

Incidencia de la cuarentena por covid-19, en la calidad del aire (NO₂) de la ciudad de Lima

Incidence of the quarantine due to covid-19, in the air quality (NO₂) of the city of Lima

Erick Chávez Flores ¹

Recibido: 01/07/2020 - Aprobado: 30/10/2020 - Publicado: 30/11/2020

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo, evaluar la incidencia de la cuarentena por covid-19, en la variación de la concentración de NO₂ (dióxido de nitrógeno) en los meses de marzo, abril y mayo del año 2019 y 2020, en la ciudad de Lima. Se realizó bajo un enfoque cuantitativo y su diseño fue no experimental. Se emplearon los boletines ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI (2019) y (2020), (mes de marzo, abril y mayo). Se aplicó un análisis inferencial mediante la prueba U de Mann-Whitney empleando el programa SPSS 25. La prueba U de Mann-Whitney arrojó, que la aplicación del aislamiento social obligatorio (cuarentena) presentó una diferencia significativa (U=28845.50, p<0.05) en la concentración de NO₂ (µg/m³) para el año 2020 respecto al 2019 (marzo, abril y mayo). Asimismo, durante los meses de marzo 2019-2020 (U=3511, p<0.05), abril 2019-2020 (U=2758, p<0.05) y mayo 2019-2020 (U=2422.5, p<0.05) presentaron diferencias significativas. Se concluyó que el aislamiento social obligatorio (cuarentena) a causa de la covid-19 generó un impacto positivo en la calidad de aire en la ciudad de Lima; disminuyendo la concentración de NO₂ (µg/m³) en los meses de marzo, abril y mayo para el año 2020, debido por la escasa circulación vehicular del transporte público y particular.

Palabras clave: Calidad de aire; covid-19; cuarentena; dióxido de nitrógeno; U de Mann-Whitney.

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the incidence of quarantine due to covid-19, in the variation of the concentration of NO₂ (nitrogen dioxide) in the months of March, April and May of the year 2019 and 2020, in the city of Lima. It was carried out under a quantitative approach and its design was non-experimental. The environmental bulletins of the National Institute of Statistics and Informatics (INEI) for 2019 and 2020 (March, April and May) were used. An inferential analysis was applied using the Mann-Whitney U test using the SPSS 25 program. The Mann-Whitney U test showed that the application of compulsory social isolation (quarantine) presented a significant difference (U = 28845.50, p <0.05) in NO₂ concentration (µg / m³) for the year 2020 compared to 2019 (March, April and May). Likewise, during the months of March 2019-2020 (U = 3511, p <0.05), April 2019-2020 (U = 2758, p <0.05) and May 2019-2020 (U = 2422.5, p <0.05) showed significant differences. It was concluded that the mandatory social isolation (quarantine) due to covid-19 generated a positive impact on air quality in the city of Lima; decreasing the concentration of NO₂ (µg / m³) in the months of March, April and May for the year 2020, due to the low vehicular circulation of public and private transport.

Keywords: Air quality; covid-19; quarantine; nitrogen dioxide; U Mann-Whitney.

¹ Magíster en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. E-mail: erick.chavez@unmsm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

El Perú finalizó el aislamiento social obligatorio (cuarentena) el 30 de junio de 2020 (Decreto Supremo N° 094-PCM, 2020) y aun continuará en estado de emergencia sanitaria hasta el 7 de setiembre de 2020 (Decreto Supremo N° 008-SA, 2020); estas dos medidas fueron tomadas en relación al avance del coronavirus (Covid-19) a nivel nacional como medida de prevención y control de dicha enfermedad. En la ciudad de Lima, el impacto ha generado un mayor número de personas contagiadas a nivel nacional; y esto ha llevado que el Gobierno establezca las medidas de prevención y así, evitar el colapso del sistema de salud. Lima, concentra el mayor número de comercios y zonas industriales, sumado al incremento del parque automotor en diversos distritos, ocasionando grandes volúmenes de contaminación. El informe de IQAir (2019), considera al Perú como uno de los países que presenta mayor concentración de contaminación promedio anual a nivel de Latinoamérica; uno de estos factores es por el incremento del parque automotor y el empleo de combustibles de bajos estándares que acrecienta la mala calidad de aire afectando la salud pública. La medida, estado de cuarentena, ha significado un comportamiento positivo por parte de la población en los tres primeros meses (marzo, abril y mayo) presentando una repercusión positiva en la calidad del medio ambiente a nivel nacional, pero particularmente en Lima. Asimismo, el Estado deberá garantizar que estos comportamientos continúen hacia la nueva normalidad después del 30 de junio 2020 y contribuyan adoptar medidas de sostenibilidad a largo plazo en beneficio de la salud pública.

