

Monitoreo de Ozono Troposférico en la provincia de Ilo mayo y junio del 2019



Tropospheric Ozone Monitoring in the province of Ilo
May and June 2019

Rodolfo Rafael Sánchez Valencia
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Ilo Perú
rsanchezv@unam.edu.pe

Beatriz Chipana Rosa
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Ilo Perú
beatrizchipana.97@gmail.com

Wilfredo Atencio Coila
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Ilo Perú
wilfredoatencio20@gmail.com

Magaly Carmen Gutiérrez Condori
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Ilo Perú
gutierrezcarmen465@gmail.com

Abstract—Ozone is an important indicator of air quality in urban areas. In addition, it has a warming role in the terrestrial radiative forcing and due to its permanence in the atmosphere it is considered within the group of short-lived climatic pollutants (CCVC). At the undergraduate level, in the professional school of Environmental Engineering of the National University of Moquegua, an environmental monitoring study of tropospheric Ozone was carried out, during May and June 2019. Two sampling points were considered: 1. Station CA-01 at 100 m from the “mouse crossing” area near Ilo (69 meters above sea level), and 2. Station CA-02 at 100 meters from the “Óvalo Nuevo Ilo” area, located in the Pampa Inalámbrica (172 meters above sea level), in the Province of Ilo, Moquegua region.

According to the WHO Air Quality Guidelines, the methodology used was by active sampling; using a Sampling Train, brand Waza Instrument, model/series: GP01/GP120683, with calibration certificate N° CC-1384-2019; complying with the National Regulations of the General Directorate of Environmental Health (DIGESA, 2005) “air quality monitoring protocol and data management”. The samples were analyzed by the laboratory ALS LS PERU S.A. accredited by INACAL, according to Peruvian Technical Standard, NTP-ISO/IEC 17025:2006.

The results of the study were: Station CA-01, 1.70 ug/m³ and 1.68 ug/m³; and in Station CA-02, 1.692 ug/m³ and 1.686 ug/m³; for the months of May and June respectively. On both occasions, the environmental quality standard for air (DS N° 003-2017, MINAM), which is 100 ug/m³, was not exceeded.

This study allows us to infer that NO_x and VOC emissions as ozone precursor gases do not present high concentrations in the surroundings of stations CA-01 and CA-02 in the Province of Ilo.

Keywords—Tropospheric Ozone, Short-lived climate pollutants, General directorate of environmental health, Active sampling, Environmental quality standard, monitoring.

Resumen—El ozono es un importante indicador de la calidad del aire en zonas urbanas. Además, tiene un rol de calentamiento en el forzamiento radiativo terrestre, por su permanencia en la atmósfera está considerado dentro del grupo de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC). A nivel de pre-grado, en la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua, se realizó un estudio de monitoreo ambiental de Ozono troposférico, durante mayo y junio del 2019. Se consideraron 02 puntos de muestreo denominadas: 1. Estación CA-01 a 100 m de la zona “cruce del ratón” cercado de Ilo (69 msnm), y 2. Estación CA-02 a 100 m de la zona “Óvalo Nuevo Ilo”, ubicado en la Pampa Inalámbrica (172 msnm), en la Provincia de Ilo, región Moquegua.

De acuerdo a la Guías de la Calidad del Aire de la OMS, la metodología empleada fue por muestreo activo; utilizando un Tren de Muestreo marca Waza Instrument, modelo/serie: GP01/GP120683, con certificado de calibración N° CC-1384-2019; cumpliendo la Normatividad Nacional de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2005) “protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de datos”. Las muestras fueron analizadas por el laboratorio ALS LS PERU S.A. acreditado por INACAL, según Norma Técnica Peruana, NTP-ISO/IEC 17025:2006.

Los resultados del estudio fueron: Estación CA-01, 1.70 ug/m³ y 1.68 ug/m³; y en la Estación CA-02, de 1.692 ug/m³ y 1.686 ug/m³; para los meses de mayo y junio respectivamente. En ambas oportunidades no se superó el estándar de calidad ambiental para aire (D.S. N° 003-2017, MINAM) que es de 100 ug/m³.

