



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**CONFINAMIENTO SOCIAL OBLIGATORIO BAJO EL ESCENARIO
DEL COVID 19 Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE EN
LIMA METROPOLITANA, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Anaya Samaniego, Keyla Jhomali (ORCID: 0000-001-8407-6077)

Gonzáles Ruiz, Josselyn Ingrid (ORCID: 0000-0002-0443-8785)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a nuestras familias por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria y a lo largo de nuestras vidas. A todas las personas especiales que nos acompañaron en esta etapa, aportando a nuestra formación tanto profesional y como seres humanos.

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por habernos dado la oportunidad de formarnos en esta prestigiosa universidad, a nuestro asesor de tesis, por habernos guiado no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de nuestra carrera universitaria, y al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por habernos facilitado el uso de los datos de parámetros contaminantes de las estaciones de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana.

Índice de contenidos

	i
Carátula	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	vii
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos	26
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	76
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	80
ANEXOS	89

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de contaminantes atmosféricos	13
Tabla 2. Profesionales expertos que validan los formatos.....	20
Tabla 3. Relación de estaciones de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana.....	22
Tabla 4. Registro de principales medidas tomadas durante el confinamiento social obligatorio	24
Tabla 5. Promedios mensuales de concentraciones (ug/m3) y flujo vehicular (ud) 2020	25
Tabla 6. Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire - Decreto Supremo N°003-2017-MINAM	26
Tabla 7. Promedio de concentraciones mensuales de MP10 2020 (ug/m3)	28
Tabla 8. Promedios semanales de concentraciones de MP10 2020 (ug/m3)	29
Tabla 9. Concentración de MP10 cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3).....	30
Tabla 10. Concentración semanal de MP10 (2016 al 2020) Lima Metropolitana (ug/m3)	31
Tabla 11. Valores de regresión de la media MP10.....	38
Tabla 12. Coeficiente de ecuación de regresión MP10	38
Tabla 13. Media de MP10.....	40
Tabla 14. Promedios mensuales de MP2.5 Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)	40
Tabla 15. Promedios semanales de MP2.5 2020 (ug/m3).....	41
Tabla 16. Concentración cuatrimestral de MP 2.5 (ug/m3).....	43
Tabla 17. Promedios semanales MP 2.5 (2016 al 2020) 2.5 Lima Metropolitana (ug/m3)	44
Tabla 18. Valores de regresión de la media MP2,5.....	50
Tabla 19. Coeficiente de ecuación de regresión MP2,5	50
Tabla 20. Media de MP2,5.....	51
Tabla 21. Promedio de concentraciones mensuales de SO2 2020 (ug/m3)	52
Tabla 22. Promedios semanales de concentraciones de SO2 2020	53
Tabla 23. Concentración de SO2 cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3)	55
Tabla 24. Concentración semanal de SO2- 2020 (ug/m3).....	55
Tabla 25. Valores de regresión de la media SO2.....	61
Tabla 26. Coeficiente de ecuación de regresión SO2.....	61
Tabla 27. Media de SO2.....	63
Tabla 28. Promedio de concentraciones mensuales de CO - 2020 (ug/m3).....	63
Tabla 29. Promedios semanales de concentraciones de CO 2020	64
Tabla 30. Concentración de CO cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3).....	66
Tabla 31. Concentración semanal de CO - 2020 (ug/m3)	66
Tabla 32. Valores de regresión de la media CO.....	72

Tabla 33. Coeficiente de ecuación de regresión CO	73
Tabla 34. Media de CO.....	75

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de procesos.....	21
Figura 2. Concentración mensual de MP10 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).....	28
Figura 3. Concentración semanal de MP10 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).....	29
Figura 4. Concentración cuatrimestral de MP10 en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3) ...	31
Figura 5. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3).....	32
Figura 6. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3).....	32
Figura 7. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m3).....	33
Figura 8. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE AISLAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m3).....	34
Figura 9. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m3).....	35
Figura 10. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).....	36
Figura 11. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m3).....	36
Figura 12. Diagrama de dispersión de MP10 y Flujo vehicular.....	37
Figura 13. Diagrama de cajas de Febrero a Mayo de MP10.....	39
Figura 14. Concentración mensual de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).....	41
Figura 15. Concentración semanal de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).....	42
Figura 16. Concentración cuatrimestral de MP 2.....	43
Figura 17. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA 0 del 02 al 08 de Marzo (ug/m3).....	44
Figura 18. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 09 al 15 de Marzo (ug/m3).....	45
Figura 19. , Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO SOCIAL OBLIGATORIO del 16 al 22 de Marzo (ug/m3).....	45
Figura 20. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de Marzo (ug/m3).....	46
Figura 21. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA SANTA del 09 al 10 de Abril (ug/m3).....	47
Figura 22. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - INICIO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 04 al 17 de Mayo (ug/m3).....	48

Figura 23. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 04 al 17 de Mayo (ug/m3)	49
Figura 24. Diagrama de dispersión de MP2,5 y Flujo vehicular	49
Figura 25. Diagrama de cajas de Febrero a Mayo de MP2,5	51
Figura 26. Concentración mensual de SO2 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)	52
Figura 27. Concentración semanal de SO2 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)	54
Figura 28. Concentración cuatrimestral de SO2 en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3) ...	55
Figura 29. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3)	56
Figura 30. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3)	56
Figura 31. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m3)	57
Figura 32. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m3)	57
Figura 33. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m3).....	58
Figura 34. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).....	59
Figura 35. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m3)	59
Figura 36. Diagrama de dispersión de SO2 y Flujo vehicular	60
Figura 37. Diagrama de cajas de Febrero a Mayo de SO2	62
Figura 38. Concentración mensual de CO en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)	64
Figura 39. Concentración semanal de CO en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)	65
Figura 40. Concentración cuatrimestral de CO en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3)	66
Figura 41. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3)	67
Figura 42.. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3)	68
Figura 43. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m3)	68
Figura 44. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m3)	69
Figura 45.: Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m3)	70
Figura 46. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).....	70
Figura 47. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m3)	71

Figura 48. Diagrama de dispersión de CO y Flujo vehicular.....72

RESUMEN

La presente investigación tuvo como área de estudio Lima Metropolitana, donde se tuvo como principal objetivo determinar cuánto se alteró la calidad del aire en Lima Metropolitana con el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19 en el año 2020, para ello se empleó la investigación de tipo aplicada y un enfoque cuantitativo, además un diseño no experimental ya que las variables no se manipularon y longitudinal debido a que se evaluaron datos en distintos periodos del tiempo.