1. Contaminación atmosférica

Martínez Ataz & Díaz de Mera Morales (2004) definen la contaminación atmosférica como: “la presencia en el aire de materia o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza” (p.13). Esto se enmarca tanto en el ámbito mundial, nacional, regional y local, estos contaminantes pueden darse de forma directa o indirecta en perjuicio de la salud de las personas y/o ser vivo. De acuerdo con el Banco Mundial (2016) la contaminación atmosférica ha representado desde el año 1990 un costo humano y económico, siendo considerado un riesgo para la salud a nivel mundial, causando fallecimientos prematuros y disminuyendo la calidad de vida. Generalmente, la contaminación atmosférica deriva de las grandes industrias que generan gases contaminantes a la salud. La contaminación atmosférica supone un peligro para el medio ambiente y la población, y con ello el riesgo de un ambiente sostenible, a causa de los altos niveles de contaminación por parte de las industrias, empleo de combustibles, entre otros factores. Para Calvo, D.; Molina, M. y Salvachúa (2009), los contaminantes atmosféricos se clasifican de la siguiente manera: (a) Sustancias químicas, conformado en primer lugar por contaminantes primarios: partículas, compuestos de azufre, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, compuestos orgánicos, compuestos halogenados, metales pesados y olores. En segundo lugar, por contaminantes secundarios, dados por reacciones químicas a partir de los contaminantes primarios: trióxido de azufre y nitrógeno, ácido sulfúrico y nítrico, ozono troposférico y nitratos de peroxiacetilo. (b) Formas de energía, conformado por

los contaminantes: radiaciones ionizantes (radiaciones alfa, beta, gamma y rayos X), no ionizantes (radiaciones ultravioletas, infrarrojas, radiofrecuencias y microondas) y el ruido (contaminación acústica).

1.1. Principales contaminantes

Según la Organización Mundial de la Salud-OMS (2016) cerca del 90% de las personas a nivel mundial respiran aire que no cumplen con las guías de la calidad de aire recomendada por la misma organización. Entre los principales contaminantes, la Organización Mundial de Salud -OMS (2005) destaca cuatro contaminantes comunes como: (1) Material particulado (PM), presentan dos tipos de material: partículas gruesas (entre 2,5 a 10 μ) y partículas finas (menor a de 2,5 μ). (2) Ozono (O_3), se forma a través de reacciones fotoquímicas en luz solar y otros contaminantes atmosféricos. (3) Dióxido de nitrógeno (NO_2), se forma en los procesos con la combustión, principalmente donde se emiten en el tráfico por carretera. (4) Dióxido de azufre (SO_2), es emitido por actividades humanas, que pueden afectar la salud.

En el Perú, estos contaminantes entre otros, son monitoreados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI (Sánchez & Ordóñez, 2011), mediante estaciones de monitoreo de la calidad del aire, ubicadas en diverso distritos de Lima. Asimismo, se encuentran considerados como contaminantes primarios al material particulado (PM), dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre y el ozono es considerado como contaminante secundario.

1.2. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

A partir del año 2005, se aprueba la Ley General del Ambiente N°28611 (2020), con la finalidad de un garantizar un desarrollo sostenible. En el año 2008, se crea el Ministerio del Ambiente (MINAM), encargado de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y fijar los Límites Máximos Permisibles (LMP), con la finalidad de garantizar la calidad y protección ambiental. Los ECA, son instrumentos de gestión ambiental, conforme a la Ley N° 28611 miden: “la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa un riesgo significativo para la salud de las personas”. Esta medida rige a nivel nacional, con la finalidad de preservar la calidad del ambiente. Integrándose cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental como: Aire, Suelo, Ruido, Agua y Radiaciones ionizantes.

