

Concentración de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en Esmeraldas, Ecuador

*Concentration of carbon monoxide, nitrogen dioxide
and sulfur dioxide in Esmeralda, Ecuador*

Vladimir Obando-Perea

Universidad Técnica Luis Vargas Torres

vladimir.ob91@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9876-8602>

Edinson E. Castro-Uriarte

Universidad Técnica Luis Vargas Torres

ezeuriarte@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4043-428X>

Luis B. Cevallos-Guagua

Universidad Técnica de Machala

luiscevallosg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9424-5110>

River D. Bautista-Batioja

Universidad Técnica de Machala

riverbautista@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8172-9124>

Osmir Cabrera-Blanco

Universidad Técnica de Machala

ocblanco2015@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7882-7054>

Maribel Cuello-Pérez

Universidad Técnica de Machala

maribelcuello2015@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7086-6075>

Revista Cumbres Vol.8 N^o1

Versión electrónica ISSN 1390-3365

<http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

<http://doi.org/10.48190/cumbres.v8n1a3>

RESUMEN

Desde hace unos años la contaminación ambiental, debido a los gases de efecto invernadero, ha sido motivo de constante preocupación para la sociedad que ha ido tomando conciencia de los riesgos que ese tema acarrea para la vida de los seres vivos en el planeta. El objetivo de este trabajo consistió en determinar las concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en puntos de mayor densidad vehicular en la ciudad de Esmeraldas. Para la medición de los gases se eligió tres puntos de la ciudad: ave. Cristóbal Colon "sector de aire libre; ave. Jaime Hurtado (sector CODESA) y ave. Simón Bolívar (centro de la ciudad). Las mediciones se realizaron con tubos colorimétricos Drager específicos para la medición de cada uno de los gases de interés. Como resultado se obtuvo que la concentración de los gases determinadas en ningún caso estuvo por encima del límite permisible, siendo el monóxido de carbono el gas que se encontró en mayores concentraciones en los tres puntos evaluados y el valor máximo ($2845,5\mu\text{g}/\text{m}^3$) fue detectado en el punto 3, que coincide con ser el punto de mayor congestión vehicular a esa hora. Como conclusión podemos plantear que se evaluaron los niveles de contaminación ambiental, en tres puntos de la ciudad de Esmeraldas, Ecuador, producido por gases de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre emanados por la circulación de vehículos, encontrándose, en todos los casos, concentraciones por debajo de los límites permisibles, siendo el CO, en el punto 3, el gas para el que se obtuvo los valores más elevados de concentración de $2845,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\square 56,9$), encontrándose por debajo del valor máximo permisible de $40000\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Palabras clave: gases Contaminantes, Medio Ambiente, Efecto Invernadero.

ABSTRACT

For a few years, environmental pollution due to greenhouse gases has been a source of constant concern for society, which has become aware of the risks that this issue entails for the life of living beings on the planet. The objective of this work was to determine the concentrations of carbon monoxide, nitrogen dioxide and sulfur dioxide in points of higher vehicular density in the city of Esmeraldas. For the measurement of gases, three points in the city were chosen: ave. Christopher Columbus "outdoor sector; bird. Jaime Hurtado (CODESA sector) and Ave. Simon Bolivar (downtown). Measurements were made with specific Drager colorimetric tubes for the measurement of each of the gases of interest. As a result, it was obtained that the concentration of the gases determined was in no case above the permissible limit, carbon monoxide being the gas found in the highest concentrations in the three points evaluated and the maximum value ($2845.5\mu\text{g}/\text{m}^3$). it was detected at point 3,