La investigación se basó en estudiar la variación de las concentraciones de material particulado (MP10, MP2.5) y gases (SO₂, CO) de Lima Metropolitana, para ello se recaudó data del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) de los meses febrero, marzo, abril y mayo del 2016 al 2020, a través de las estaciones de monitoreo de calidad del aire. Se realizaron cálculos estadísticos con apoyo del software Excel y SPSS Statistics 25 trabajando en periodos semanales, mensuales, cuatrimestrales y anuales. Calculando porcentajes de variación de las fechas programadas.

Los resultados mostraron que la concentración de MP10 presentó una reducción del 71% en semana santa del año 2020 respecto a la concentración del mismo periodo registrado en los últimos 4 años, de igual manera la concentración de MP2.5 tuvo una reducción del 58% en semana santa del año 2020 respecto a la concentración registrada en el mismo periodo de los últimos 4 años, además se observó una disminución de la concentración de SO₂ del 38% en las últimas semanas de mayo en el año 2020 respecto a la concentración registrada en el mismo periodo de los últimos 4 años y una variación de 50% de la concentración de CO en el año 2020 respecto a la concentración registrada del mismo periodo de los últimos 4 años.

Palabras clave: Concentración, variación, confinamiento, calidad del aire.

ABSTRACT

The present investigation had as study area Metropolitan Lima, where the main objective was to determine how much the air quality in Metropolitan Lima was altered with the mandatory social confinement under the COVID-19 scenario in 2020, for this the applied research and a quantitative approach, in addition to a non-experimental design since the variables were not manipulated and longitudinal due to the fact that data were evaluated in different periods of time.

The research was based on studying the variation of the concentrations of particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}) and gases (SO₂, CO) of Metropolitan Lima, for this, data was collected from the National Meteorology and Hydrology Service of Peru (SENAMHI) of the months February, March, April and May from 2016 to 2020, through the air quality monitoring stations. Statistical calculations were carried out with the support of Excel and SPSS Statistics 25 software, working in weekly, monthly, quarterly and annual periods. Calculating variation percentages of scheduled dates.

The results showed that the concentration of PM₁₀ presented a reduction of 71% in Easter 2020 compared to the concentration of the same period registered in the last 4 years, in the same way the concentration of PM_{2.5} had a reduction of 58% in Holy Week of the year 2020 with respect to the concentration registered in the same period of the last 4 years, in addition, a decrease in SO₂ concentration of 38% was observed in the last weeks of May in 2020 with respect to the concentration registered in same period of the last 4 years and a 50% variation of the CO concentration in 2020 with respect to the concentration registered in the same period of the last 4 years.

Keywords: Concentration, variation, confinement, air quality

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cambio climático es la principal amenaza medioambiental debido a los grandes niveles de contaminación provenientes de la actividad del hombre que se han ido incrementando a lo largo del tiempo. Los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirman que el 92% de personas a nivel mundial habita en zonas donde se superan los índices de calidad atmosférica (Querol, 2018).

En diciembre del 2019 se informó sobre la aparición del primer caso de coronavirus en Wuhan, en Hubei en China, posteriormente aparecieron nuevos casos en todo el mundo, según estudios epidemiológicos esta enfermedad se transmite de persona a persona (Brownstein et al., 2020, p. 1). Actualmente el virus se está propagando a mayor velocidad por todos los continentes, por ello ha sido declarado como pandemia, con más de 3'050,453 casos, 214,392 muertes y 869,806 recuperados (OMS, 2020). Ante el panorama y debido a la forma de contagio, los gobiernos han tomado decisiones extremas pero necesarias, dando prioridad al aislamiento e inmovilización social obligatoria, las cuales han tenido efectos colaterales de forma indirecta en el ambiente, tal como señala Long, Muhammad y Salman (2020) diversos países han tomado medidas en busca de frenar los contagios y mitigarlo, sin embargo no solo influyen en la salud sino también en el ámbito social, económico y en el medio ambiente, según indica la NASA y ESA los niveles de contaminación se han reducido en los lugares con mayor influencia del COVID 19 en un 30 % (p.1). Así mismo la paralización de las industrias y actividad comercial en China, junto a las restricciones de circulación, han reducido la demanda y el uso de combustibles fósiles, lo cual ha permitido reducir en un 25% las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), según cálculos de Lauri Myllyvirta, del Centro de Investigación en Energía y Aire Limpio (CREA). Por otro lado según los datos registrados por las estaciones de medición de la calidad del aire, la Agencia Europea de Medio ambiente (AEMA) ha estimado reducciones significativas de la contaminación atmosférica en diversas ciudades del Sur de Europa, entre ellas Barcelona y Madrid, donde los niveles promedio de NO₂ disminuyeron el 40% y el 56%, respectivamente, durante la semana del 16/03/2020 al 22/03/2020 con

relación a la semana anterior, y el 55% y 41% en comparación con la misma semana en 2019.

Según el Informe Nacional del Estado del Ambiente 2009-2011, señala que la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más importantes en el Perú, siendo el parque automotor y las industrias las principales fuentes de emisiones de contaminantes. Con el registro de los primeros casos de Coronavirus en el Perú, el presidente Martín Vizcarra anunció la declaración de estado de emergencia en todo el país a partir del día 16 de marzo del 2020, (N° 044-2020-PCM), el cierre de fronteras, se prohibió el uso de vehículos, con excepción de casos particulares y la actividad industrial disminuyó drásticamente. La OMS indica que se presenta 5000 muertes cada año en el Perú debido a la contaminación atmosférica, la gran mayoría de fallecimientos en Lima, que está considerada entre las ciudades más contaminadas de América, sin embargo, François Gemenne, director del Hugo Observatory, señala que debido a las medidas tomadas como el confinamiento social la demanda del transporte público y la cantidad de vehículos en circulación se ha reducido (El comercio, 2020). Por lo cual se han reducido las emisiones.