Con el DS N° 074-2001-PCM (2001), se estableció el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire; siendo derogada por el Decreto Supremo N° 003-MINAM (2017), donde se estableció los nuevos parámetros para el ECA del aire como: Benceno (C_6H_6), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$), Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}), Mercurio Gaseoso Total (Hg), Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O_3), Plomo (Pb) en PM_{10} y Sulfuro de Hidrógeno (H_2S); con la finalidad de brindar

un control de la calidad ambiental del aire y no presenten cierto riesgo al medio ambiente.

1.3. Contaminación del aire

Para Yassi et al. (2002) definen la contaminación del aire como: “emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos (lluvia o nieve), y depositarlos o diluirlos por medio del viento y el movimiento del aire” (p. 239). El MINAM es el encargado controlar los Límites Máximos Permisibles (LMP) en las actividades socioeconómicas, según el sector y actividad son regulados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE), Ministerio de Energías y Minas (MINAM) y Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En el año 2001, el Consejo Nacional Ambiental (CONAM), realizó un Inventario de Emisiones Atmosféricas, identificando en Lima Metropolitana y Callao, los sectores de transporte e industrial reportaron un 86% y 14% de emisiones atmosféricas respectivamente (citado en Sánchez & Ordóñez, 2011). Las emisiones en el sector transporte, se dan mayormente en el transporte público generando un riesgo en el ambiente (calidad de aire) y concentrándose zonas urbanizadas. Asimismo, en el informe del MINAM-Ministerio del Ambiente (2013), las emisiones de CO provienen en su mayoría de automóviles (83.79%) Mientras, las unidades de transporte público son los responsables de emisiones de óxido de nitrógeno y particulares menores a 10 micras. Según Riojas-Rodríguez et al. (2016), sostienen que en los países de América Latina y El Caribe, las zonas mayormente urbanizadas y de creciente desarrollo económico presentan un mayor número de emisiones en los sectores de energía y transporte. Entre los principales factores, se destaca las emisiones de las industrias y parque automotor, este último por la combustión de diversos combustibles y la antigüedad del transporte público, agravado por el tráfico en las denominadas horas punta o de mayor congestión vehicular, incrementando el riesgo ambiental y contaminación del aire.

2. Cuarentena por covid-19

El coronavirus (Covid-19), tiene su origen en China, específicamente en la ciudad de Wuhan, inicialmente la OMS lo considero como una epidemia, pero el 11 de marzo del 2020 a través de un comunicado decretó a la covid-19 como una pandemia. Esta enfermedad, registró su primer caso (26 de febrero de 2020) en Brasil, siendo el primer país de América del Sur. Con lo cual diversos países tomaron las medidas de prevención y contención de la propagación de dicha enfermedad. En el Perú, el presidente Ing. Martín Vizcarra Cornejo, realizó el anuncio del primer caso positivo por la covid-19 el 6 de marzo de 2020, con lo cual decretó Estado de Emergencia y Aislamiento Social Obligatorio (Cuarentena) el 15 de marzo de 2020, por quince días; mediante Decreto Supremo N°044-PCM (2020), además de la prohibición del uso de transporte público y autos particulares a nivel nacional. Asimismo, su prórroga mediante Decreto Supremo N°051-PCM (2020), Resolución de Presidencia Ejecutiva N°66-2020-ATU/PE (2020), y Decreto Supremo N° 083-PCM (2020), este último decreto, permitió el reinicio de la afluencia del transporte público con un aforo del 50% y mediante

Resolución de Presidencia Ejecutiva N°66-2020-ATU/PE (2020), se dispuso la regulación del transporte público en Lima y Callao a un 100% de la flota. El 23 de mayo de 2020, se decretó la última prórroga con el Decreto Supremo N° 094-PCM (2020), (finalización de la cuarentena).