El estudio nos permite inferir que las emisiones de NOx y COV como gases precursores de Ozono, no presentan concentraciones elevadas en el entorno de las estaciones CA-01 y CA-02 en la Provincia de Ilo.

Palabras claves—Ozono Troposférico, CCVC, DIGESA, Muestreo activo, ECA, monitoreo.

I. INTRODUCCIÓN

El ozono (O₃) es un potente agente oxidante que se forma en la tropósfera, mediante una compleja serie de reacciones fotoquímicas en las que participan la radiación solar, el dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Es un contaminante secundario que se genera por la presencia de los contaminantes precursores a condiciones meteorológicas adecuadas (Cec.org, 1990). La luz solar visible, correspondiente a una región con mayores longitudes de onda, activa la reacción del oxígeno del aire con los compuestos de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno provenientes de la actividad de quema de combustibles, es decir, el medio resulta en presencia de oxígeno más hidrocarburos, y NOx en reacción con la luz visible tiene como resultado ozono troposférico (Gon Alez-Arias & Horta-Rangel, 2017). Por su naturaleza puede llegar a incrementar su valor en las temporadas de primavera y verano, especialmente en las áreas suburbanas y rurales que están directamente influenciadas por la contaminación industrial (Ceballos et al., 2018).

El ozono (O₃) se ha constituido en uno de los principales contaminantes atmosféricos en las grandes ciudades del mundo en términos de concentración, persistencia, ubicuidad y poder oxidante (Sendar et al., 2018). Su influencia en la salud se basa principalmente en su toxicidad y poca capacidad de dilución, provoca que el ozono troposférico penetre en las capas respiratorias e irrite las mucosas y los tejidos pulmonares (Delgado Saborit, 2005). La inhalación aguda o la exposición de este contaminante produce inflamación pulmonar y daño celular al epitelio de la cavidad nasal, a los bronquios y bronquiolos, así como a los macrófagos alveolares, lo cual provoca la hiperreactividad bronquial, la inducción y el agravamiento de las crisis de asma (González et al., 2004).

II. METODOLOGÍA

Se utilizó el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de aire de DIGESA, 2005; cumpliendo los procedimientos para la ubicación y posicionamiento de los puntos de muestreo.

TABLA 1. PUNTOS DE MONITOREO

Ubicación física	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Norte/Sur	Este/Oeste	
Cruce de Ratón (Puerto) (CA-01)	251443	8047184	69 msnm
Óval de Nuevo Ilo (CA 02)	252839	8047004	172msnm

Fuente: Elaboración Propia.

2.1. Mapa de los puntos de monitoreo

ILUSTRACIÓN 1

Ubicación de puntos de monitoreo



Fuente: Google Earth

III. MATERIALES Y MÉTODO

- Frasco Dreschell
- Solución captadora IK en Buffer de Fosfato 50
- Cadena custodia
- Cooler
- Tablero de Trabajo
- Extensión eléctrica
- Conos para seguridad
- EPP

2.1. Equipos

- Tren de Muestreo (Waza Instrument GP01/GP120683)
- GPS.

2.2. Método

Se aplicó el método activo y se utilizó un Tren de Muestreo. Se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual), o una solución química (muestreador activo automático) durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis.

Las muestras del contaminante se recolectaron (medio físico o químico) y su análisis se realizó en el laboratorio ALS LS PERU S.A. Los criterios de la aplicación de este método fueron: su fácil manejo, el presupuesto económico, confiabilidad y precisión. En cada punto de monitoreo se ejecutaron dos repeticiones en fechas diferentes (mayo y junio). Finalmente, los resultados fueron evaluados y comparados con los estándares de calidad ambiental para aire (D.S. N° 003-2017 - MINAM, 2017).