Según lo indicado en párrafos anteriores se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cuánto la calidad del aire en Lima Metropolitana se alteró por el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, Lima - 2020?; posteriormente se plantean los siguientes **problemas específicos**: ¿Qué cambios presenta la concentración de material particulado (MP) en el aire en Lima Metropolitana por el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, 2020? Y ¿Qué cambios presenta la concentración de Gases en el aire en Lima Metropolitana por el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, 2020?

La **justificación** de la investigación en el aspecto **ambiental** es indispensable ya que la calidad del aire se ha visto afectada en Lima Metropolitana principalmente por las emisiones de gases y material particulado provenientes del parque automotor e industrial, la inmovilización social obligatoria decretada por el gobierno no solo ha permitido proteger a la población del contagio masivo, sino que se perciba una mejora de calidad atmosférica en la capital del Perú (SENAMHI, 2020). Mediante la recolección de datos obtenidos por el monitoreo de los entes e instituciones gubernamentales o privadas se determinará como se contamina el aire antes y durante el escenario del

COVID 19 en Lima Metropolitana donde la inmovilización social ha sido la principal medida tomada por el estado y así generar conocimiento a la población nacional para el desarrollo de la Ingeniería Ambiental; generar estadísticas del impacto positivo de contaminación atmosférica y dicha información servirá para establecer las bases necesarias para proponer nuevas políticas ambientales que puedan adaptarse a la realidad nacional actual de Lima metropolitana. Así mismo tener un control y monitoreo de los estadísticos con el fin de tener un objetivo a corto o mediano plazo para llegar a los niveles recomendados por el Ministerio del Ambiente y el Organismo Mundial de la Salud Ambiental. El estudio tiene relevancia **Social** ya que la investigación dará un aporte a la sociedad, se brindará conocimientos sobre la variación de los niveles de contaminantes en el aire en Lima Metropolitana antes y durante el escenario del COVID-19, lo cual permitirá ayudar a la toma de decisiones, optar por medidas y estrategias, además se podrá tomar como antecedente para futuras investigaciones. En el aspecto **Económico**, para la ejecución de la presente investigación los costos noson elevados, ya que es necesaria la recolección de data generada por los organismos e instituciones encargadas, se promueve la utilización de tecnologías como softwares, por lo cual no requiere de una gran inversión económica.

Como **objetivo general** se pretende determinar cuánto se alteró la calidad del aire en Lima Metropolitana con el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19, 2020, y como **objetivos específicos**: determinar las concentraciones del Material particulado en el aire en Lima Metropolitana antes y durante el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19 y determinar las concentraciones de gases en el aire en Lima Metropolitana antes y durante el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19.

Se planteó como **hipótesis general**: la calidad del aire en Lima Metropolitana mejoró en el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID - 19, y como **hipótesis específicas**: los niveles de concentración de Material particulado en el aire en Lima Metropolitana se han reducido con el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19 y los niveles de concentración de gases en el aire en Lima Metropolitana se han reducido con el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID-19.

II. MARCO TEÓRICO

Para la realización del trabajo de investigación se revisaron diferentes estudios, ANSHIKA et al. (2020) analizaron las emisiones de 22 ciudades de la India bajo el escenario del COVID 19, ya que se aplicaron medidas y se paralizaron muchas actividades. Los resultados fueron disminución de concentración de PM2.5 un 43%, PM10 un 31%, CO (monóxido de carbono) un 10% y NO2 (dióxido de nitrógeno) un 18% a diferencia de años anteriores, además registraron un aumento del 17% en la concentración de O3 (ozono) y cambios mínimos en la concentración de SO2 (dióxido de azufre); a nivel nacional concluyeron que la reducción del índice de la calidad del aire ha disminuido en un 44% (Norte), 33% (Sur), 29% (Este), 15% (Centro) y 32% (Oeste).

ABDULLAH et al. (2020) estudiaron las variaciones de concentración de PM2.5 en Malasia, donde se reportó el primer caso de COVID 19 a fines de enero del 2020 y los casos incrementaron aún después del mes de marzo 2020, por ello el gobierno implementó la Orden de Control de Movimiento de Malasia en busca de evitar nuevos brotes. Recogieron datos del Índice de Contaminantes del Aire por hora del API (Departamento de Medio Ambiente de Malasia) de 68 estaciones de monitoreo antes y durante el tiempo de restricción para determinar los cambios del PM2.5, identificaron reducción de PM2.5 de hasta un 58.4% durante la orden de control de movimiento, por otro lado, en zonas donde presentaron más de 41 casos confirmados de COVID 19 registraron una reducción de PM2.5 de hasta un 28.3%.

CUSTODIO Y KONDO (2020) analizaron los impactos en la calidad del aire bajo el escenario del COVID 19 en Sao Paulo, donde a fines de marzo del 2020 se implementaron medidas para asegurar el distanciamiento social. Por ello recopilaron datos de 4 estaciones de monitoreo del aire, que posteriormente compararon con el promedio mensual de los últimos cinco años y de las cuatro semanas antes de implementarse las restricciones, sus resultados fueron reducción de niveles de hasta -77.3%, -54.3% y -64.8% de NO, NO2 y CO respectivamente a diferencia de la media mensual de los 5 años, en zonas de mucho tráfico vehicular hubo un incremento de O3 en un 30% aproximadamente lo cual dedujeron que estaría vinculado con la reducción de NO.

