

# Análisis del benceno como indicador de la calidad del aire en los establecimientos de combustibles

## Analysis of benzene as an indicator of air quality in fuel establishments

César Dongo-Cateriano<sup>1,a</sup>, Nora Malca-Casavilca<sup>1,b</sup>

Recibido: 9/02/2022 - Aprobado: 7/9/2022 – Publicado: 31/12/2022

### RESUMEN

La actividad de comercialización de combustibles que se realiza en los grifos y/o estaciones de servicios, genera una serie de impactos ambientales que altera la calidad de los componentes ambiental; en ese sentido, la Dirección de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas y el Protocolo de Calidad Ambiental del Aire del Ministerio del Ambiente ha determinado que el benceno, se encuentra en los combustibles líquidos, y este sería un parámetro identificado para realizar el seguimiento de la calidad ambiental del aire mediante el monitoreo ambiental, el cual se realiza de acuerdo a señalado en los instrumentos de gestión ambiental aprobados por la Autoridad Ambiental. El presente artículo realizó un análisis de acuerdo con los resultados del parámetro benceno obtenidos en los monitoreos ambientales realizados durante el año 2018 en diversos Establecimientos que comercializan combustibles líquidos, con lo cual se analizó que, en los cuatro trimestres evaluados del 2018, el benceno solo supero el ECA para el aire en tres puntos, lo cual representó el 2% de los datos analizados. Se concluyó que el benceno no es representativo para el seguimiento de la calidad del aire en los Establecimientos donde se realiza la comercialización de combustibles.

**Palabras claves:** benceno, monitoreo ambiental, ECA de aire, combustibles líquidos, parámetro.

### ABSTRACT

The fuel trading activity carried out at taps and/or service stations generates a series of environmental impacts that alter the quality of the environmental components; In this sense, the Directorate of Environmental Affairs of Hydrocarbons of the Ministry of Energy and Mines and the Protocol of Environmental Quality of the Air of the Ministry of the Environment have determined that benzene is found in liquid fuels, and this would be an identified parameter to carry out the follow-up of the environmental quality of the air through environmental monitoring, which is carried out in accordance with the provisions of the environmental management instruments approved by the Environmental Authority. The present article carried out an analysis according to the results of the benzene parameter obtained in the environmental monitoring carried out during the year 2018 in various Establishments that commercialize liquid fuels, with which it was analyzed that in the four evaluated quarters of 2018, benzene only exceeded the RCT for air at three points, which represented 2% of the analyzed data. It was concluded that benzene is not representative for monitoring air quality in establishments where fuel is sold.

**Keywords:** benzene, environmental monitoring, air ECA, liquid fuels, parameter.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú

a Estudiante. Autor para correspondencia: [cmanuel\\_dongo@hotmail.com](mailto:cmanuel_dongo@hotmail.com) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6146-7566>

b Docente. E-mail: [nmalcac@unmsm.edu.pe](mailto:nmalcac@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2625-9008>

## I. INTRODUCCIÓN

Como lo cita Iglesias León & Gonzáles Torres (2001), la contaminación del aire en el Perú comenzó en los años cincuenta y sesenta, con el “boom” de las harineras de pescado. Y como consecuencia de la urbanización sin ordenamiento se establecen todo tipo de empresas y dentro de ellas las estaciones de servicio, de las cuales se cita que en la etapa operativa de los grifos y estación de servicios (**Establecimientos**), se realizan las actividades de descarga, almacenamiento y despacho de combustibles líquidos. Éste manejo de combustible en las diversas actividades genera emisiones fugitivas y/o volatilización de combustible al ambiente; en especial durante la descarga y despacho; lo cual genera un nivel del impacto al ambiente mediante la afectación a la calidad del aire (Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana-MINAM, 2012).

Dentro de las emisiones fugitivas y/o volatilización del combustible, se encuentran los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV’s), de los cuales forma parte el benceno, que por sus características químicas a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso (de la Rosa Martínez & Ramírez Peñaherrera, 2012). El benceno es un compuesto catalogado extremadamente peligroso para la salud, además los COV’s afectan tanto al ambiente como a la salud del humano, tal como lo señala el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (MITECO, 2003).