which coincides with being the point of greatest vehicular congestion at the time studied. As a conclusion, we can state that the levels of environmental pollution were evaluated at three points in the city of Esmeraldas, Ecuador, produced by carbon monoxide, nitrogen dioxide and sulfur dioxide gases emitted by the circulation of vehicles, finding, in all cases, concentrations below the permissible limits, being CO, in point 3, the gas for which the highest concentration values of $2845.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 56.9) were obtained, below the maximum permissible value of $40000\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Keywords: pollutant Gases, Environment, Greenhouse Effect.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el resultado del desarrollo y progreso tecnológico ha originado diversas formas de contaminación, las cuales alteran el equilibrio físico y mental del ser humano. Debido a esto, la actual contaminación se convierte en un problema más crítico que en épocas pasadas (Franco, 2012). El surgimiento y desarrollo de las organizaciones mundiales sobre la gestión ambiental juega un papel fundamental en este aspecto, dado que, como resultado el desarrollo de sus operaciones, pueden considerarse los principales y más activos contaminantes. (Vidal, y Asuaga, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) actualmente, la contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. (Francisco, 2005), (OMS, 2018).

En las grandes ciudades, la contaminación del aire se debe a los escapes de gases de: los motores de explosión de las industrias y los aparatos domésticos de calefacción, que son liberado a la atmósfera, ya sea como gases, vapores o partículas sólidas capaces de mantenerse en suspensión, con valores superiores a los normales; estos perjudican la vida y la salud, tanto del ser humano como de animales y plantas. Rovira, en el 2015 reportó que, en las ciudades con un alto índice de población vehicular, una fuente de contaminación son los hidrocarburos provenientes de los gases contaminantes que emiten los vehículos, debido a una combustión incompleta, lo cual afecta directamente la salud de los pobladores de la ciudad. (Rovira, 15).

Según Pavón Domínguez, en el 2012, las mayores contribuciones de emisión de gases de combustión fueron provenientes de fuentes móviles y son aportadas por los vehículos con motores de combustión interna. Estos vehículos son responsables del 60 % de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), 35 % de dióxidos de azufre (SOx) con un 35 % y 65 % de COV'S (siendo estos últimos precursores del Smog fotoquímico, ozono troposférico y lluvia ácida con la consecuente afectación de los ecosistemas terrestres y acuáticos. (Pavón-Domínguez, 2012)

El sistema de propulsión más utilizado en la actualidad, es el motor de combustión interna alternativo (Téllez, 2016) cuya función es la generación de electricidad en el automóvil. También hay otras sustancias tóxicas que contaminan la atmósfera como son el plomo y el mercurio.

La contaminación del aire es un problema bien conocido que oscila entre los problemas locales de la calidad del aire, hasta los efectos globales que la humanidad enfrenta (Holman, 2015). Por ende, es importante que los habitantes de las grandes ciudades tomen conciencia de que el ambiente ecológico es una necesidad primaria. (Patiño & Patiño-Silva, O. F., 2021).

En Quito, capital del Ecuador, debido a la gran cantidad de vehículos que circulan diariamente, fue necesario dictar una ordenanza que regula la circulación vehicular a diario; en cambio en otras ciudades del país esta ordenanza no existe, ya que no se ha considerado necesaria.

En la ciudad de Esmeraldas ha existido un crecimiento del parque automotor como son vehículos, motos y embarcaciones, en los últimos años; estos se han convertido en la mayor fuente de emisión de gases contaminantes al aire, dentro de estos gases encontramos: los óxidos SOx los NOx, el CO, el CO₂, material particulado, el benceno, el plomo, entre otros tipos de gases.

El objetivo del presente trabajo consistió en Determinar las concentraciones del Dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), en puntos de mayor densidad vehicular en la ciudad de Esmeraldas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Puntos de la Ciudad para el Monitoreo

Para este estudio se fijaron tres puntos específicos de la ciudad de Esmeraldas, así como también se tomó en consideración el horario de mayor número de circulación vehicular para realizar el monitoreo mediante un sondeo general. De manera que el estudio se realizó en tres horas diferentes: de 8:00am a 9:00am; de 12:00pm a 1:00pm y de 5:00pm a 6:00pm y los tres puntos para realizar las mediciones fueron:

- PUNTO 1: Ave. Cristóbal Colón "Sector de Aire Libre
- PUNTO 2: Ave. Jaime Hurtado (Sector CODESA)
- PUNTO 3: Ave. Simón Bolívar (Centro de La Ciudad)