BAIMATOVA et al. (2020) evaluaron las consecuencias de la cuarentena en el aire de Almaty del 19/03/2020 hasta el 14/04/2020. Por lo cual recolectaron datos de las concentraciones diarias de PM2.5, NO2, SO2, CO, O3 que luego compararon con registros anteriores, como resultado obtuvieron que durante los 27 días la concentración de PM2.5 disminuyó en un 21% con variaciones espaciales de 6-34% a diferencia de la media de los mismos días en los años 2018 y 2019, a pesar de ello fueron 18 días los cuales sobrepasaron los límites máximos diarios de la OMS; indicaron que se presentó una reducción de niveles de CO y NO2 en un 49% y 35% respectivamente y un incremento de 15% de O3 a diferencia con los 17 días antes de la cuarentena.

HSIEH et al. (2020) analizaron las condiciones del aire de las ciudades Wuhan, Jingmen y Enshi ubicadas en la provincia de Hubei, de los tres primeros meses del año en el periodo de 2017 al 2020 con la finalidad de observar el impacto en el aire de las medidas tomadas a causa de la pandemia COVID 19, sus resultados indicaron que en el mes de febrero de 2020 los niveles promedio fueron PM2.5 (46.1 $\mu\text{g m}^{-3}$), PM10 (50.8 $\mu\text{g m}^{-3}$), SO2 (2.56 ppb), CO (0.60 ppm) y NO2 (6.70 ppb), lo cual significa el 30.1%, 40.5%, 33.4%, 27.9% y 61.4% menos respecto a los niveles en febrero de 2017-2019; para las concentraciones de O3 no registraron reducciones, sino un aumento del 12.7% en enero, 14.3% en febrero y 11.6% en el mes de marzo, indicaron que esto está relacionado a la reducción de NO2.

ARBILLA et al. (2020) determinaron los impactos en el aire de las disposiciones de cierre dadas por el gobierno en Río de Janeiro, que se dieron debido a la declaración del estado de emergencia en marzo de 2020 por la presencia de casos de COVID 19, compararon niveles de concentración durante ese escenario de partículas, CO, NO2 y O3 con los niveles del mismo rango de fechas del año 2019 y concentraciones de semanas anteriores al inicio del cierre, observaron mediante el análisis de datos que los niveles de CO obtuvieron reducciones (30.3-48.5%), también indicaron que se presentó reducción en los niveles de NO2, las concentraciones de PM10 presentaron reducción sólo en la primera semana, los valores promedios de dióxido de nitrógeno fueron 24.1%-32.9% menos y monóxido de carbono fueron 37.0%-43.6% menos.

PAITAL, B. (2020) encontró que el virus tiene mucha correlación con los parámetros ambientales acuáticos y terrestres, como el pH, el tipo de superficie,

temperatura, etc. La contaminación del aire aumenta la propagación del COVID-19, por lo tanto, recomendó el uso de esterilizadores estándar basados en mascarilla y alcoholes. Sin embargo, indica que la tasa de auto reactivación de la naturaleza continuará durante el periodo posterior al cierre y los organismos nacionales e internacionales deben adaptar un plan maestro para revivir a la Madre Naturaleza por completo.

BAUWENS, M. et al (2020) evaluaron las observaciones de la columna espacial NO₂ de dos instrumentos de alta resolución, el Instrumento de Monitoreo Troposférico (TROPOMI) a bordo del Precursor Sentinel-5 y el Instrumento de Monitoreo de Ozono (OMI) en Aura, revelaron disminuciones de NO₂ sin precedentes sobre China, Corea del Sur, Europa occidental y Estados Unidos. La caída promedio de la columna de NO₂ en todas las ciudades chinas ascendieron a -40% en relación con el mismo periodo en 2019 y alcanzaron un factor de -2 en Wuhan, mientras que las disminuciones en Europa occidental y USA fueron -20% a -38%.

GOPAL, MAHATO y PAL (2020) analizaron los niveles de contaminantes en la ciudad de Delhi durante la inmovilización social por el covid 19, registraron datos de 34 estaciones de monitoreo de PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, CO, O₃ y NH₃ (amoníaco), utilizaron el Índice Nacional de Calidad del Aire para evaluar la calidad atmosférica antes y durante el periodo de restricción; sus resultados indicaron una mayor reducción durante el periodo de cierre, los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} redujeron en más del 50% a diferencia de semanas antes de efectuarse las restricciones, una reducción del 60% de PM₁₀ y 39% de PM_{2.5} respecto al año 2019, los niveles de NO₂ y CO disminuyeron durante el cierre en un 52.68% y 30.35% respectivamente, el índice de la calidad del aire disminuyó en un 54%, 49%, 43%, 37% y 31% en las zonas central, oriental, meridional, occidental y septentrional de Delhi respectivamente.

BERMAN y EBISU (2020) estudiaron la calidad del aire durante la pandemia del COVID-19 evaluando los niveles de PM_{2.5} y NO₂ en los Estados Unidos del 8 de enero al 21 de abril de 2017-2020, separándolo en dos periodos: período "covid-19" (13/03/2020 al 21/04/2020) y el período "pre-covid-19" (8/01/2020 al 12/03/2020). Compararon los niveles registrados en 2020 con datos históricos (2017-2019), los resultados indicaron una reducción en la concentración de NO₂ durante el período COVID-19 a diferencia de años anteriores una reducción del 25.5% con una

disminución absoluta de 4.8 ppb, de igual manera el PM2.5 también mostró disminuciones durante el período COVID-19.

OTMANI, et al. (2020) evaluaron los cambios en los niveles de contaminantes del aire como PM10, NO2 y SO2 en la ciudad de Salé durante las medidas de cierre establecidas luego de declararse el estado de emergencia de salud en Marruecos el 2/03/2020. Para ello recolectaron y compararon datos de las concentraciones registradas antes y durante el período de cierre por Covid-19, los resultados mostraron una diferencia de 75%, 49% y 96% para PM10, SO2 y NO2.