Los índices de calidad de vida obtenidos para Lima Metropolitana a partir de la calidad ambiental se podrían constituir en un instrumento de gestión para la planificación y el control y gestión (Cabrera Carranza et al., 2002). Existen evidencias en investigaciones como la de la Dirección General de Salud (DIGESA) de Lima Este realizó el monitoreo de la calidad del aire en tres respectivos años (2002, 2006, 2008), ya que un informe presentado por Servicios Educativos El Agustino, existe deterioro de la calidad del aire, pues las PM 2.5 habían superado el estándar de calidad del aire-ECA hasta en 6 veces desde el 2001, y esto se debe principalmente a fuentes estacionarias dedicadas a la fundición y quema de materiales orgánicos (Valverde, 2015). Hoy en día, se viene solicitando a los diferentes Establecimientos, a través de los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA), que realicen de forma obligatoria el monitoreo ambiental del benceno para el seguimiento de la calidad del aire; el cual es un parámetro relacionado a las actividades que realizan la comercialización de combustibles; ello sustentado por el Ministerio de Energía y Minas del Perú a través del Informe N° 547-2018-MEM-DGAAE/DGAE (MINEM, 2018), emitido por la entonces Dirección General de Asuntos

Ambientales Energéticos, hoy en día Dirección Ambiental de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos; así mismo ha sido establecido por el “Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire” (MINAM, 2019) el cual fue aprobado por el Ministerio del Ambiente del Perú mediante el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. Tal como se observa en la tabla 1.

No obstante, se señala que la exposición de motivos que aprobó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire menciona que la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala en la guía del año 2000 al benceno como un agente potencial que origina efecto a la salud debido a su “carcinogenicidad”; además señala que entre otros para parámetros, que en el benceno “*la información proveniente de mediciones es escasa y aislada, por lo que no es suficiente para extraer conclusiones sobre el cumplimiento de los mismos*”.

Es importante señalar que el benceno se encuentra en los combustibles del Perú, en especial en los gasoholes, en menor proporción (aproximadamente >0,1%), tal como se observa en las siguientes “Ficha de Datos de Seguridad” (Hoja SDS) del Gasohol 90 y del Gasohol 95 de la empresa Repsol S.A. Ver Figura 1 y Figura 2.

Al respecto, de lo indicado en el párrafo anterior, así como de la Figura 1 y de la Figura 2, se observa que el benceno se encuentra en más del 0,1%, la cual podría resultar no significativo para la alteración de la calidad del aire; es por ello que el presente artículo espera contribuir a determinar si la concentración de benceno en los combustibles de los Establecimientos, debe ser un parámetro representativo para hacer seguimiento de la calidad del aire y si este debe ser relacionado a la actividad de comercialización de combustibles.

En ese sentido, se consiguió mediante acceso a la información pública ante el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) los reportes de los monitoreos ambientales realizados el año 2018 en diversos Establecimientos ubicados en zonas urbanas del Perú, lo cual fue realizado de acuerdo a los compromisos ambientales asumidos en sus respectivos IGA; con la finalidad de analizar si el monitoreo del benceno ha permitido ser un parámetro significativo para realizar la vigilancia de la calidad del aire en el área del Establecimiento, de acuerdo a los resultados obtenidos durante sus monitoreos.

Es importante indicar que los datos obtenidos de los resultados del monitoreo de benceno provinieron de dos (2) puntos realizados dentro de cada Establecimiento, considerando la dirección predominante del viento, es

**Tabla 1.** Extracto del Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire-2019

Fuentes Vinculadas	Parámetros para priorizar	Referencia bibliográfica
Establecimiento de venta al público de Combustibles Líquidos	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AP 42, chapter 5.2: Transportation and Marketing of Petroleum Liquids.</li> <li>• Silva, I. et al. Section S. Air Quality: Contribution to atmospheric benzene concentrations of the petrol stations in a mid-sized city. Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards 11.</li> </ul>

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire

<b>SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES</b>		
(Benceno >0,1%; Tolueno >5%; n-hexano >5%). Combinación compleja de hidrocarburos producida por Reformación catalítica, la primera fracción de la destilación de productos provenientes de craqueo catalítico. Compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C4 a C12 y con un intervalo de ebullición aproximado de 34 °C a 221 °C .		
<b>Componentes peligrosos Reg. (CE) 1272/2008 (CLP)</b>	<b>Concentración (%)</b>	<b>Indicaciones de peligro</b>
Primera fracción de craqueo catalítico y Nafta de reformación catalítica. N° CAS: 86290-81-5 N° CE (EINECS): 289-220-8	>90	H224, H304, H315, H336, H340, H350, H361, H411
Etanol N° CAS: 64-17-5 N° CE (EINECS): 200-578-6 N° Registro: 01-2119457610-43-XXXX	7,8	H225, H319

Figura 1. Composición del Gasohol 90 Plus.