El Perú, al establecer estas medidas de prevención ante el avance de la covid-19, ha disminuido parcialmente el colapso del sistema de salud, así también se generó un impacto positivo en los primeros meses en los indicadores ambientales. De acuerdo a IQAir (2020), se mostraron resultados significativos en la reducción de $PM_{2.5}$ en 9 de 10 ciudades a nivel mundial en comparación al año 2019; en base a las medidas de confinamiento decretadas por los gobiernos a causa del coronavirus; mostrando un porcentaje entre 9% a 60% de reducción en la contaminación del aire a excepción de Roma. Sin embargo, el avance de la pandemia presenta un impacto negativo significativo; según el Banco Mundial (2020), las proyecciones del Producto Bruto Interno (PBI) real para el Perú, se estima una contracción cerca del 12% en su crecimiento para el año 2020. De igual manera, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), mediante un informe, afirma que el distanciamiento implica un efecto negativo en la economía mediante la desaceleración de la producción y reducción de la demanda agregada de bienes y servicios. En base a ello, el gobierno peruano, estableció mediante Decreto Supremo N° 080-PCM (2020), la reanudación de las actividades económicas a nivel nacional, a través de cuatro fases: Minería e industria (fase 1), Construcción (fase 2), Servicios y turismo (fase 3) y Comercio (fase 4). Cada una de estas fases, se establecen con los protocolos de seguridad dadas por cada Ministerio y con la finalidad de reactivar la economía y que la población se adecue hacia una nueva normalidad.

II. METODOLOGÍA

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, basado en el análisis y evaluación de la incidencia de la cuarentena en la variación de la calidad de aire. El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipularon las variables (Hernández Sampieri et al., 2014). Para la recopilación de la información, se utilizó los boletines ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI (2019) y (2020) desde el mes de marzo a mayo de los años 2019 y 2020. Para los análisis estadísticos se empleó el programa estadístico SPSS 25.

III. RESULTADOS

Análisis descriptivo

A partir de los datos registrados en los boletines ambientales del INEI de las estaciones: Carabayllo, San Martín de Porres, Santa Anita, Villa María del Triunfo, San Juan de Lurigancho, Huachipa, Ate y San Borja, para el monitoreo de la calidad del aire se obtuvieron las siguientes concentraciones del NO_2 ($\mu g/m^3$).

En la Figura 1, se observa el promedio de concentración de NO_2 ($\mu g/m^3$) para el año 2019 y 2020; evidenciándose una disminución en el promedio, en la variación de

concentración NO₂ (µg/m³) de 46.24%, 47.52% y 60.91% en el mes de marzo, abril y mayo del 2020 respecto al 2019, meses en que se decretó el aislamiento social obligatorio (cuarentena).

En la Figura 2, se describe la demanda de diesel (miles de barriles/día) a nivel nacional, en base a los reportes del OSINERGIM-Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2019) se halló una disminución en la variación de la demanda de diesel de 5.75%, 21.05% y 27.28% para los meses de marzo, abril y mayo para el año (2020) respecto al año 2019. Esto puede ser explicado por la escasa presencia de automóviles y el transporte público, considerando que el sector transporte es el principal consumidor de diesel y su vinculación por la emisión del NO₂ (µg/m³).

Análisis inferencial

De la Tabla 1, se realizó la prueba U de Mann-Whitney, comparando las medianas de la concentración de NO₂ (µg/m³) para el año 2019 y 2020 (mes de marzo, abril y mayo). Se evidenció que existe una diferencia significativa (U=28845.50, p<0.05); debido a la aplicación del aislamiento social obligatorio (cuarentena) en los meses de marzo, abril y mayo del año 2020.

De la Figura 3, se observa el Box plot de la concentración de NO₂ (µg/m³) para el año 2019 y 2020 (mes de marzo, abril y mayo), se comprobó que la medida del aislamiento social obligatorio (cuarentena) contribuyó a una reducción en la mediana de la concentración de NO₂ (µg/m³) para el año 2020 (Med=15.15) en comparación al año 2019 (Med=28.00), a consecuencia de la escasa