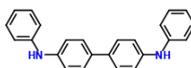
Medición de los Gases

Para llevar a cabo el análisis de las emisiones de gases contaminantes asociados a la circulación vehicular en la ciudad de Esmeraldas, se aplicará el método analítico y el sintético; utilizando tubos colorimétricos para la determinación de gases presente en el aire, permitiendo el cálculo y comparación con las Normas Ambientales. (Intecconic, sf)

Al pasar el aire a través del tubo, ocurre una reacción química cuyo producto presentará un color distintivo que, sobre una escala graduada e impresa en el tubo de vidrio, se puede leer la concentración del contaminante, indicada por la longitud de la zona que ha cambiado de color (Llamazares, 1987).

Se realizaron tres mediciones en cada punto de la ciudad en estudio, durante tres días, en el periodo comprendido del (23 al 25 de noviembre de 2020), expuesto por una hora cada vez. Para la medición, los tubos fueron colocados en postes de electricidad, a una altura estándar de dos metros a partir del piso. Los días fueron soleados, con ausencia de nubosidad y temperaturas cercana a los 30°C.

Tabla No. 1: Datos Técnicos de los Tubos Colorimétrico

Dióxido de nitrógeno		
Reacción Química	$\text{NO}_2 + $  \longrightarrow Producto	
Coloración	Gris claro a Gris azulado	
Rango de Medición	0 – 9544 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Tiempo de Muestreo	1-24h	
Dióxido de Azufre		
Reacción Química	$\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$	
Coloración	Gris azul cambia a Blanco	
Rango de Medición	0 – 133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Tiempo de Muestreo	1-24h	
Monóxido de Carbono		
Reacción Química	$5\text{CO} + \text{I}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7} \text{I}_2 + 5\text{CO}_2$	
Coloración	Blanco a Verde marrón	
Rango de Medición	0 a 5811 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Tiempo de Muestreo	1-24h	

Procesamiento estadístico:

El procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en las determinaciones se realizó con el programa Excel 2013. Con este programa se determinaron las medias geométricas de los valores obtenidos y las desviaciones estándar entre los mismos.

RESULTADOS

Resultados de la medición de los gases en el Sector de Aire Libre

Los resultados obtenidos en la medición de los gases en el punto uno del estudio, situado en la Ave. Cristóbal Colón "Sector de Aire Libre" se muestran a continuación en la Tabla No. 2.

Tabla No. 2: Resultado del monitoreo de NO₂, SO₂ y CO en el punto uno (Ave. Cristóbal Colón "Sector de Aire Libre")

Gas medido	Rango de medición (µg/m ³)	Horario de medición	Conc. (µg/m ³) (±DE)	Máximo permisible (µg/m ³)
NO ₂	0 - 9544	8:00 - 9:00am	37,4 (± 4,7)	200
		12:00 -1:00pm	18,7 (± 4,7)	
		5:00 -6:00pm	74,8 (± 4,7)	
SO ₂	0 - 133	8:00 - 9:00am	52,0 (± 5,2)	125
		12:00 -1:00pm	0,0	
		5:00 - 6:00pm	52,0 (± 6,5)	
CO	0 - 5811	8:00 - 9:00am	1138,2 (± 135,9)	40000
		12:00 -1:00pm	569,1 (± 40,2)	
		5:00 -6:00pm	1138,2 (± 72,5)	

Rango de medición, es el rango de medición, de la concentración de los gases, de los tubos expresados en ppm; Conc. (µg/m³), es la media de tres mediciones de la concentración del gas expresada en µg/m³; DE, Desviación Estándar; Máximo permisible, según la norma Norma de calidad del aire ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2011).

En la tabla anterior, en este punto del estudio se puede observar que la mayor concentración de los gases se obtuvo durante las horas picos, es decir en las horas de 8:00 a 9:00am y de 5:00 a 6:00pm que es el horario que coincide con el mayor movimiento vehicular producto de la transportación de los habitantes de la zona hacia las escuelas y hacia el trabajo (8:00 a 9:00am) y de regreso (5:00 a 6:00pm).