Fuente: (Repsol S.A., 2016a)

<b>SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES</b>		
(Benceno >0,1%; Tolueno >5%; n-hexano >5%). Combinación compleja de hidrocarburos producida por Reformación catalítica, la primera fracción de la destilación de productos provenientes de craqueo catalítico. Compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C4 a C12 y con un intervalo de ebullición aproximado de 34 °C a 221 °C .		
<b>Componentes peligrosos Reg. (CE) 1272/2008 (CLP)</b>	<b>Concentración (%)</b>	<b>Indicaciones de peligro</b>
Primera fracción de craqueo catalítico y Nafta de reformación catalítica. N° CAS: 86290-81-5 N° CE (EINECS): 289-220-8	>90	H224, H304, H315, H336, H340, H350, H361, H411
Etanol N° CAS: 64-17-5 N° CE (EINECS): 200-578-6 N° Registro: 01-2119457610-43-XXXX	7,8	H225, H319

Figura 2. Composición del Gasohol 95 Plus.

Fuente: (Repsol S.A., 2016b)

decir a barlovento y sotavento, acorde a lo aprobado por la autoridad ambiental del Establecimiento.

## II. MÉTODOS

### 2.1. Recopilación de información

Se obtuvo información mediante solicitud de acceso a la información pública ante el OEFA de los informes de monitoreo ambiental de diversos Establecimientos ubicados mayormente en Lima Metropolitana, Callao y en menor cantidad en provincias del Perú. Estos monitoreos fueron realizados durante el año 2018, con una frecuencia trimestral y en dos puntos (barlovento y sotavento).

### 2.2. Selección de muestra

Los establecimientos seleccionados para el análisis de la información, se realizó considerando criterios de conveniencia al considerar que los resultados corresponden a una cadena de Establecimientos que tienen un mismo titular reconocido en el mercado de la comercialización

de combustibles al público automotor, por su imagen y trayectoria, lo cual permitió mayor facilidad de acceso a la información al ser solicitada y recopilada por el OEFA.

### 2.3. Equipos e instrumentos empleados

El monitoreo realizado en los Establecimientos se llevó a cabo mediante un tren de muestreo, en donde se ubica un rotámetro debidamente verificado, el cual permite determinar el caudal, es decir la cantidad de fluido que tiene movimiento en el tubo por un lapso de tiempo, considerando el gas que pueda entrar en éste (ver Figura 3).

### 2.4. Método de ensayo analizado

El método de referencia empleado en los diversos monitoreos que permitió analizar el benceno fue el Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method también denominado ASTM D3687-07, 2007.

El método señalado permite realizar mediante cromatografía de gases, la cantidad de gas absorbido en los

tubos de ensayo el cual se encuentra con carbón activado, es decir en el rotámetro, y con ello analizar la concentración de benceno detectado durante el lapso monitoreado.

### 2.5. Ubicación de los puntos de monitoreo

La ejecución del monitoreo ambiental del parámetro benceno en los Establecimientos consistió en lo siguiente:

- i. Determinación de la ubicación de los puntos a monitorear en coordenadas UTM WGS 84 en el plano aprobado en el Instrumento de Gestión Ambiental respectivo del Establecimiento.
- ii. Ubicación del equipo de muestreo in situ en el Establecimiento. Ver Figura 3.
- iii. Se cercó el equipo de monitoreo en los puntos establecidos, mediante conos y señales de seguridad, el cual permita tener la continuidad del monitoreo; para estos periodos se realizó por un periodo de ocho (8) horas. Cabe señalar que los Establecimientos operan las 24 horas del día, es decir durante el monitoreo siempre se encontró en operación.

### 2.6. Resultados del monitoreo

Una vez obtenidos los resultados, el laboratorio consigno la información obtenida por cada punto de monitoreo en un informe de ensayo de laboratorio. Así mismo, de acuerdo con el equipo empleado para el monitoreo, se determinó que el límite de detección corresponde a valores igual o mayores a 0,60 ug/m<sup>3</sup> para el caso del benceno en el periodo monitoreado y analizado.

### 2.7. Análisis de la información recopilada

Respecto a la metodología empleada para el análisis del presente artículo, se empleó una matriz consolidada en el programa “Excel” donde se transcribieron los resultados de los informes de ensayo de laboratorio de cada Establecimiento y por cada periodo monitoreado (trimestralmente) durante el 2018.