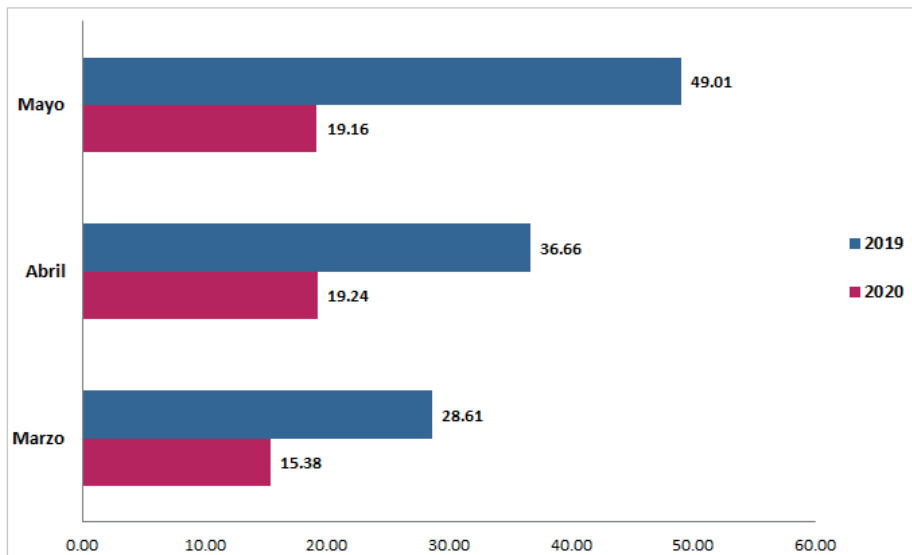


Figura 1. Promedio de concentración de NO₂ (µg/m³)

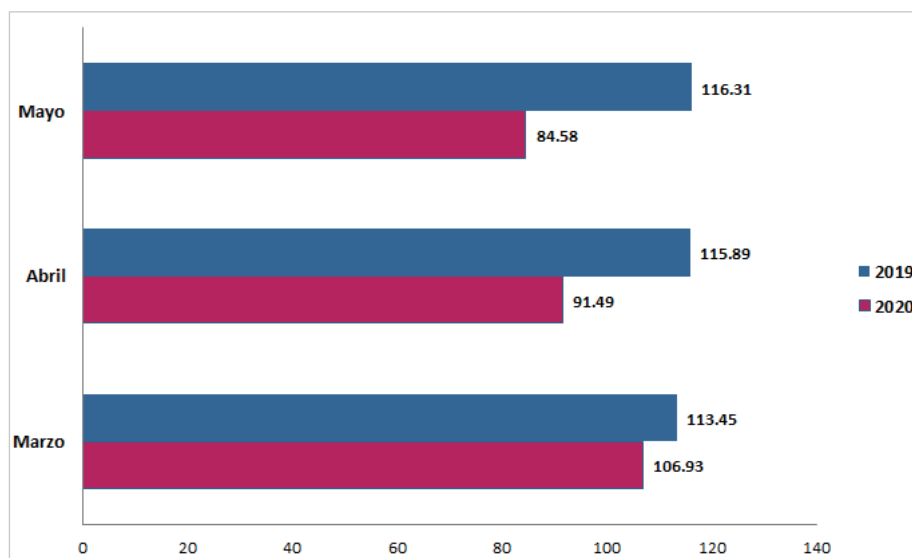


Figura 2. Demanda de diesel (miles de barriles/día)

circulación de flota de transporte público y automóviles en la ciudad de Lima.

De la Tabla 2, se observa la comparación de la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre los meses de marzo, abril y mayo correspondiente a los años 2019 y 2020. Los resultados descriptivos muestran una disminución en las medianas de la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en los meses de marzo (Med=12.40), abril (Med=21.60) y mayo (Med=17.00) del año 2020 respecto al año 2019. Además, los resultados de la prueba U de Mann-Whitney evidenciaron que existen diferencias significativas en el mes de marzo 2019-2020 ($U=3511$, $p<0.05$), abril 2019-2020 ($U=2758$, $p<0.05$) y mayo 2019-2020 ($U=2422.5$, $p<0.05$) a raíz de la medida del aislamiento social obligatorio (cuarentena);

generando un impacto positivo en la calidad del aire en la ciudad de Lima en los meses de marzo, abril y mayo del año 2020.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación, evidencian que existe una diferencia significativa en la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el año 2020 respecto al 2019 (mes de marzo, abril y mayo) a causa de la medida de aislamiento social obligatorio (cuarentena). Conforme al informe de Ecologistas en Acción-España (2020), la contaminación atmosférica por NO_2 , es el principal problema que incide en la calidad de aire en ciudades urbanas. A partir de

Tabla 1. Prueba U de Mann-Whitney

NO_2 (Dióxido de nitrógeno)	Año	Med	U	p
Microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2019	28.00	28845.50	0.000
	2020	15.15		

Nota: Med=Mediana, U=prueba de Mann-Whitney, p=probabilidad de significancia.