Para el caso del NO₂, los valores de concentración que se obtuvieron en el horario de 5:00 a 6:00pm (74,8 µg/m³), duplicaron los valores obtenidos en el horario de 8:00 a 9:00am (37,4 µg/m³).

Los otros dos gases en estudio (SO₂ y CO) tuvieron un comportamiento similar, ya que para ambos gases se obtuvieron los valores de mayor concentración en los horarios de 8:00 a 9:00am y de 5:00 a 6:00pm.

Mientras que para el SO₂ no se obtuvieron valores de concentración en el horario de 12:00 a 1:00pm; para el CO se obtuvieron los valores de concentraciones más elevadas de los tres gases en estudio (1138,2 µg/m³) en los horarios de 8:00 a 9:00am y en el de 5:00 a 6:00pm.

En general, todos los valores de concentración obtenidos para los tres gases se encuentran por debajo del valor de concentración máximo permisible establecido para cada gas en particular.

Resultados de la medición de los gases en el Sector Codesa

En la Tabla No. 3, se muestran los resultados obtenidos en la medición de los gases en el punto dos del estudio: Ave. Jaime Hurtado (Sector CODESA)

Tabla No. 3: Resultado del monitoreo de NO₂, SO₂ y CO en el punto 2 (Ave. Jaime Hurtado (Sector CODESA))

Gas medido	Rango de medición (µg/m ³)	Horario de medición	Conc. (µg/m ³) (±DE)	Máximo permisible (µg/m ³)
NO ₂	0 – 9544	8:00 - 9:00am	56,1 (± 4,7)	200
		12:00 -1:00pm	37,4 (± 4,7)	
		5:00 -6:00pm	93,5 (± 4,7)	
SO ₂	0 – 133	8:00 - 9:00am	26,0 (± 7,5)	125
		12:00 -1:00pm	26,0 (± 6,2)	
		5:00 - 6:00pm	52,0 (± 7,8)	
CO	0 - 5811	8:00 - 9:00am	2276,4 (± 125,6)	40000
		12:00 -1:00pm	1707,3 (± 40,2)	
		5:00 -6:00pm	2845,5 (± 56,9)	

Rango de medición, es el rango de medición, de la concentración de los gases, de los tubos expresados en ppm; Conc. (ppm/h), es la media de 3 mediciones de la concentración del gas expresada en partes por millón por hora; DE, Desviación Estándar; Máximo permisible, según la Norma de calidad del aire ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2011).

Como se puede observar en la tabla No.3, al igual que en las mediciones realizadas en el punto uno, también en este punto dos se obtuvieron los mayores valores de concentración para los tres gases en los horarios picos (8:00 - 9:00am y de 5:00 -6:00pm); dentro de estos, también se alcanzaron los máximos en el horario de 5:00 -6:00pm.

Para el caso del NO₂ no se llegó a duplicar el valor de concentración determinado en este punto, como si sucedió en el punto anterior (Tabla No. 2); no obstante, los valores obtenidos para este gas, en este punto dos, fueron superiores (93,5 µg/m³) a los obtenidos en el punto uno (Tabla No. 2; 74,8 µg/m³).

En el caso del SO₂ los valores de concentración obtenidos en los horarios de 8:00 - 9:00am y de 12:00 -1:00pm fueron similares (26,0 µg/m³), duplicándose en el horario de 5:00 -6:00pm (52,0); aunque estos valores obtenidos muestran concentraciones de este gas muy por debajo de los valores de concentraciones obtenidos para los otros dos gases.

Las concentraciones de CO obtenidas en este punto dos y mostradas en la tabla No. 3, son los valores más altos determinados en este estudio (2276,4 y 2845,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), siendo evidente que la mayor contaminación, relacionada con estos gases en estudio, es debido al CO.

En este punto de medición, a pesar de los altos valores de concentración obtenidos para el CO, en ningún caso, el valor de concentración determinado sobrepasó los valores máximos permitidos para estos gases en estudio.