Una vez obtenido el consolidado, se separó por periodo monitoreado donde se realizó una tabla estadística para recopilar el número de resultados de benceno por total de Establecimiento y la comparación con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) aprobado por Decreto Supremo N° 003-2017 (MINAM, 2017a), para ello se dividió los resultados en dos grupos, aquellos menores al límite de detección y aquellos que superan el ECA.

## IV. RESULTADOS

Considerando los datos recabados de monitoreos en los Establecimientos, se realizó un resumen por periodo, donde se describe la cantidad de Establecimientos, como se observa en la Tabla 2.

Así mismo, se realizó una recopilación de los resultados de benceno por cada periodo monitoreo y por la cantidad de Establecimientos, así mismo se dividió los valores en dos rangos: (i) aquellos que estén por debajo del límite de detección, y (ii) aquellos que superan el ECA de aire aprobado para el benceno. Ver Tabla 3.

Al respecto, considerando lo indicado en la Tabla 3 se realizó una gráfica (Figura 4) de los resultados obtenidos de los valores por debajo del límite de detección y los que se encuentran por encima del ECA aire aprobado para el benceno.



**Figura 3.** Equipo de monitoreo de benceno en el Establecimiento.  
Fuente: Informe de monitoreo ambiental de un Establecimiento

**Tabla 2.** Cantidad de Establecimientos por periodo monitoreado – 2018

Periodo de monitoreo en el año 2018 (Trimestre)	N° de Establecimientos	N° de puntos de monitoreo por Establecimiento*
I	61	2
II	74	2
III	85	2
IV	87	2

(\*) A barlovento y sotavento, según dirección predominante del viento y ubicación aprobada por la autoridad ambiental.

Fuente: Recopilación de informes de ensayo de laboratorio obtenidos por acceso a la información pública ante el OEFA.

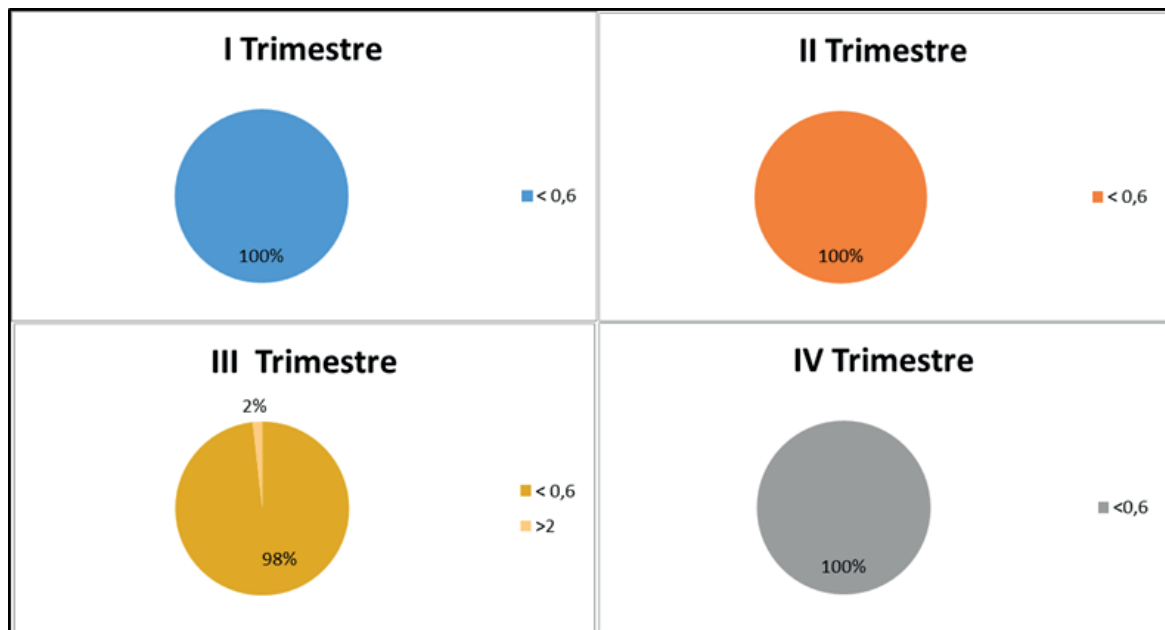
**Tabla 3.** Resultados del benceno en los periodos muestreados - 2018

Periodo monitoreo del 2018	N° de Establecimiento	N° de puntos monitoreados	Resultado de benceno (ug/m <sup>3</sup> )*	Valores en porcentajes
I	61	122	< 0,6	100%
II	74	148	< 0,6	100%
III	83	167	< 0,6	98%
	2	3	>2	2%
IV	87	174	<0,6	100%

**\*Nota:**

- El límite de detección del equipo es 0,6 ug/m<sup>3</sup>.