Fuente: Elaboración propia

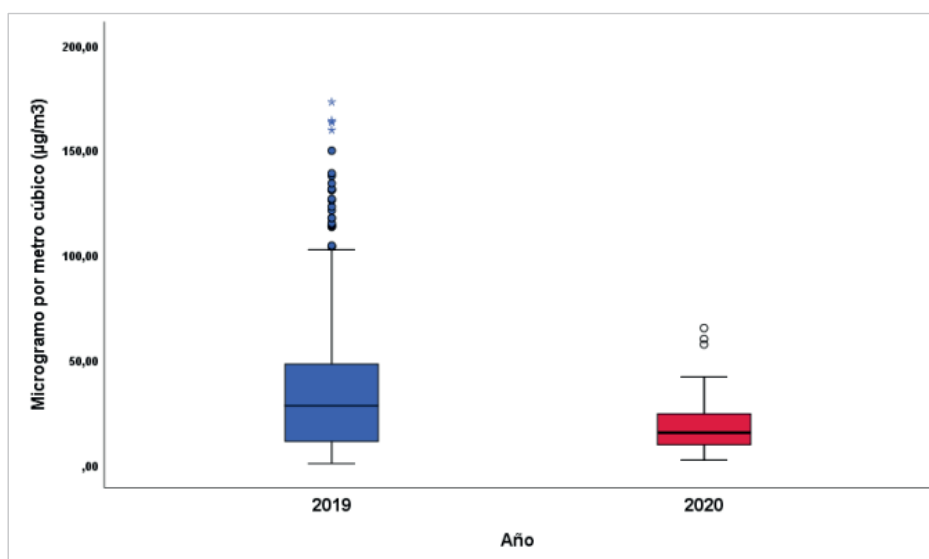


Figura 3. Box plot de la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) según año

Tabla 2. Prueba U de Mann-Whitney

NO_2 (Dióxido de nitrógeno)	Año	Med	U	p
Microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Marzo 2019	23.40	3511	0.000
	Marzo 2020	12.40		
	Abril 2019	27.45	2758	0.007
	Abril 2020	21.60		
	Mayo 2019	40.05	2422.5	0.000
	Mayo 2020	17.00		

Nota: Med=Mediana, U=prueba de Mann-Whitney, p=probabilidad de significancia.

Fuente: Elaboración propia

las medidas de confinamiento en España, dicho estudio concluyó que hubo una reducción del 55% de nivel de contaminación respecto a la última década. En el caso de Lima, se registró una disminución en la demanda de diesel en los meses de marzo, abril y mayo de 5.75%, 21.05% y 27.28% en comparación al año 2019; a partir del aislamiento social obligatorio (cuarentena), medida que prohibió la movilización de las personas y el flujo vehicular del transporte público y particular a nivel nacional. Además, las concentraciones de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) presentaron diferencias significativas en los meses de marzo, abril y mayo en el año 2020 respecto al año 2019. Estos resultados, se confirman con la investigación de Urdanivia, F.; García, A.; Medina, E.; Garay, R.; Aguirre, R. y Enciso, (2020), las concentraciones de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) registradas después de la cuarentena son menores en comparación al inicio del estado de emergencia; en base al registro del mes de marzo del año 2020 de las estaciones de Santa Anita (zona este) y Villa María del Triunfo (zona sur) debido a una disminución en las emisiones de vehículos con diesel (89%) y de zonas industriales; así como también de condiciones meteorológicas. Si bien, el efecto de la covid-19, ha traído en corto plazo un impacto positivo en la calidad de aire de la ciudad de Lima por la cuarentena; se debe mantener la sostenibilidad del mejoramiento del ambiente, fiscalizando las unidades de transporte público y promoviendo con mayor énfasis el desuso de las unidades antiguas, además de diversificar otros medios de transportes alternativos y el mejoramiento de vías de transportes para evitar la aglomeración del transporte público.

V. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos evidencian una disminución en la variación del promedio de la concentración NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la demanda de diesel (miles de barriles/día) en los meses de marzo, abril y mayo del periodo 2019-2020.
2. Se demostró que la prueba U de Mann-Whitney presentó una diferencia significativa ($U=28845.50$, $p<0.05$) debido a la aplicación de la cuarentena; teniendo como resultado una disminución de la mediana en la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del periodo 2019-2020. De igual forma, en los meses de marzo, abril y mayo del periodo 2019-2020; se demostró que existen diferencias significativas ($p<0.05$); debido a que en una primera etapa se prohibió la circulación del transporte público y particular generando un disminución en las emisiones de NO_2 y contribuyendo positivamente en la calidad de aire en Lima y a su vez en el bienestar de la salud de la población a corto plazo.

VI. AGRADECIMIENTOS

A la Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por admitir la publicación de la presente investigación.

VII. REFERENCIAS

- Banco Mundial. (2016). *Sistema Nacional de Información Ambiental-SINIA*. Informe El Costo de La Contaminación Atmosférica. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/costo-contaminacion-atmosferica>
- Banco Mundial. (2020). *Global Economic Prospects, June 2020 | Global Economic Prospects*. Global Economic Prospects. <https://doi.org/https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1553-9>
- Calvo, D.; Molina, M. y Salvachúa, J. (2009). Ciencias de la Tierra y Medioambientales. In España: McGraw-Hill. (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CEPAL. (2020). América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19 Efectos económicos y sociales. *Informe Especial Covid-19, 1*, 1–15. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45337>
- Decreto Supremo N° 008-SA. (2020). Diario Oficial el Peruano. *Declara En Emergencia Sanitaria a Nivel Nacional Por El Plazo de Noventa (90) Días*, 01. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declara-en-emergencia-sanitaria-a-nivel-decreto-supremo-n-008-2020-sa-1863981-2/>
- Decreto Supremo N° 080-PCM. (2020). Diario Oficial el Peruano. *Decreto Supremo Que Aprueba La Reanudación de Actividades Económicas En Forma Gradual y Progresiva*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-reanudacion-de-actividades-ec-decreto-supremo-n-080-2020-pcm-1865987-1/>
- Decreto Supremo N° 083-PCM. (2020). Diario Oficial El Peruano. *DIARIO EL PERUANO*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-prorroga-el-estado-de-emergencia-nacional-decreto-supremo-n-083-2020-pcm-1866214-1/>
- Decreto Supremo N°044-PCM. (2020). Diario Oficial el Peruano. *Declara Estado de Emergencia Nacional Por COVID-19*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declara-estado-de-emergencia-nacional-po-decreto-supremo-n-044-2020-pcm-1864948-2/>
- Decreto Supremo N°051-PCM. (2020). *Diario Oficial El Peruano*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/prorroga-del-estado-de-emergencia-nacional-declarado-mediant-decreto-supremo-no-051-2020-pcm-1865180-2/>
- Decreto Supremo N° 003-MINAM. (2017). Diario Oficial el Peruano. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Aire y Establecen Disposiciones Complementarias*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- Decreto Supremo N° 094-PCM. (2020). *Diario Oficial el Peruano*. Decreto Supremo Que Establece Las Medidas Que Debe Observar La Ciudadanía Hacia Una Nueva Convivencia Social. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-establece-las-medidas-que-debe-observar-decreto-supremo-n-094-2020-pcm-1866708-1/>
- DS N° 074-2001-PCM. (2001). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. *DS N° 074-2001-PCM*. [https://doi.org/DS N° 074-2001-PCM](https://doi.org/DS%20N%20074-2001-PCM)

