

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Efectos del aislamiento social obligatorio por COVID-19 en la  
calidad del aire (NO<sub>2</sub>, PM 2.5) en San Juan de Lurigancho, Lima  
– Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Joselyn Patricia Jurado Sandoval

Leysi Lisbeth Valentín Vásquez

**Asesor:**

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, abril de 2021

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

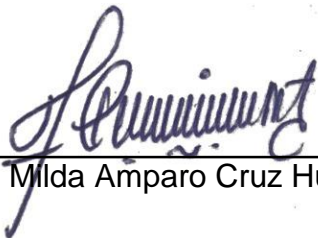
Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Efectos del aislamiento social obligatorio por COVID-19 en la calidad del aire (NO<sub>2</sub>, PM 2.5) en San Juan de Lurigancho, Lima – Perú”** constituye la memoria que presenta las Bachilleres Joselyn Patricia Jurado Sandoval y Leysi Lisbeth Valentín Vásquez para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 13 días del mes de abril del año 2021.



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 13 días día(s) del mes de **abril** del año 2021 siendo **las 18:50 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Ing. Nancy Curasi Rafael** y **Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas** y el asesor **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Efectos del aislamiento social obligatorio por covid-19 en la calidad del aire (NO2, PM 2.5) en San Juan de Lurigancho, Lima -Perú" de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **LEYSI LISBETH VALENTIN VÁSQUEZ** ..... b) **JOSELYN PATRICIA JURADO SANDOVAL** .....

..... c) .....  
 conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** .....  
(Nombre del Título profesional)  
 con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **LEYSI LISBETH VALENTIN VÁSQUEZ** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Con nominación de <b>Muy Bueno</b>	Sobresaliente

Candidato (b): **JOSELYN PATRICIA JURADO SANDOVAL** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Con nominación de <b>Muy Bueno</b>	Sobresaliente


Candidato (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
 Presidente  
 Mg. Iliana Del Carmen  
 Gutierrez Rodríguez

  
 \_\_\_\_\_  
 Secretario  
 Ing. Orlando Alan  
 Poma Porras

\_\_\_\_\_  
 Asesor  
 Mg. Milda Amparo  
 Cruz Huaranga

\_\_\_\_\_  
 Miembro  
 Ing. Nancy Curasi  
 Rafael

\_\_\_\_\_  
 Miembro  
 Mg. Joel Hugo  
 Fernandez Rojas

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (a)  
 Leysi Lisbeth Valentin  
 Vásquez

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (b)  
 Joselyn Patricia  
 Jurado Sandoval

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (c)

---

# EFFECTOS DEL AISLAMIENTO SOCIAL OBLIGATORIO POR COVID-19 EN EL AIRE (NO<sub>2</sub>, PM 2.5) DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA – PERÚ

*Effects of obligatory social isolation by COVID-19 on air quality (NO<sub>2</sub>, P; 2.5) in San Juan de Lurigancho, Lima – Peru*

*Efeitos do isolamento social obrigatório COVID-19 na qualidade do ar (NO<sub>2</sub>, PM 2.5) em San Juan de Lurigancho, Lima – Peru*

---

Leysi Valentín-Vásquez<sup>1</sup> , Joselyn Jurado-Sandoval<sup>2</sup>  & Milda Cruz Huaranga<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lurigancho, Lima, Perú. Correo: [lisbethvalentin@upeu.edu.pe](mailto:lisbethvalentin@upeu.edu.pe)

<sup>2</sup> EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lurigancho, Lima, Perú. Correo: [joselynjurado@upeu.edu.pe](mailto:joselynjurado@upeu.edu.pe)

<sup>3</sup> EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lurigancho, Lima, Perú. Correo: [mildacruz@upeu.edu.pe](mailto:mildacruz@upeu.edu.pe)

Fecha de recepción: 06 de abril de 2021.

Fecha de aceptación: de esto nos encargamos nosotros.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más preocupantes del siglo XXI, se le atribuye más de 2 millones de muertes cada año. El Material Particulado y el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) provenientes de la combustión incompleta de los vehículos, representan el 80% de la contaminación del aire en Lima, capital del Perú. El aislamiento social obligatorio medida implementada para la disminución de los contagios por la pandemia de COVID-19 ha mejorado la calidad del aire en las principales ciudades del mundo.