- El ECA de aire aprobado para el benceno es 2 ug/m<sup>3</sup>.

**Figura 4.** Gráficas por trimestre de los porcentajes obtenidos en los resultados del Benceno**V. DISCUSIÓN**

De acuerdo con los resultados recabados e indicados en la Tabla 3 y presentados en la Figura 4, se observa que el 100% de los puntos monitoreados de benceno de tres trimestres y el 98% de un trimestre monitoreados en el año 2018, se encuentra por debajo de los ECA de aire establecido para el benceno y más aún debajo del límite de detección del equipo establecido, por lo cual se observa que no habría afectación a la calidad del aire en el periodo monitoreado.

Sin embargo, solo un 2% de los puntos monitoreados en el III Trimestre del año 2018 superó el ECA del aire establecido para el benceno en el área de los establecimientos donde se desarrolló el monitoreo ambiental.

De acuerdo con los resultados obtenidos y a la data, se determina que el benceno no ha sido un parámetro representativo asociado a la actividad de comercialización de combustibles que permita realizar una vigilancia de la calidad del aire. Es importante determinar estudios adicionales a detalle como por ejemplo capacidad de

volatilización y/o emisiones fugitivas del combustible para una investigación que permita ahondar en el comportamiento del benceno, del cual hoy se tiene poca información, incluso por las autoridades ambientales competentes del Perú.

Mallqui Vega & Alvarez Gutierrez (2019), en su trabajo de determinación de la concentración de benceno en aire en los asentamientos humanos cercanos a la refinería de Conchan-Lima obtienen como resultados que 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>. Con lo cual concluyen que 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) (MINAM, 2017b) que es de 2 ug/m<sup>3</sup>.

Así mismo la investigación de (Romero Trigueros, 2015), concluyó que la exposición ambiental al benceno es un problema de salud pública importante y el funcionamiento correcto de los equipos de medida, basado en el cumplimiento de una norma que tiene que ser precisa, coherente con los niveles de benceno en aire ambiente y con la tecnología disponible, debe ser un aspecto prioritario a tener en cuenta actualmente por parte de los normalizadores y organismos competentes de la calidad ambiental.

La concentración de Benceno dentro del grupo de BTEX es de 25,33 ppm, cuyo valor es mayor comparada con el tolueno (16,15 ppm), etilbenceno (4,42 ppm) y xilenos (7,30 ppm), correspondiendo a un valor promedio en porcentaje para el benceno de 48 % seguido del tolueno con un valor de 29,7% y en cantidades menores el etilbenceno y xilenos con 8,18% y 14,04% respectivamente, las concentraciones de BTEX son muy variables, llegando a un valor promedio de 49,64 ppm que corresponde al 41,41% de los hidrocarburos no combustionados emitidos por las fuentes móviles a gasolina. El benceno aporta aproximadamente con un 20%, el tolueno con 12%, el etilbenceno con 3% y finalmente el grupo de los xilenos con un 6% de los hidrocarburos no combustionados según lo reportó Ramírez-Peñaherrera (2012) en su tesis tomando en cuenta el tipo de gasolina usado, el año, el kilometraje, la marca del vehículo y esto lo relaciona con las emisiones de los BTEX.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de la data obtenida de los resultados de monitoreo en las Establecimientos de comercialización de combustibles líquidos, se determina que el benceno no ha superado el ECA significativamente en la cantidad de veces monitoreadas en los Establecimientos durante los periodos del año 2018.

El benceno en su estado como se encuentra en el combustible líquido y considerando la naturaleza de las actividades de comercialización de combustibles, las cuales realizan sus actividades en ambientes aireados, no permite determinar al benceno como un parámetro representativo

que pueda alterar la calidad del aire de manera significativa en el área de los Establecimientos.