WANG, et al (2020) analizaron los cambios en el índice de calidad del aire y los niveles de contaminantes del aire (PM 2.5, PM10, CO, SO2, NO2 y O3) durante el período de control de Covid-19 en el norte China, indicaron una mejoría en la calidad del aire que estaría relacionada a la reducción de las emisiones del transporte y el sector industrial, por otro lado observaron que el O3 incrementó y eso indicaron que fue posiblemente porque la menor carga de partículas finas condujo a una menor eliminación de HO2 (dióxido de nitrógeno) y como resultado, una mayor producción de O3.

ISAIFAN, R.J. (2020) compararon la calidad del aire antes y después de la crisis, analizaron los datos históricos sobre la calidad del aire, las estimaciones de muertes anuales y su carga económica. Mostraron que el 75% de las muertes estaban relacionadas a personas mayores de 80 años enfermas. Además, compararon las cifras reportadas con la mortalidad diaria promedio debido a la mala calidad del aire que alcanzó hasta 3287 muertes debido a los altos niveles de NO2, O3 y PM. El estado de la calidad del aire antes de la crisis con la situación actual mostró que el bloqueo de las actividades industriales forzadas y antropogénicas de COVID - 19 puede haber salvado más vidas al prevenir la contaminación del aire ambiental que al prevenir la infección.

TRAVAGLIO, M. et al. (2020) exploraron la correlación entre tres contaminantes atmosféricos relacionados con los combustibles fósiles y la letalidad del SARS - CoV-2 en Inglaterra. Compararon casos de covid en tiempo real y mediciones de muestras de contaminación del aire monitoreados. Descubrieron que los niveles de algunos marcadores de baja calidad del aire, óxidos de nitrógeno y ozono, están asociados con la letalidad de COVID-19. Concluyeron que los niveles de algunos contaminantes del aire están relacionados con los casos de COVID - 19 y la mortalidad.

CEPAL, N.U. (2020) analizaron los proyectos para el Desarrollo Sostenible a pesar de la presencia del COVID – 19, la población en que se basa es Caribe y América Latina, y los temas cruciales son el desempleo, pobreza extrema y emisiones de gases que generan calentamiento global. Concluyeron que las tasas de crecimiento sectorial del sector energía y de agricultura tendrán una elevada incidencia en la trayectoria de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) Totales. Señalan que así haya la presencia del COVID 19, si se desea cumplir la meta de la Agenda 2030, es necesario una buena organización no solo en el gobierno, sino en el sector académico, sociedad civil y sector privado.

CEBALLOS, M. et al. (2020) cuantificaron y analizaron el efecto de la crisis de la pandemia sobre la calidad del aire de España, poniendo de manifiesto que la limitación del tránsito ha sido útil para disminuir la contaminación. Realizaron el análisis al NO₂, PM 10 y PM 2,5, recogieron datos oficiales de 125 de las 600 estaciones de medición de estos contaminantes. Los resultados que obtuvieron fueron del 14 y 31 de marzo del 2020 donde hubo una disminución notable en las emisiones de NO₂ en las redes de medición de las 24 ciudades consideradas, por comparación con el promedio del mismo periodo de los diez últimos años. En el conjunto de las 125 estaciones que evaluaron, la reducción cuantificó un 55% de los niveles normales del periodo.

MORITZ UG et al. (2020) analizaron las medidas que fueron tomadas para mitigar la pandemia y prevenir la persistencia del virus en las poblaciones en China y en todo el mundo. Utilizaron datos sobre el transporte y la circulación de personas para demostrar la importancia de casos en la transmisión del virus. En base a ello implementaron las medidas de control como el aislamiento rápido de casos sospechosos, casos confirmados y contactos; y, sobre todo, las restricciones de movilidad. Concluyeron que el cordón sanitario de Wuhan resultó en un retraso promedio de 3 días de la propagación de COVID – 19 a otras ciudades, sin embargo, las restricciones de viaje pueden ser menos efectivas una vez que el brote está más extendido.

SALAS ASENCIOS et al. (2020), dieron a conocer la primera revisión de las investigaciones más importantes en el Perú respecto al COVID – 19. Desarrollaron los métodos de diagnóstico, y estudio de propagación de enfermedades, en donde definen los pasos del incremento de COVID-19 en el Perú, el contagio, prevención y

medicación. Concluyeron con un estudio que abarca características morfológicas, estructurales, síntomas, y fases del virus en el Perú. Estando a la espera de una vacuna efectiva contra este virus.

SANCHEZ CCOYLLO et al. (2013) predijeron los grados de polución del aire (PM10, SO₂, O₃ y NO) en cinco localidades de Lima Metropolitana adhiriendo el ejemplo químico-dinámico de calidad del aire. Concluyeron que la atmósfera de Lima Metropolitana se ve afectada por la conglomeración de PM10, respecto a las concentraciones de NO₂, SO₂ y ozono troposférico, que no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en ninguna de las estaciones de calidad del aire del SENAMHI, analizaron que en Ate la conglomeración de gases estuvo cerca al margen, lo cual indican significa que algunos días las emisiones de contaminantes son dañinas para los habitantes. Solicitaron más investigaciones que indiquen la realidad de la calidad del aire de Lima metropolitana y las cantidades exactas de los contaminantes y sus orígenes.

TAPIA, V. et al. (2018) determinaron la variación de las concentraciones de PM (2,5 y 10), SO₂ y NO₂, después del reordenamiento automovilístico en la av. Abancay, en comparación a los años 2007 y 2009, contrastando con avenidas diferentes que no hayan tenido modificaciones en sus normas de tránsito. Registraron la información recaudada por 3 monitoreos de DIGESA y MINSA. Concluyeron que el reordenamiento de la av. Abancay disminuyó las concentraciones de PM_{2.5} en 62%, PM₁₀ en 55% y las emisiones de NO₂ y SO₂ redujeron en 65%, y 82% respectivamente. Señalan que esta medida pudo aportar a la mejora de la calidad del aire y disminuir problemas respiratorios en la población.