**OBJETIVO.** Evaluar los efectos del aislamiento social obligatorio por COVID-19 en la calidad del aire de San Juan de Lurigancho en los períodos 16 de marzo – 30 de abril del 2019 (meses sin aislamiento social obligatorio) y 16 de marzo – 30 de abril del 2020 (meses con aislamiento social obligatorio). **MÉTODO.** Se procesaron los datos de las concentraciones de los parámetros NO<sub>2</sub> y PM 2.5 de la estación de Monitoreo de Calidad de Aire de San Juan de Lurigancho. La frecuencia de los datos procesados fue horaria, aquellas horas que no presentaron datos fueron tratadas con técnicas de imputación a través del programa R Studio y finalmente, se realizó la prueba de t-student. **RESULTADOS.** Se evidencia una reducción significativa de 18.9 ug /m<sup>3</sup> y 11.74 ug/m<sup>3</sup> en los parámetros PM 2.5 y NO<sub>2</sub> respectivamente, en comparación a los meses sin aislamiento social obligatorio. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** El aislamiento social obligatorio

---

tuvo incidencia en la calidad del aire en San Juan de Lurigancho, siendo determinante para la reducción de estos contaminantes.

**Palabras claves:** COVID-19, Aislamiento Social, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Air pollution is one of the most worrying environmental problems of the 21st century, with more than 2 million deaths attributed to it every year. Particulate matter and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) from the incomplete combustion of vehicles account for 80% of air pollution in Lima, the capital of Peru. The mandatory social isolation measure implemented to reduce the spread of the COVID-19 pandemic has improved air quality in major cities around the world. **OBJECTIVE.** To assess the effects of obligatory social isolation by COVID-19 on air quality in San Juan de Lurigancho in the periods 16 March - 30 April 2019 (months without obligatory social isolation) and 16 March - 30 April 2020 (months in obligatory social isolation). **METHOD.** The concentrations of parameters NO<sub>2</sub> and PM 2.5 of the Air Quality Monitoring Station of San Juan de Lurigancho were processed. The frequency of the processed data was hourly, those hours that did not present data were treated with imputation techniques through the R Studio program and finally, the t-student test was performed. **RESULTS.** There was a significant reduction of 18.9 ug /m<sup>3</sup> and 11.74 ug/m<sup>3</sup> in the parameters PM 2.5 and NO<sub>2</sub> respectively, compared to the months without obligatory social isolation. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** Obligatory social isolation had an impact on air quality in San Juan de Lurigancho, being decisive for the reduction of these pollutants.

**Keywords:** COVID-19, Social Isolation, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** A poluição atmosférica é um dos problemas ambientais mais preocupantes do século XXI, sendo-lhe atribuídos mais de 2 milhões de mortes por ano. O Material Particulado e o Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) provenientes da combustão incompleta dos veículos, representam 80% da poluição do ar em Lima, capital do Peru. O isolamento social obrigatório, medida implementada para a redução das infecções pela pandemia de COVID-19, melhorou a qualidade do ar nas principais cidades do mundo. **OBJETIVO** Avaliar os efeitos do isolamento social obrigatório por COVID-19 na qualidade do ar de San Juan de Lurigancho nos períodos de 16 de março - 30 de abril de 2019 (meses sem isolamento social obrigatório) e 16 de março - 30 de abril de 2020 (meses com isolamento social obrigatório). **MÉTODO.** Foram processados os dados das concentrações dos parâmetros NO<sub>2</sub> e PM 2.5 da Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar de San Juan de Lurigancho. A frequência dos dados processados foi horária, aquelas horas que não apresentaram dados foram tratadas com técnicas de imputação através do programa R Studio e finalmente, realizou-se o teste de t-student. **RESULTADOS.** Verifica-se uma redução significativa de 18.9 ug /m<sup>3</sup> e 11.74 ug/m<sup>3</sup> nos parâmetros PM 2.5 e NO<sub>2</sub>, respectivamente, em comparação com os meses sem isolamento social obrigatório. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** O isolamento social obrigatório teve incidência na qualidade do ar em San Juan de Lurigancho, sendo determinante para a redução destes poluentes.