Resultados de la medición de los gases en el Centro de La Ciudad

En la tabla No. 4, que se muestra a continuación, se pueden observar los resultados obtenidos en la medición de los gases en el punto tres del estudio, situado en la Ave. Simón Bolívar (Centro de La Ciudad)

Tabla No. 4: Resultado del monitoreo de NO₂, SO₂ y CO en el punto tres: Ave. Simón Bolívar (Centro de La Ciudad)

Gas medido	Rango de medición ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Horario de medición	Conc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ($\pm\text{DE}$)	Máximo permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	0 – 9544	8:00 - 9:00am	56,1 ($\pm 4,7$)	200
		12:00 -1:00pm	56,1 ($\pm 4,7$)	
		5:00 -6:00pm	37,42 ($\pm 4,7$)	
SO ₂	0 – 133	8:00 - 9:00am	26,0 ($\pm 5,2$)	125
		12:00 -1:00pm	26,0 ($\pm 6,5$)	
		5:00 - 6:00pm	0,0	
CO	0 - 5811	8:00 - 9:00am	1707,3 ($\pm 40,2$)	40000
		12:00 -1:00pm	1707,3 ($\pm 40,2$)	
		5:00 -6:00pm	1140,2 ($\pm 52,5$)	

Rango de medición, es el rango de medición, de la concentración de los gases, de los tubos expresados en ppm; Conc. (ppm/h), es la media de 3 mediciones de la concentración del gas expresada en partes por millón por hora; DE, Desviación Estándar; Máximo permisible, según la Norma de calidad del aire ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2011).

Los resultados obtenidos en este punto tres, correspondiente al centro de la ciudad, y que aparecen reflejados en la tabla No. 4, mostraron un comportamiento diferente a los obtenidos en los puntos uno y dos del estudio (Tablas No. 2 y 3), ya que los valores de concentración de los gases más elevados se encontraron en el horario 8:00 - 9:00am y de 12:00 -1:00pm. Este punto de muestreo se encuentra en el centro de la ciudad y contrario a los otros dos puntos en estudio, en el centro de la ciudad, los horarios de mayor

circulación de autos se encuentran en el horario de la mañana y del medio día, pudiéndose observar la congestión vehicular, en este punto de la ciudad, en esos horarios, por lo que esta pudiera ser la causa de que las mayores concentraciones de los gases en estudio, se observen en el horario de 8:00 a 9:00am y de 12:00 a 1:00pm en este punto.

Para el NO₂ se obtuvieron valores de concentración elevados en los horarios de 8:00 - 9:00am y de 12:00 -1:00pm (56,1 µg/m³ en ambos horarios), estos valores de concentración son similares a los valores de concentración obtenidos, para este mismo gas, en el punto dos (Tabla No. 3) en el horario de 8:00 - 9:00am.

En el caso del SO₂, lo valores obtenidos en este punto tres en los horarios de 8:00 - 9:00am y de 12:00 -1:00pm son similares a los valores obtenidos en el punto dos en estos horarios, con la diferencia que, en este punto tres, en el horario de 5:00 -6:00pm no se observó la presencia del mismo, mientras que en el punto dos en este mismo horario, de 5:00 -6:00pm, se duplicó el valor de concentración para este gas (52,0 µg/m³, Tabla No.3), esto puede deberse a que este punto de muestreo se encuentra ubicado en uno de los sectores de la ciudad donde confluyen la mayor afluencia de autos de las personas que regresan a sus hogares después de la jornada laboral.

Los valores de concentración obtenidos para el CO en este punto tres, son valores medios, comparados con los obtenidos en los puntos uno y dos del estudio (Tablas No. 2 y 3). Estos valores en este punto tres son superiores a los obtenidos en el punto uno (Tabla No. 2) pero inferiores a los obtenidos en el punto dos (Tabla No. 3).

Al igual que en los puntos anteriores, ninguno de los valores de concentración de los gases, llegó al valor máximo permisible.