MINAM (2020) ejecutaron evaluaciones de lunes a domingo desde el punto de medición de calidad de aire de S.J.L. Obtuvieron valores que alcanzaron los 4 ug/m³ según el parámetro de material particulado 2,5, dato que se encuentra en el límite máximo de las 10 ug/m³ por año, según lo recomendado por la OMS. Los resultados que obtubieron mostraron una disminución de emisiones de gases que benefició a la atmósfera y por ende a la población, concluyeron que el distanciamiento social obligatorio generó menos contaminantes en el aire.

ÁLVAREZ et al. (2017) recogieron muestras de material particulado de una localidad en Huancayo en agosto del 2017 y de los meses enero, abril y mayo del 2018. Utilizaron un muestreador de aire, filtros de 47 mm de diámetro y técnicas de fluorescencia de rayos X, los resultados indicaron que la concentración de MP superó los niveles de calidad de aire, determinaron que el MP10 está compuesto por elementos geológicos, metales y metaloides en un 8%,12% y 7% respectivamente, y el MP2.5 por no metales, iones y especies carbonáceas en un 4%,11% y 44%. Concluyeron que el material particulado representa un problema en esta localidad, identificaron la proveniencia de los mismos por el parque automotor.

PACSI, Perales, Rojas y Sánchez (2019) estudiaron la disminución de contaminantes en el aire por la utilización de gas natural y su efecto en el aspecto económico y en la salud en Lima Metropolitana proyectándolo al año 2040. Consideraron datos a partir del 2004 de entrada de gas natural, pacientes con males relacionados a la contaminación del aire, egresos de la población por salud, posteriormente estimaron las emisiones utilizando factores de emisión y con ayuda de la estadística se proyectaron datos al 2040. Concluyeron con una propuesta para realizar inversión para el cambio de vehículos a gas natural lo cual reduce personas con enfermedades respiratorias, gastos en salud y menor emisión de contaminantes.

ROMAN y VARGAS, 2020 demostraron de una manera objetiva en qué cantidad se reduce la polución por aerosoles en el Perú. Para la recolección de información usaron datos de detección remota de Copernicus Data Hub de la agencia espacial europea, particularmente el satélite precursor Sentinel-5. Concluyeron que existe una disminución notoria de contaminación por aerosoles en distintas regiones del Perú, especialmente en la capital y regiones amazónicas.

HUAMANÍ, Charles, et al. (2020) delimitaron la posibilidad de controlar el covid - 19 en el Perú, antes y después de la cuarentena en modelos matemáticos. Efectuaron representaciones de afloramiento para la pandemia de covid - 19, empleando ecuaciones diferenciales estocásticas, tenían supuestas poblaciones en pre y post cuarentena, casos positivos, asintomáticos y pacientes en UCI. Analizaron la consecuencia de la inmovilización social, concluyendo que en el Perú la cuarentena debe ser obligatoria ya que el virus se propaga con mucha facilidad.

GONZALES y STEENLAND (2014) compararon los niveles de PM2.5 en el aire de países de América con los niveles indicados por la OMS. Revisaron data de promedios anuales de PM2.5 del exterior de informes de la OMS, los resultados indicaron que de 17 países sólo Canadá cumplía con los niveles establecidos, identificaron a Honduras, Guatemala y Perú como los países con los niveles más altos. Indican que en el Perú durante el período de 2001 a 2011 la media de concentraciones de MP 2.5 exterior fue de 50 ug/m³ y para las concentraciones de MP2.5 en interiores calcularon una concentración de 100 ug/m³. Concluyeron que la contaminación en el Perú es muy alta por lo cual se debe implementar políticas para su reducción considerando que los combustibles fósiles producen CO₂ y PM2.5.

KASTURI et. al. 2020 utilizaron observaciones de profundidad óptica (AOD) del satélite Himawari-8, junto con el NO₂, y mediciones de concentración terrestre, para cuantificar los cambios en los contaminantes de aerosoles y aire asociados con el cierre de actividades antropogénicas e industriales. Señalan que el bloqueo llevó a una disminución notable en el AOD y una disminución del 27 % y 30% en el NO₂. Especialmente en Malasia, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ y las concentraciones de CO disminuyeron en un 26-31%, 23-32%, 63-64%, 9-20%, y 25-31%, respectivamente durante el confinamiento, en comparación con los mismos periodos del 2018 y 2019.

Las **teorías relacionadas** al tema se precisan a continuación:

Grau y Muñoz (2013) señalan que el **medio ambiente** se conceptualiza de muchas formas, generalmente está definido como el conjunto de circunstancias o factores físicos, sociales y biológicos donde subsisten los seres humanos.

Según Bravo et al (2012) se denomina **atmósfera** al conjunto de gases que rodea la superficie terrestre el cual presenta un espesor de casi 2.000 km, concentrándose el 75% de su masa en los primeros 11 km, además está conformada por cuatro subcapas: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera y Termosfera, las cuales presentan distintas características de presión y temperatura.

Echeverri (2019) indica que la **contaminación atmosférica** está referida a toda perturbación del aire generada por acciones que realizan los seres humanos y eventos naturales, los principales generadores de contaminación atmosférica son el consumo

de energía, quema de combustible, crecimiento demográfico e industrias, siendo a nivel mundial la combustión la actividad con mayor influencia en la contaminación.

Con respecto a lo anterior Amestoy (2013) menciona que las **emisiones de gases contaminantes** según su procedencia pueden ser naturales y antropogénicas, las emisiones primarias naturales son originados por fenómenos propios de la naturaleza y las emisiones primarias antropogénicas son generadas por la actividad del hombre; las fuentes antropogénicas se clasifican en focos fijos los cuales provienen de la actividad industrial, focos móviles que provienen de vehículos terrestres marinos y aéreos, por último los compuestos que provienen de grupos industriales y de zonas urbanas.

Por su parte López y Martín (2015) indican que los **contaminantes atmosféricos** se pueden encontrar en estado líquido, sólido y gaseoso, sus impactos y las metodologías para tratarlos dependen de sus características, y se debe tener en cuenta también que no solo se indica como contaminación atmosférica cuando hay efectos sobre las personas sino también sobre edificaciones, seres vivos en general y ecosistemas. En la Tabla 1 se puede observar la clasificación de contaminantes del aire.