IV. PROCEDIMIENTO

1. Comprobación de la bomba.
2. Programación de las horas de monitoreo en el timer.
3. Preparación y disposición de soluciones absorbentes (recibidas del laboratorio de análisis) al que se enviarán las muestras para su análisis respectivo, manteniéndose refrigeradas para su estabilidad.
4. En el tren de muestreo se instalan los burbujeadores o impingers.
5. Proceder a medir el caudal con la que se succiona el aire por medio captador con el rotámetro debidamente calibrado.
6. Luego de finalizar el monitoreo de 8 horas se procede a abrir el Tren de Muestreo y a retirar la tapa del burbujeador, la muestra (solución absorbente) es retirada para ser trasvasada a un frasco de plástico ámbar; posteriormente, es rotulada y puesta a refri-

geración hasta su transporte al laboratorio.

TABLA 2. MÉTODO EMPLEADO EN EL MONITOREO DE O₃

Parámetro	Solución captadora de muestreo	Volumen de la solución captadora	Tiempo (horas)	Flujo l/m	Tipo de almacenamiento
O ₃	Solución de 1 % IK en buffer de fosfato 0.1 M	50 ml	8	0.5	Frasco de plástico ámbar

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS

TABLA 3. CONDICIONES AMBIENTALES

Condiciones ambientales	Unidad	
	1º Periodo de Monitoreo (mayo)	2º Periodo de Monitoreo (junio)
Temperatura Ambiental	20 °C y 19 °C	18 °C y 19 °C
Presión Atmosférica	760 mmHg	760 mmHg

Fuente: Elaboración propia.

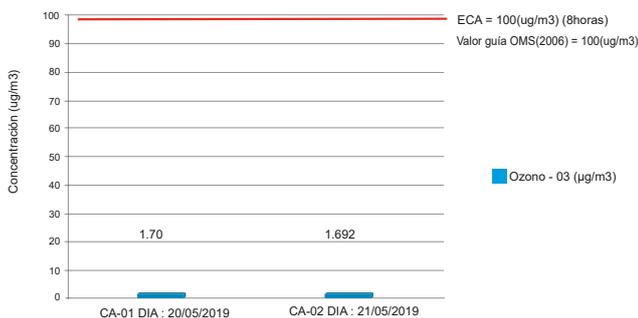
TABLA 4. PUNTOS DE MONITOREO

Puntos de monitoreo	Estación	Fecha de muestreo	Parámetro	Concentración promedio diario	Unidad	Eca aire
Cruce de Ratón (Puerto)	CA - 01	20-05-2019	O ₃	1.70	µg/m ³	100
		05-06-2019		1.680		
Óvalo de Nuevo Ilo	CA - 02	21-05-2019	O ₃	1.692		
		06-06-2019		1.686		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 1. RESULTADOS DEL PRIMER PERIODO DE MONITOREO O₃

Ozono - O₃ (µg/m³)



Fuente: Elaboración propia.

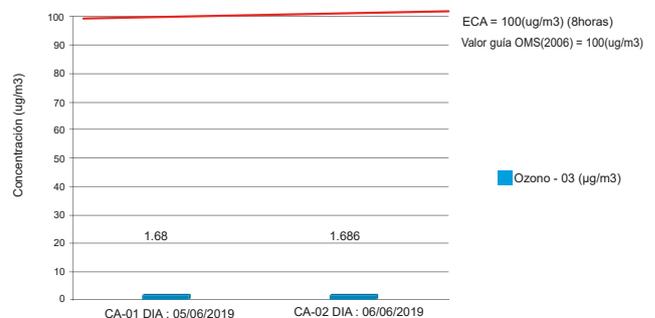
Los monitoreos se realizaron a condiciones ambientales de P y T°, y a un flujo controlado :

- Con fecha 20-05-2019, la concentración de O₃ en la estación CA-01 fue de 1.70 µg/m³.
- Con fecha 21-05-2019, la concentración de O₃ en la estación CA-02 fue de 1.692 µg/m³.

En ambos casos las concentraciones medidas no sobrepasan el ECA, 2017 MINAM. (100 µg/m³) como se observa en el Gráfico 1.

GRÁFICO 2. RESULTADOS DEL SEGUNDO PERIODO DE MONITOREO O₃

Ozono - O₃ (µg/m³)



Fuente: Elaboración propia.

