS	: 2018-12-19; 2018-12-19
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO	: 2018-12-19; 2018-12-19
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2018-12-26; 2018-12-26
ORDEN DE SERVICIO	: OS/O-18-12068

**Callao, 03 de Enero de 2019**

Inspectorate Services Perú S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

ING. EVELYÑ P. QUISPE LORÓNA  
C.I.P. 98232  
JEFE DE LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

**Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú**  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / [www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)



BUREAU  
VERITAS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

Pág. 2 / 3

### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127789L/18-MA

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo					BARLOVENTO 3
Fecha de Muestreo					2018-12-17
Hora de Muestreo					14:10
Código de Laboratorio					14483 - 00001
Matriz					CA
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.		
VOCs (benceno)	µg/m3	1.579	0.800	<1.579	

Estación de Muestreo					SOTAVENTO 3
Fecha de Muestreo					2018-12-17
Hora de Muestreo					14:14
Código de Laboratorio					14490 - 00001
Matriz					CA
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.		
VOCs (benceno)	µg/m3	1.579	0.800	<1.579	



Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
 No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 <valor> significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.  
 >valor significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
 Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



**BUREAU  
VERITAS**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

Pág. 3 / 3

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 127789L/18-MA

### MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
VOCs (benceno)	ASTM D 3687-07 (Reapproved 2012), 2007 Standard Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by The Activated Charcoal Tube Adsorption Method

### MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
CA	Calidad de Aire

Estación de Monitoreo	Descripción	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM / WGS84)			
		E	N	ALTITUD (m.s.n.m)	ZONA
BARLOVENTO 3	Estación ubicada en techo de vivienda	291 605	8 644 896	27	18
SOTAVENTO 3	Estación ubicada en techo de vivienda	291 615	8 644 895	27	18

### NOTAS

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del informe de ensayo N° 126982L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018.

La información contenida en el presente informe de ensayo proviene del informe de ensayo N° 126989L/18-MA emitido el 26 de Diciembre de 2018.

**BUREAU  
VERITAS**

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

<"valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.

>"valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.

A excepción de los productos perecibles, los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.

Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú  
Central: 51 (1) 319-5100 Anexo 8055 / [www.bureauveritas.com](http://www.bureauveritas.com)