DISCUSIÓN

El crecimiento económico y la globalización han originado evidentes beneficios, pero al mismo tiempo han provocado la aparición de nuevos riesgos. Existen dificultades e incertidumbres para identificar con exactitud la relación causal entre medio ambiente y salud. (García, y Arévalo, 2021). (Vargas, 2005). No obstante, se han relacionado las enfermedades respiratorias, el asma y las alergias con la contaminación del aire externo e interno, esta relación, entre la contaminación atmosférica y la salud, es cada día más conocida. El asma y las alergias han aumentado durante las últimas décadas en toda Europa, aproximadamente un 10 % de la población infantil padece alguna de estas enfermedades. (Fogelbach, y col. 2020), (Falcón-Rodríguez y col. 2017). Los agentes ambientales asociados a estos problemas de enfermedad son los óxidos de nitrógeno y azufre, las partículas en suspensión, ozono, metales, compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos. (Weiland y col., 2004)

Esmeraldas es un municipio de Ecuador, que se encuentra en la costa norte del país. El fenómeno de la congestión vehicular se encuentra en ascenso en esta ciudad, debido a ofertas de vehículos más accesibles, el ritmo de aumento del ingreso per cápita, la demanda de movilidad urbana y la falta de reglamentos técnicos vehiculares estrictos, que inciden en el aumento de la cantidad de vehículos que transitan hoy por nuestra ciudad; según datos de la Agencia Nacional de Tránsito y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en 10 años, desde el 2008 al 2018, aumentó en 2,7 veces (10183 en 2008 vs 27849 vehículos en 2018), la cantidad de vehículos, livianos y pesados en Esmeraldas, lo que se traduce en una mayor congestión vehicular y un aumento significativo de las emisiones de gases liberados por los vehículos, (Autos, Buses y motos) a la atmósfera. (Patiño & Patiño-Silva, O. F., 2021)

Los resultados obtenidos en este trabajo, indican que las mayores concentraciones de gases contaminantes se encontraron en los puntos: dos (Ave. Jaime Hurtado (Sector CODESA)) y el punto tres (Ave. Simón Bolívar (Centro de La Ciudad)) y en los horarios 8:00 - 9:00am y de 5:00 -6:00pm, horarios denominados "horarios picos de circulación" ya que es el momento de mayor congestión vehicular, por coincidir con el traslado de la población hacia el trabajo y las escuelas y de regreso hacia sus casas. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Rivera y cols. en el 2020 en un estudio de los horarios con mayores emisiones de gases contaminantes emitidas a la atmosfera, en la ciudad de Cuenca, obtuvieron resultados que mostraron que el horario de mayor emisión tiene lugar entre las 6:00 a 9:00am con valores picos registrados a las 7:00am. Además, a las 2:00pm las concentraciones de gases son menores, seguidas de un incremento de emisiones entre las 5:00 a 7:00pm (Rivera N, 2020)

Los resultados de las determinaciones de los gases contaminantes (NO₂, SO₂ y CO) obtenidos en el monitoreo en este trabajo, en los tres puntos de la ciudad, nos dio a conocer que las concentraciones de CO y SO₂, en las áreas del análisis del monitoreo con mayor congestión vehicular, no superan los límites permisibles, resultados similares son reportados en la literatura (Valdivia Arroyo, F. R. (2017), (Vega y col., 2017). Estos resultados pueden deberse a varios factores, reportados entre los que se encuentran: la reducción de actividades (suspensión de clases y trabajos presenciales) y como una consecuencia de esto, la disminución de la circulación vehicular por las restricciones en la pandemia y otra causa pueden ser las corrientes de aires que circulan en la ciudad debido a su ubicación geográfica (costera). (Hu, M., y col. 2021).