**Palavras-chave:** COVID-19, Isolamento Social, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>.

---

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema ambiental más preocupante en pleno siglo XXI. Sus efectos son las principales causas que contribuyen en acrecentar los índices de enfermedades y muertes en el mundo [1]. La Organización Mundial de la Salud señala que se pueden atribuir más de 2 millones de muertes cada año a consecuencia de la contaminación atmosférica y refiere que existen cuatro contaminantes comunes en el aire, de ellos el Material Particulado y el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>). [2]

El Material Particulado es una compleja mezcla compuesta de partículas sólidas y líquidas compuestos orgánicos que se encuentran suspendidas en el aire [3]. Las partículas que son de diámetro de 2.5 micras generan mayor peligro para el hombre ya que al respirar pueden llegar hasta los bronquiolos y alterar el cambio pulmonar de gases. Así mismo señala que de los Óxidos de Nitrógeno el Dióxido de Nitrógeno es el más tóxico y que afectan el tracto respiratorio[4]. Estos contaminantes son productos de la combustión incompleta que en su mayoría provienen de los vehículos.[5]

A nivel mundial, la contaminación en las ciudades regularmente emana de dos fuentes principales: móvil, generada por el parque automotor, y otra fija, producida por la industria [6]. En función de la ciudad, los tipos de medios de transporte colaboran entre un 15% y un 70% a la contaminación del aire en áreas urbanas [7].

Lima la capital del Perú, es el departamento más poblado teniendo más de diez millones de habitantes, el 80% de su contaminación atmosférica proviene del parque automotor [8]. Los desplazamientos por trabajo y/o estudio representan gran parte de los viajes en la ciudad de Lima, de ello el 65.3% de la población se moviliza en transporte público (combis, buses, cústers, taxis colectivos, metropolitano, metro de Lima y/o corredores complementarios) de estos medios de transporte más del 80% de la población emplea los buses, cústers y combis [9].

El distrito de San Juan de Lurigancho contempla el 12 % del total de población del departamento de Lima, llegando a catalogarse como el distrito más poblado del Perú. [10] .

Por otro lado, la pandemia de la COVID-19 es el tema de salud que a nivel mundial representa el mayor desafío que enfrentó la sociedad desde la Segunda Guerra Mundial [11] . Los primeros casos reportados fueron en la ciudad de Wuhan (Hubei, China), entre noviembre y diciembre del 2019. [12].

---

El 31 de diciembre del 2019, se comunicó una alerta epidemiológica local; sin embargo, desde el mes de enero a marzo del 2020, la epidemia se expandió a todo el mundo[13]. El 30 de enero del 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró emergencia de salud pública dándole importancia de nivel internacional, y el 11 de marzo decreta el estado de pandemia. Dentro de las medidas para la disminución de los contagios por la COVID-19, el 23 de enero se inició en varios países del mundo el confinamiento o aislamiento social obligatorio.

El estado peruano, declaró bajo Decreto Supremo N°044-2020-PCM estado de emergencia nacional debido a las arduas circunstancias que están afectando la vida de la Nación a causa del brote del COVID—19. Entre una de sus medidas establece limitar el derecho de libertad de tránsito de las personas “aislamiento social obligatorio” el cual rige a partir del 16 de marzo del 2020.

Existe información de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) y la ESA (European Space Agency), que debido a la pandemia se ha mejorado la calidad atmosférica en las principales ciudades del mundo prueba de ellos es Wuhan quien ha reducido hasta un 30% la contaminación atmosférica [8].

En dicho contexto, esta investigación buscó comparar los efectos del aislamiento social por COVID-19 en el aire (PM2.5,NO2) en el distrito de San Juan de Lurigancho en los períodos marzo – abril del 2019 (meses sin aislamiento social obligatorio) y marzo – abril del 2020 (meses con aislamiento social obligatorio), a fin de evaluar la incidencia de lo antes mencionado en la calidad del aire.

## **MÉTODO**

### **Área de estudio**

Esta investigación se llevó a cabo en el distrito de San Juan de Lurigancho que cuenta con una población urbana de 1 038 495 habitantes, posee una superficie de 131.25 km<sup>2</sup> (Figura 1) ocupando el 4.91% de la provincia de Lima y el 0.38% del Departamento del mismo nombre [10]. Los 3 primeros meses del año presenta un clima cálido y mientras que los meses restantes cuenta un clima húmedo y templado con precipitaciones escasas y pronunciada nubosidad que mantiene el cielo cubierto [14].