Los monitoreos se realizaron a condiciones ambientales de P y T°, y a un flujo controlado:

- Con fecha 05-06-2019, la concentración de O₃ en la es-

tación CA-01 fue de 1.680 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Con fecha 06-06-2019, la concentración de O_3 en la estación CA-02 fue de 1.686 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En ambos casos las concentraciones medidas no sobrepasan el ECA, 2017 MINAM. (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) como se observa en el Gráfico 2.

VI. DISCUSIÓN

Los niveles de concentración del contaminante de ozono en ambas estaciones, CA-01 (Cruce de Ratón-Puerto) y CA-02 (Ovalo del Nuevo Ilo), no superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 003-2017-MINAM. Cabe la posibilidad de que un factor que incide en la generación de Ozono Troposférico es la insolación solar, y que en las fechas programadas la hora de monitoreo fue las 14:00 horas, tanto en mayo como junio del 2019, reportándose un nivel de radiación solar por debajo de 6 UV con cielo nublado y con una dirección de viento de SE a 4 m/s. Otro factor, el tránsito vehicular, no era considerablemente alto, presentando un promedio de 7 vehículos por minuto. Por otra parte, se infiere que las emisiones de NO_x y COV como gases precursores de Ozono, no son elevadas en los alrededores de los puntos de monitoreo CA-01 y CA-02 en la provincia de Ilo.

VII. CONCLUSIONES

- Los resultados de la investigación de campo de la concentración Ozono Troposférico en las estaciones CA-01 y CA-02 realizados en los meses de mayo y junio del 2019, no sobrepasan los valores establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM, ECA para Aire; así como tampoco sobrepasan los valores de las Guías de la Calidad del Aire de la OMS.
- Al no detectarse elevadas concentraciones de O_3 se deduce que las emisiones de NO_x y COV (gases precursores de Ozono) de fuentes móviles no son elevadas en los alrededores de los puntos de monitoreo CA-01 y CA-02 en la provincia de Ilo.
- Las concentraciones de O_3 en la provincia de Ilo, según los datos obtenidos, no son de alto riesgo para la salud humana.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Ceballos, M., Segura, P., Alarcón, E., Gutiérrez, E., García, J., Ramos, P., Reaño, M., García, B., Villeta, C., García, M., Aranda, J., Prima, H., Veiras, X., Bárcena, J., García, J., Belmonte, P., Luengo, P., Navascués, E., & Hernández, K. (2018). La contaminación por ozono en el Estado español durante 2018. *Ecologistas en acción*, 20-24. <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2018/10/informe-ozono-2018.pdf>
- [2] D.S. N° 003-2017 - MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Normas Legales El Peruano, 6-9. <https://doi.org/10.3354/meps08245>
- [3] Delgado Saborit, J. M. (2005). Efectos del ozono y NO_2 . Validación e implementación de técnicas de captación pasiva para el estudio de los niveles y efectos de ozono troposférico y dióxido de nitrógeno en un área costera mediterránea, 2, 2-27.
- [4] DIGESA. (2005). Protocolo de Calidad del Aire. http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf
- [5] Gonzalez-Arias, A., & Horta-Rangel, F. A. (2017). Ozono, contaminación ambiental y la medicina basada en evidencias. *Ozone, environmental pollution and the evidence-based medicine. Rev. Cub. Fis*, 34(70). <https://content-ebshost-com.ezproxy.unibague.edu.co/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=124257195&S=R&D=fua&EbscoContent=dGJyMNxb4kSepq84zOX0OLCmr0%2BeqK5Ssaq4S7eWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzprk%2B1prFQuePfgeyx44Dt6fIA>
- [6] González, R., Romay, C., Díaz-Llera, S. (2004). Estudios sobre genotoxicidad del ozono. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 23(3), 177-183.
- [7] Sendar, C., Nery, D., Citlalin, L. N., Roman, V., María, C., Mendoza, L. (2018). Efectos de la contaminación ambiental por ozono en el sistema nervioso central. 10(8), 3720-3726.