CONCLUSIONES

Como conclusión podemos plantear que se evaluaron los niveles de contaminación ambiental, en tres puntos de la ciudad de Esmeraldas, Ecuador, producido por gases de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre emanados fundamentalmente por la circulación de vehículos, en-

contrándose los valores más elevados para el monóxido de carbono: 1138,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 72,5$) en el punto 1; 2845,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 56,9$) en el punto 2 y 1707,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 40,2$) en el punto 3; aunque hay que significar que estos valores se encontraban por debajo del valor máximo permisible de 40000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Falcón-Rodríguez, C. I., Rosas-Pérez, I., & Segura-Medina, P. (2017). Correlation of immunologic mechanisms of asthma and air pollution. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 333-342.
- Fogelbach, G. G., Ramon, G. D., Staffeld, P. L., Sarabia, A. M. C., López, C. A. S. R., Duarte, P. A., ... & de Cordova Aguirre, J. C. F. (2020). Contaminación atmosférica en América Latina: impacto en la salud Y regulación actual-reporte del grupo del Comité de Aerobiología de la Sociedad Latinoamericana de Asma, Alergia e Inmunología. *Archivos de Asma, Alergia e Inmunología*, 4(4), 423-34.
- Francisco Vargas Marcos. (2005) La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Rev Esp Salud Pública*, 79 (2), 117-127.)
- Franco, J. F. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, 72, 193-204.
- García, Y. L., & Arévalo, M. R. (2021). La relación medio ambiente-salud: una experiencia interdisciplinaria para la enseñanza en el séptimo grado. (Original). Roca. *Revista científico-educacional de la provincia Gramma*, 17(1), 318-334.
- Holman, C., Harrison, R., & Querol, X. (2015). Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. *Atmospheric Environment*, 111, 161-169.
- Hu, M., Chen, Z., Cui, H., Wang, T., Zhang, C., & Yun, K. (2021). Air pollution and critical air pollutant assessment during and after COVID-19 lockdowns: Evidence from pandemic hotspots in China, the Republic of Korea, Japan, and India. *Atmospheric pollution research*, 12(2), 316-329.
- Inteconinc. (s.f.). Tubos Colorimétricos. <http://www.inteconinc.com/latam/index.php/productos/tubos-colorimetricos>
- Luna, S. Á., León, S. I., Baquero, J., & Tinoco, O. (2017). Factores que caracterizan la dispersión del dióxido de azufre en el Centro Histórico de Riobamba. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 20(39), 175-182.
- Llamazares, J. C. G. (1987). Detección de gases con tubos colorimétricos. *Química e industria*, (6), 500-501.

- Ministerio del Ambiente (2011). ACUERDO N° 050. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Acuerdo-50-NCA.pdf>
- OMS (2018). Calidad del aire y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Patiño-Sánchez, A. C., & Patiño-Silva, O. F. (2021). Impacto de la combustión del transporte terrestre en la calidad del aire y la salud pública en áreas urbanas. Una revisión. *Revista Nodo*, 15(30), 61-73.
- Pavón Domínguez, P. (2012-06-25). Estudio multirracial de la influencia de factores meteorológicos y químicos en la concentración de ozono troposférico (Tesis para aspirar al grado de doctor). Universidad de Córdoba. Córdoba, España.
- Rivera, N., Mata C., Lalangui, J., Bermeo, A., Valdez, L., Morocho, J. (2020). Análisis de emisiones contaminantes originados por el parque automotor en Cuenca. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E30,376-392.
- Rovira de Antonio, AJ., Muñoz Domínguez, M. (2015). Motores de combustión interna. Editorial UNED. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=-EfLCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Téllez, J., Rodríguez, A., y Fajardo A. (2006). Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. *Rev. Salud pública*. 8 (1): 108-117, 2006.
- Valdivia Arroyo, F. R. (2017). Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado El Arenal-Islay. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2432>.
- Vega-Luna, José Ignacio, Mario Alberto Lagos-Acosta, and Gerardo Salgado-Guzmán. (2017). Monitoreo de concentración de monóxido de carbono usando tecnología Long-Range. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*: 18 (2017): 73-83.
- Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). Gestión Ambiental en las Organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 18, 84-122.
- Weiland SK, Hüsing A, Strachan DP, et al. (2004) Climate and the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinitis, and atopic eczema in children. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(7):609-615.