Presenta un clima de tipo desértico con 18°C en promedio. Con presencia de humedad en las zonas de Zárate y seco en la Quebrada Canto Grande [15].

---



**Figura 1.** Ubicación del Distrito de San Juan de Lurigancho

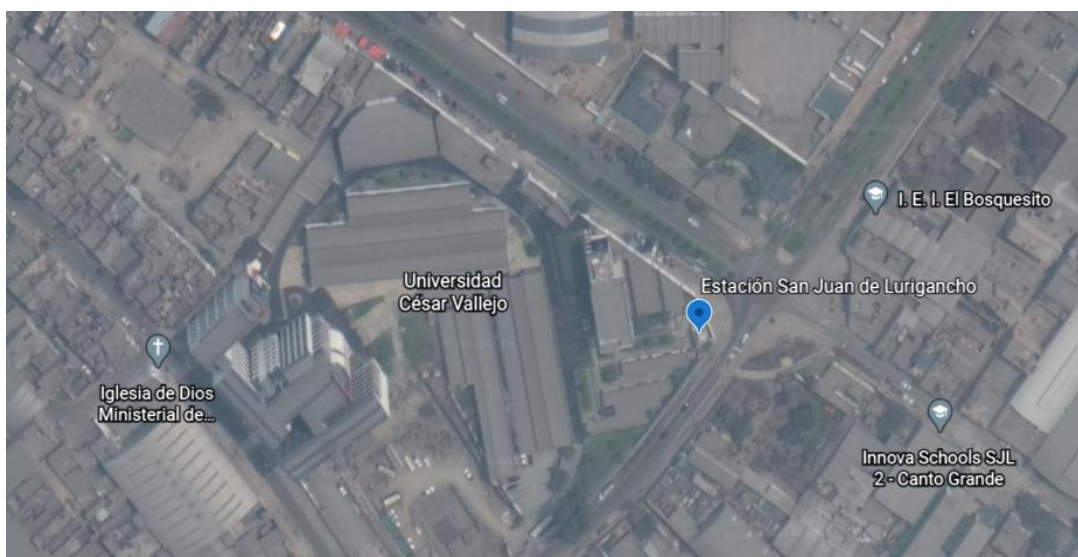
### **Periodo de estudio**

Para evaluar los efectos que produjo el aislamiento social obligatorio en la calidad del aire se compararon los datos de los parámetros NO<sub>2</sub> y PM 2.5 con frecuencia horaria desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, en dos periodos: un año antes del aislamiento social obligatorio (16 de marzo 2019 hasta el 30 de abril del año 2019) y durante el aislamiento social obligatorio (16 de marzo del 2020 hasta el 30 de abril del año 2020).



## Técnicas de análisis de datos

Se procesó los datos de las concentraciones de los parámetros NO<sub>2</sub> y PM 2.5 de la estación de Monitoreo de Calidad de Aire de San Juan de Lurigancho, la cual se ubica dentro de las instalaciones de la Universidad César Vallejo (Figura 2). En la tabla 1, se muestra las coordenadas de la estación de monitoreo de la calidad del aire, la data registrada de la estación en mención se encuentra disponible en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La frecuencia de los datos procesados fue horaria, aquellas horas que no presentaron datos fueron tratadas con técnicas de imputación a través del programa R Studio y finalmente, se realizó la prueba de t-student.



**Figura 2.** Ubicación de la Estación San Juan de Lurigancho

**Tabla 1.** Ubicación de la estación de monitoreo de calidad de aire

Estación:	SAN JUAN DE LURIGANCHO
Dirección:	Universidad Cesar Vallejo de S.J.L, Av. Del Parque cdra. 06, Urb. Canto Rey
Coordenadas:	Lat.: 11°58'53.89" S Long.: 76°59'57.29" W - Alt.: 240 msnm.

En la tabla 2, se muestran los métodos, técnicas y marca de los equipos que realizan el monitoreo de los parámetros: Dióxido de Nitrógeno y Material Particulado menor a 2.5 micras, de la estación de monitoreo de la calidad de aire de San Juan de Lurigancho.