Dicho ello, es importante que las autoridades ambientales realicen mayor seguimiento del parámetro benceno en los alrededores de los Establecimientos, con la finalidad de obtener datos sobre la afectación y/o comportamiento de este parámetro en los alrededores (viviendas y ambiente); toda vez que se realiza el monitoreo dentro del predio en donde se realiza la actividad económica de comercialización de combustibles, además que por sus características químicas el benceno podría tener un comportamiento de desplazamiento a otras zonas, lo cual sería cuestión de mayor análisis mediante redes articuladas de muestreo de aire a nivel local.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Nora Malca Casavilca por su valioso apoyo en el desarrollo de mi investigación de tesis; así como en el desarrollo del presente artículo; quien contribuye con su labor en la gestión sostenible ambiental e investigaciones.

## VIII. REFERENCIAS

- Cabrera Carranza, C. , Maldonado Dongo, M. , Arévalo Gómez, W. , Pacheco Abad, R. , Giraldo Vega, A. , & Loayza Cárdenas, S. (2002). Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 5(9), 47–52. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v5i9.664>
- de la Rosa Martínez, A. F., & Ramírez Peñaherrera, V. E. (2012). *Cuantificación de compuestos aromáticos (BTEX) en las emisiones gaseosas de fuentes móviles terrestres de gasolina en el Distrito Metropolitano de Quito* [Tesis, Universidad Central de Ecuador ]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/495>
- Iglesias León, S., & Gonzáles Torres, M. (2001). Situación de la contaminación atmosférica en Lima Metropolitana y Callao. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 4(7), 13–17. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v4i7.2565>
- Mallqui Vega, N. M., & Alvarez Gutierrez, P. J. (2019). Determinación de la concentración de benceno en aire en los asentamientos humanos cercanos a la refinería de Conchan-Lima 2019 [Tesis, Universidad Norbert Wiener ]. In *Universidad Privada Norbert Wiener*. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/3658>
- MINAM. (2012). *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Ministerio Del Ambiente. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>
- MINAM. (2017a). *Decreto Supremo N° 003-2017 que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establece disposiciones complementarias*. Ministerio Del Ambiente. <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2017/Junio/07/EXP-DS-003-2017-MINAM.PDF>

- MINAM. (2017b, July 7). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Decreto Supremo N° 003-2017*. Diario El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- MINAM. (2019). *Decreto Supremo N° 003-2017. Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire*. Ministerio Del Ambiente. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/434320/PROTOCOLO\\_MONITOREO\\_AIRE\\_compressed.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/434320/PROTOCOLO_MONITOREO_AIRE_compressed.pdf)
- MINEM. (2018). *Resolución Directoral N° 314-2018-DGAAE basado en el Informe Final de Evaluación N° 547-2018-MEM-DGAAE/DGAE*. Ministerio de Energía y Minas. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2992147/RD-314-2018.pdf.pdf?v=1649087857>
- MITECO. (2003). *De compuestos orgánicos volátiles*. Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos\\_organicos\\_volatiles.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.aspx)
- Repsol S.A. (2016a). *Ficha de Datos de Seguridad Gasohol 90 Plus*. [https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOHOL90PLUS\\_tcm76-83283.pdf](https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOHOL90PLUS_tcm76-83283.pdf)
- Repsol S.A. (2016b). *Ficha de Datos de Seguridad Gasohol 95 Plus*. [https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOHOL95PLUS\\_tcm76-83284.pdf](https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOHOL95PLUS_tcm76-83284.pdf)
- Romero Trigueros, C. (2015). Evaluación de la norma UNE EN 14662-3:2006 para la medida de benceno en aire ambiente: propuestas de modificaciones [Tesis, Universidad de Murcia]. In *Proyecto de investigación*: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/45948>
- Valverde, J. (2015). Estudio de la calidad del aire afectada por la actividad industrial en la urb. Primavera - distrito de El Agustino. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 18(35). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v18i35.11848>

#### Contribución de Autoría

Conceptualización: (César Dongo Cateriano); Curación de datos: (César Dongo Cateriano); Análisis formal: (César Dongo Cateriano y Nora Malca Casavilca); Adquisición de fondos: (No aplica); Investigación: (César Dongo Cateriano); Metodología: (César Dongo Cateriano y Nora Malca Casavilca); Administración del proyecto: (César Dongo Cateriano); Recursos: (César Dongo Cateriano); Software: (César Dongo Cateriano); Supervisión: (Nora Malca Casavilca); Validación: (Nora Malca Casavilca); Visualización: (César Dongo Cateriano y Nora Malca Casavilca); Redacción - borrador original: (César Dongo Cateriano); Redacción - revisión y edición: (César Dongo-Cateriano y Nora Malca- Casavilca)