Tabla 1. Clasificación de contaminantes atmosféricos

Clasificación de contaminantes		
Naturaleza	Biológicos	Polen, ácaros, pequeños insectos, etc.
	Físicos	Ruido, variaciones de temperatura, radiación y vibraciones.
	Químicos	Orgánicos e inorgánicos.
Estado de agregación	Homogéneos	Se encuentran en la misma fase que el aire, son los vapores y los gases.
	Heterogéneos	Poseen un estado de agregación distinto al aire (aerosoles sólidos, líquidos y sólido - líquido).
Fuente	Primarios	Son emitidos directamente a la atmósfera.
	Secundarios	Son producto de la transformación o de reacciones que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera.

Se debe tener en cuenta que **la contaminación del aire**, que es la variabilidad de la conformación química y física de la atmósfera, es resultado de la interacción que se da entre el origen de la emisión del contaminante, el medio por el que se transporta además de su dispersión y el receptor de la contaminación (Echeverri, 2019).

Se denomina **estación meteorológica** a un mecanismo que recoge datos atmosféricos de una zona específica, puede ser un gran conjunto de equipos, así como un reducido dispositivo electrónico (Blackwell y Manar, 2016)

Según la Defensoría del Pueblo (como se citó en Cosamalón, 2015, “contaminación atmosférica en Lima”), la **contaminación atmosférica en Lima** está ocasionada en su mayoría por las emisiones del parque automotor esto debido a la poca calidad del combustible tal como el diésel, que comprende mucha concentración de azufre; la contaminación del aire está relacionada también a la permanencia en circulación de vehículos antiguos, el gran flujo de transporte y condiciones del tránsito.

Conforme a lo que afirma Billet et al. (2007) el **material particulado (PM)** es un conjunto de componentes biológico y/o químicos que se relacionan unos con otros, creando otros compuestos en el ambiente. Así mismo, la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de USA) en el 2003 define al Material P. como una combinación engorrosa de moléculas diminutas en estado líquido o sólido que están contenidas en el aire y pueden ser perjudiciales para órganos vitales del ser humano y generar consecuencias negativas para la salud. El SENAMHI (2013) cataloga el material particulado de acuerdo su grosor aerodinámico: Las partículas finas de grosor anaeróbico menor a 2,5 um son PM_{2,5} y las partículas gruesas de grosor anaeróbico menor a 10 um son PM₁₀.

Respecto a las teorías relacionadas al **confinamiento social obligatorio** se presenta lo siguiente: Como según se indica en la Constitución Política de 1993 del Perú, se declara al país en **estado de emergencia** cuando hay alteración de la estabilidad de la nación, en situaciones de desastre o que pueden repercutir de manera negativa poniendo en riesgo la vida; al declararse este estado se limitan algunos derechos fundamentales los cuales están relacionados a actuar según el propio criterio, a la seguridad personal, prohibición del registro de vivienda, reuniones y circulación, teniéndose en cuenta que durante este período no es válido expulsar a ningún individuo de la patria; el estado de emergencia no debe durar más de 60 días y en caso de ser necesaria su prolongación deberá presentarse un nuevo decreto (Landa y Velazco, 2007)

La **cuarentena y aislamiento** es una medida utilizada para precaver y disminuir los efectos de los brotes de distintas enfermedades infecciosas, implica la reclusión de las personas infectadas como también sanas (Giubilini, Douglas, Maslen, Savulescu, 2017)

Por su parte Sánchez y de La Fuente (2020) hacen una diferencia marcada entre los conceptos de cuarentena, aislamiento, distanciamiento social y confinamiento; señalando que la denominación **cuarentena** es utilizada para indicar restricción opcional o impuesta del tránsito de personas que estén expuestas a contraer una enfermedad o estén infectados, el **aislamiento** indica alejar físicamente individuos con enfermedad de las sanas, **distanciamiento social** hace referencia a evitar acudir a lugares muy frecuentados como el cierre de las mismas y mantener distancia entre

individuos, **confinamiento** es una medida que se da a nivel social para evitar la proliferación de la enfermedad, está conformado por el conjunto de directrices que evitan el contacto directo entre individuos como mantener la distancia, limitación de horarios de tránsito, restricción del flujo vehicular, bloqueo de fronteras, entre otros.

Respecto al **marco legal**, es fundamental puntualizar teorías esenciales para poder desarrollar una base argumental que constituya marcos de referencia para realizar la investigación:

Ley General del Ambiente N° 28611 es la base en el marco legal de normas para la gestión ambiental del Perú. En donde decreta la normativa y principios fundamentales para aseverar el derecho a un ambiente beneficioso, estable y apropiado para vivir. El MINAM es la entidad superior del grupo ambiental y la autoridad eficiente y eficaz para manifestar la política nacional del ambiente acorde al D.L. N° 1013 que certifica la ley de creación organización y funciones del MINAM.

Política Nacional del Ambiente – D.S. N° 012 – 2009 – MINAM se presenta según lo decretado en el art. 67° de la constitución política del Perú y en afinidad con el reglamento que indica las políticas públicas ambientales. Este régimen es uno de los mecanismos primordiales de gestión para el éxito del desarrollo sostenible en el Perú y ha sido realizada considerando la declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo, la finalidad del milenio planteados por la ONU y los demás convenios y manifestaciones de otros países inscritos por el Perú en principio ambiental. De igual forma puntualizan los dispositivos de gestión ambiental, que son instrumentos básicos para la ejecución de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que dirigen en el Perú.

Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – N° 28245 tiene la finalidad de garantizar el cumplimiento de los fines ambientales de los entes públicos; reforzar las herramientas de transectorialidad en la gestión ambiental, el papel del CONAM, y a los entes del sector, regionales y locales en el cumplimiento de sus capacidades ambientales con el objetivo del cumplimiento con sus roles y de garantizar que no haya superposiciones, negligencias, copias, e informes triviales. El Reglamento de la Ley N° 28245 Decreto Supremo N° 008-2005-PCM normaliza las actividades del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, el que se establece sobre las entidades del

estado, y despachos de los ministerios, y entidades públicas a nivel nacional, regional y local que apliquen atribuciones y objetivos en materia de ambiente y RRNN.