- Ecologistas en Acción-España. (2020). *Efectos de la crisis de la covid-19 en la calidad del aire urbano en España*. Informe. <https://www.ecologistasenaccion.org/140177/informe-efectos-de-la-crisis-de-la-covid-19-en-la-calidad-del-aire-urbano-en-espana/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., María del Pilar Baptista Lucio, D., & Méndez Valencia Christian Paulina Mendoza Torres, S. (2014). *Metodología de la investigación (6ta Ed.)*. https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN_LECTOR_PROGRAMA_ALTO_MANDO_NAVAL_2020/2_Hernandez_Fernandez_y_Baptista-Metodologia_Investigacion_Cientifica_6ta_ed.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. (2019). *Informe técnico. Estadísticas Ambientales (marzo, abril y mayo 2019)*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-estadisticas-ambientales-abril-2019.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. (2020). *Informe técnico. Estadísticas Ambientales (marzo, abril y mayo 2020)* (Issue 4). <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/estadisticas-ambientales/>
- IQAir. (2019). World's Most Polluted Countries in 2019 - PM2.5 Ranking. <https://www.iqair.com/World-Most-Polluted-Countries>. <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>
- IQAir. (2020). COVID-19 Impact On Air Quality In 10 Major Cities. In *Casanz* (Vol. 53, Issue December). <https://www.iqair.com/blog/air-quality/report-impact-of-covid-19-on-global-air-quality-earth-day>
- Ley General del Ambiente N°28611. (2020). Diario Oficial El Peruano. <http://www.Leyes.Congreso.Gob.Pe/Documentos/Leyes/28611.Pdf>
- Martínez Ataz, E., & Díaz de Mera Morales, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=sLE8xbtcK-gC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Martínez,+E.+y+Díaz,+Y.+\(2004\).+Contaminación+atmosférica.+Cuenca:+Universidad+de+Castilla-La+Mancha.&ots=DPLqIOA1kl&sig=kSoJh1F7f8HruxuzFM8PxDiRiV4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=sLE8xbtcK-gC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Martínez,+E.+y+Díaz,+Y.+(2004).+Contaminación+atmosférica.+Cuenca:+Universidad+de+Castilla-La+Mancha.&ots=DPLqIOA1kl&sig=kSoJh1F7f8HruxuzFM8PxDiRiV4#v=onepage&q&f=false)
- MINAM-Ministerio del Ambiente. (2013). *ESDA | Estudio de Desempeño Ambiental*. Informe. <http://www.minam.gob.pe/esda/>
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>
- Organización Mundial de Salud -OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. *Informe Salud Pública y Medio Ambiente*. https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/
- OSINERGIM-Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2019). *Reporte de demanda de diesel por año (marzo, abril y mayo de 2019)*. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/SCOP/SCOP-DOCS/2019/03.3_-_Demanda_de_Diesel_por_Año_Hasta_Diciembre_2019.pdf
- OSINERGIM-Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2020). *Reporte de demanda de diesel por año (marzo, abril y mayo de 2020)*. https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/Paginas/SCOP-DOCS/scop_docs.htm
- Resolución de Presidencia Ejecutiva N°66-2020-ATU/PE. (2020). Diario Oficial el Peruano. *Resolución Autoridad de Transporte Urbano Para Lima y Callao-ATU*. www.atu.gob.pe
- Riojas-Rodríguez, H., Da Silva, A. S., Texcalac-Sangrador, J. L., & Moreno-Banda, G. L. (2016). Air pollution management and control in Latin America and the Caribbean: Implications for climate change. *Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health*, 40(3), 150–159. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/31229>
- Sánchez, O. R., & Ordóñez, C. G. (2011). Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011. *Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica-SENAMHI*, 1–69. www.senamhi.gob.pe
- Urdanivia, F.; García, A.; Medina, E.; Garay, R.; Aguirre, R. y Enciso, C. (2020). Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao. *Informe Técnico SENAMHI*, 1–14. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/348>
- Yassi, A., Kjellström, T., de Kok, T., Guidotti, T. L., Mundial La Salud Instituto Nacional De Higiene, O. DE, & Microbiología Ministerio De Salud Pública De Cuba, E. Y. (2002). *SALUD AMBIENTAL BÁSICA-PNUMA*. <http://www.rolac.unep.mx>