**Tabla 2.** Datos de la estación de monitoreo de calidad de aire

Parámetro	Método	Técnica	Marca
Material Particulado menor a 2.5 micras (PM2.5)	Automático	Atenuación de Rayos	THERMO
		Beta Monitor 5014i	SCIENTIFIC
Dióxido de Nitrógeno NO2	Automático	Quimioluminiscencia Analizador T200	TELEDYNE

## RESULTADOS

Este artículo de investigación trabajó con 2 muestras, las cuales fueron agrupadas por periodos de tiempo: meses sin aislamiento social obligatorio por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2019) y meses con aislamiento social obligatorio por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2020). Para el análisis de datos se utilizó la prueba t-student, en la tabla 3 y tabla 4 se muestran los resultados estadísticos.

En la tabla 3, se observa que el valor estadístico de prueba (23.08) es mayor al valor crítico de t (1.96), por lo que se rechaza la hipótesis nula, la cual establece que el aislamiento social obligatorio no tiene incidencia en la calidad del aire en San Juan de Lurigancho, en referencia al parámetro NO2.

**Tabla 3.** Prueba t para medias de dos muestras relacionadas, Dióxido de Nitrógeno (NO2).

	<i>NO2 - 2019</i>	<i>NO2 - 2020</i>
Media	20.96	9.22
Varianza	292.13	34.67
Observaciones	1128.00	1128.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	1127.00	

Estadístico t	23.08
P(T<=t) una cola	0.00
Valor crítico de t (una cola)	1.65
P(T<=t) dos colas	0.00
Valor crítico de t (dos colas)	1.96

---

En la tabla 4, se observa que el valor estadístico de prueba (42.49) es mayor al valor crítico de t (1.96), por lo que se rechaza la hipótesis nula, la cual establece que el aislamiento social obligatorio no tiene incidencia en la calidad del aire en San Juan de Lurigancho, en referencia al parámetro PM 2.5.

**Tabla 4.** Prueba t para medias de dos muestras relacionadas, Material Particulado menor a 2.5 micras (PM 2.5).

	<i>PM 2.5 - 2019</i>	<i>PM 2.5 - 2020</i>
Media	28.87	9.88
Varianza	214.27	37.35
Observaciones	1128.00	1128.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.15	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	1127.00	
Estadístico t	42.49	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.65	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	1.96	

---

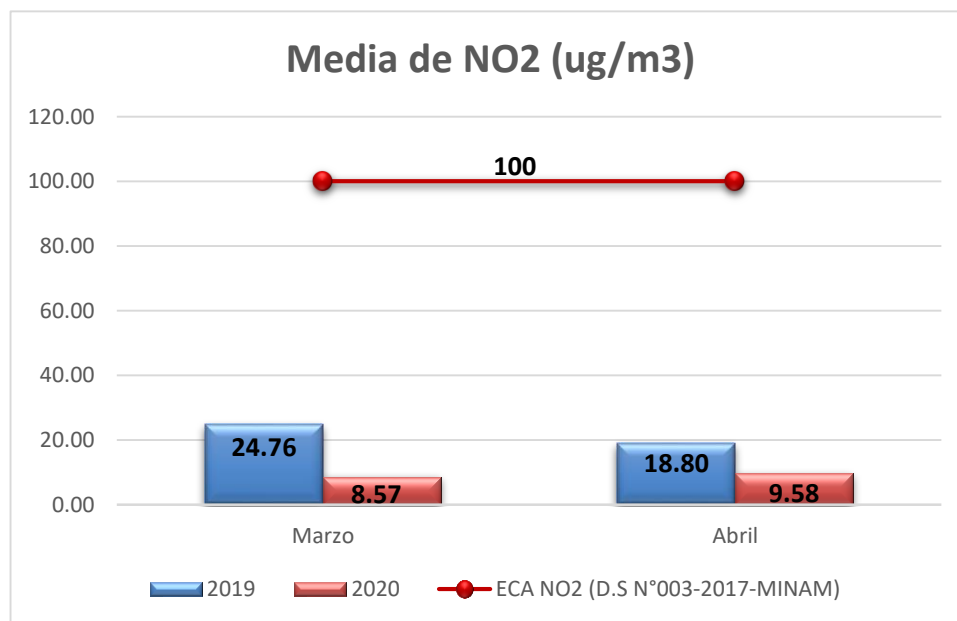
En la tabla 5, se muestran las medias correspondientes para cada periodo del parámetro Dióxido de Nitrógeno. Asimismo, en la figura 3 se muestra la comparación entre ambos periodos.

**Tabla 5.** Media del parámetro Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el periodo 2019 y 2020.

### Media de NO2

Periodo	2019	2020
Marzo	24.76	8.57
Abril	18.80	9.58
Total general	20.96	9.22

Se puede determinar a partir de la figura 3 que existe una diferencia significativa en la concentración del Dióxido de Nitrógeno entre los meses sin aislamiento social por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2019) y los meses con aislamiento social por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2020). Siendo el periodo con mayor concentración de Dióxido de Nitrógeno, del 16 de marzo – 30 de abril 2019. Asimismo, las concentraciones de ambos periodos están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S N° 003-2017-MINAM).



**Figura 3.** Comparación de las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO2) en el periodo 2019 y 2020.

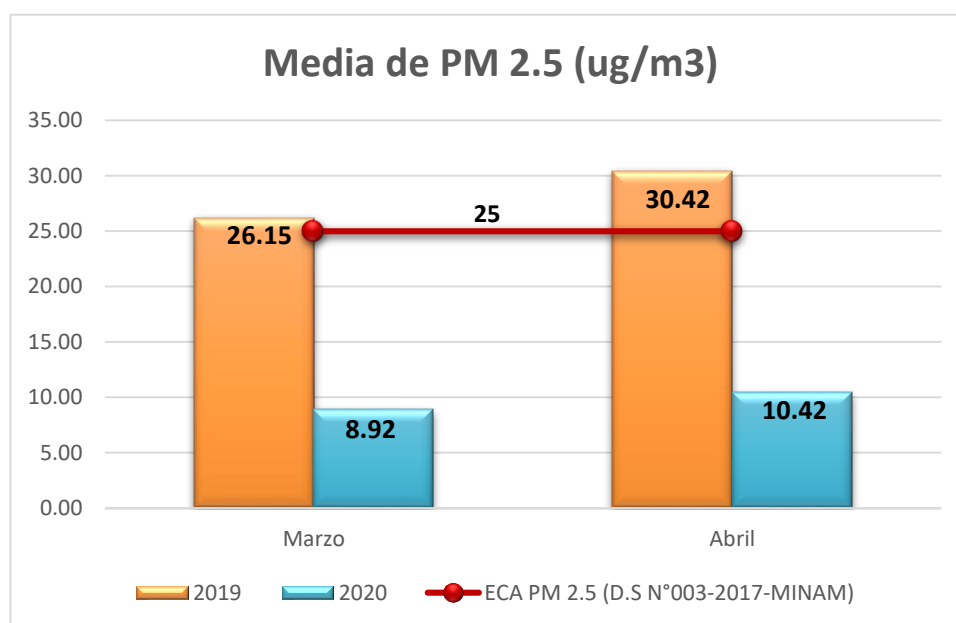
En la tabla 6, se muestran las medias correspondientes para cada periodo del parámetro Material Particulado menor a 2.5 micras. Asimismo, en la figura 4 se muestra la comparación entre ambos periodos.

**Tabla 6.** Media del parámetro Material Particulado menor a 2.5 micras (PM 2.5) en el periodo 2019 y 2020.

### Media de PM 2.5

Periodo	2019	2020
Marzo	26.15	8.92
Abril	30.42	10.42
Total general	28.87	9.88

Se puede observar en la figura 4 que existe una diferencia significativa en la concentración del PM 2.5 entre los meses sin aislamiento social por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2019) y los meses con aislamiento social por COVID-19 (16 de marzo – 30 de abril 2020). Siendo el periodo con mayor concentración de Material Particulado menor a 2.5 micras, del 16 de marzo – 30 de abril 2019. Adicional a ello, sólo en el periodo sin aislamiento social por COVID-19 las concentraciones de PM 2.5 están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S N° 003-2017-MINAM).



**Figura 4.** Comparación del parámetro Material Particulado menor a 2.5 micras (PM 2.5) en el periodo 2019 y 2020

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se evaluó los efectos del aislamiento social obligatorio por COVID-19 en el aire de San Juan de Lurigancho durante los períodos 16 de marzo – 30 de abril del 2019 (meses sin aislamiento social obligatorio) y 16 de marzo – 30 de abril del 2020 (meses con aislamiento social obligatorio) obteniéndose que en los meses con aislamiento social por COVID-19, las concentraciones de los parámetros PM 2.5 y NO<sub>2</sub> tuvieron una reducción significativa de 18.9 ug /m<sup>3</sup> y 11.74 ug/m<sup>3</sup> respectivamente en comparación a los meses sin aislamiento social. De igual forma, durante el cierre por COVID-19 en Almaty, Kazajstan la concentración del PM 2.5 se redujo en un 21% y también hubo reducciones en un 35% en las concentraciones de NO<sub>2</sub> en comparación con el promedio en los mismos días en 2018-2019 [16]. Asimismo, la severa limitación de los movimientos de personas tras el cierre por COVID-19 en la Ciudad Metropolitana de Milán determinó una reducción significativa de la concentración de contaminantes como PM 2.5 y NO<sub>2</sub> debido principalmente al tráfico vehicular [17]. También en São Paulo - Brasil, durante el cierre implementado debido a la pandemia COVID-19 se observaron reducciones drásticas de NO<sub>2</sub> (hasta -54.3%) en comparación con la media mensual de cinco años [18]. Igualmente, los resultados demostraron que, durante el bloqueo en la megaciudad de Delhi, la calidad del aire mejoró significativamente en comparación con el año 2019 obteniendo una reducción de 39% y -52.68% en las concentraciones de PM 2.5 y NO<sub>2</sub>, respectivamente [19]. En India se observó alrededor de 43% y 18% de disminución en las concentraciones de PM 2.5 y NO<sub>2</sub> durante el período de bloqueo en comparación con años anteriores [20]. En Wuhan, epicentro del brote de la COVID-19, el material particulado fino (PM 2.5) disminuyó en un 36.9% y el Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) mostró una mayor disminución de aproximadamente 53,3%, en comparación con las condiciones antes del cierre [21].

Por otro lado, las concentraciones de PM 2.5 para el periodo con aislamiento social obligatorio (16 de marzo – 30 de abril 2020) se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire a diferencia del periodo sin aislamiento social obligatorio (16 de marzo – 30 de abril 2019). Durante el aislamiento social obligatorio no se han registrado superaciones al ECA para aire, obteniéndose los promedios semanales más bajos en comparación a los últimos 3 años [22]. En lo que corresponde a las concentraciones de NO<sub>2</sub> se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para aire en ambos periodos.

---

Se concluye que el aislamiento social obligatorio por COVID-19 ocasiono efectos positivos en el aire del distrito de San Juan de Lurigancho; disminuyendo la concentración de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) debido a la baja circulación de medios de transporte público y particular [23], mientras que la restricción de actividades no esenciales (emisiones de las industrias) fue la principal causa de la reducción en las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> [24].

Finalmente, se demostró que la prueba T-Student presentó una diferencia significativa debido al régimen de aislamiento social obligatorio; obteniendo como resultado gran disminución de la mediana en la concentración de PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) del periodo 2019-2020.

### **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

La investigación no fue financiada por ninguna institución.

### **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaramos que no existe ningún conflicto de interés.


### **DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR**

El presente artículo es el resultado de un proceso de revisión bibliográfica, procesamiento de datos e interpretación de resultados, en el cual todos los autores han participado. Las ideas expresadas son el resultado de un análisis en base a la formación académica y experiencias profesionales de cada uno de los autores.


---

## NOTA BIOGRÁFICA




Leysi Valentin Vasquez. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0002-7562-9693>  
Bachiller en Ingeniería Ambiental, egresada de la Universidad Peruana Unión con 4 años de experiencia en: Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, homologaciones para empresas mineras, inspecciones de SUNAFIL. He laborado en rubro: retail, mecánico, operadores logísticos y en entidad del estado peruano.



Joselyn Jurado Sandoval. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0002-5111-8039>  
Bachiller en Ingeniería Ambiental, egresada de la Universidad Peruana Unión con más de 4 años de experiencia en: Sistemas de Gestión Ambiental, instrumentos de gestión ambiental, planes de manejo de residuos sólidos, Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, homologaciones para empresas mineras, de transporte y del sector industrial.



Milda Cruz Huaranga **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0002-1992-6650>  
Ing. Sanitario. Egresado de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", actualmente laboro como Docente y Directora de investigación de la carrera de Ing. Ambiental. Las líneas de investigación son Saneamiento Básico, tratamiento de agua para consumo humano, aguas residuales y otros ligados a las comunidades rurales, con el fin de brindar el apoyo con nuevos conocimientos y mejorar la calidad de vida de las personas.

---





This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, US