Ley N° 29325 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y fiscalización Ambiental y su modificación tiene como fin manifestar la ejecución de la legislación ambiental de parte de las personas naturales o jurídicas, como también monitorear y respaldar que los objetivos de valoración, inspección, verificación, observación y poder de sancionar en materia ambiental, encargado de los entes estatales, se lleven a cabo de manera independiente, justa, sutil y competente, según la Política Nacional del Ambiente, ley N° 28245, ley marco del SNGA, la ley N° 28611, Ley General del Ambiente, y demás normativas, que tiene como objetivo contribuir al logro de ecosistemas beneficiarios, factibles y eficaces, al crecimiento de las funciones fructíferas y el beneficio sostenible de los recursos de la naturaleza que aportan a una gestión positiva y seguridad del medio ambiente.

Estándares de Calidad Ambiental para Aire D.S. 003-2017 – MINAM son un referente indispensable para el planteamiento y manejo de los mecanismos de gestión ambiental, encargado de las acciones lucrativas, y de servicios.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El **enfoque** es cuantitativo, debido a que se empleó la recolección de datos, que se basa en la medición, se representan numéricamente y son analizados por la estadística para confirmar una hipótesis, de manera que se establezcan patrones de comportamiento y demuestren teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Es de **tipo** aplicada, Según el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), este tipo de investigación está enfocada a desarrollarse por medio de estudios científicos, los mecanismos (metodologías, reglamentos y tecnologías) por las cuales se puede abarcar un requisito identificado y determinado. El análisis de este tipo de investigación se realiza para tener nuevos conocimientos y se trabaja enfocándose en un objetivo específico, teniendo en cuenta conocimientos anteriores (OCDE, 2018).

El **diseño** de la investigación es no experimental, ya que las variables no se manipularon, sólo se observó una situación tal como se da en su contexto que posteriormente se estudió y los resultados obtenidos no fueron modificados, además según la **temporalidad** tiene un diseño longitudinal ya que se obtuvieron datos en distintos momentos para razonar sobre sus cambios, causas y consecuencias (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). En el estudio los datos e información obtenida no sufrieron ninguna manipulación y se recolectaron datos de distintos periodos de tiempo.

El **alcance** es descriptivo - correlacional. Un estudio correlacional se da para determinar cómo se rige una variable al saber la conducta de otra en un determinado contexto. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Las variables de la presente investigación están adjuntadas en el Anexo “Matriz de Operacionalización”.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Según Samaniego, G. (2020) la población es un grupo de individuos que tienen caracteres usuales y acerca de los cuales se pretende conseguir decisiones.

La muestra es un grupo o fragmento de la población, que se obtiene para investigar las singularidades o propiedades de esta última. Por lo tanto, es primordial que sea simbólico de la población (Samaniego, G. 2020).

El muestreo fue no probabilístico, calificada también como muestra dirigida ya que los elementos se toman según los caracteres de la investigación y el juicio de los autores, para su selección no se realizan cálculos de probabilidad (Hernández, Baptista, Fernández, 2014) y por conveniencia, pues se seleccionaron los casos disponibles de fácil acceso según conveniencia del investigador (Otzen y Manterola, 2017)

La población de la investigación estuvo conformada por las concentraciones de gases (CO, NO₂, SO₂, O₃) y material particulado (PM 2.5 Y PM 10) del aire atmosférico de Lima Metropolitana.

La muestra estuvo conformada por las concentraciones de gases (CO y SO₂) y material particulado (PM 2.5 Y PM 10) del aire atmosférico de Lima Metropolitana comprendidos en el periodo 2016-2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

- **Análisis documental**

Se utilizó el análisis documental, el cual implica la revisión de material bibliográfico que permite al investigador comprender el objeto materia de estudio, así como conocer los antecedentes de un ambiente, sucesos y situaciones que ocurren en él, además de su funcionamiento normal y anómalo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- **Observación**

Se aplicó la observación que tiene como finalidad explorar y describir ambientes analizando sus características, variaciones y factores que la generan, reconocen y redactan asuntos sociales, así como formular hipótesis para próximas pesquisas (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos en la presente investigación fueron:

- ❖ Registro de principales medidas tomadas en épocas de confinamiento social. Ver Anexo.
- ❖ Registro de datos históricos de concentración de material particulado diario. Ver Anexo
- ❖ Registro de datos históricos de concentración de gases diario. Ver Anexo
- ❖ Registro de concentraciones mensuales de material particulado. Ver Anexo
- ❖ Registro de concentraciones mensuales de gases. Ver Anexo
- ❖ Registro de concentraciones cuatrimestrales de material particulado. Ver Anexo
- ❖ Registro de concentraciones cuatrimestrales de gases. Ver Anexo
- ❖ Registro de Flujo vehicular mensual. Ver Anexo

3.4.3. Validación de instrumentos

Los instrumentos utilizados para la recopilación de la data en la presente investigación, fueron validados mediante la apreciación de tres expertos, con porcentajes que se indican a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Profesionales expertos que validan los formatos

	Dr. Benites Alfaro, Elmer G.	Dr. Ordoñez Galvez, Juan J.	Dr. Castañeda Olivera, Carlos A.
1.- Registro de principales medidas tomadas en épocas de confinamiento social	90%	90%	90%
2.- Registro de datos históricos de concentración de material particulado diario	91%	90%	90%
3.- Registro de datos históricos de concentración de gases diario	90%	90%	90%
4.- Registro de concentraciones mensuales de material particulado	90%	90%	90%
5.- Registro de concentraciones mensuales de gases	90%	90%	90%
6.- Registro de concentraciones cuatrimestrales de material particulado	90%	90%	90%
7.- Registro de concentraciones cuatrimestrales de gases	90%	90%	90%
8.- Registro de flujo vehicular mensual	90%	90%	90%

3.5. Procedimientos

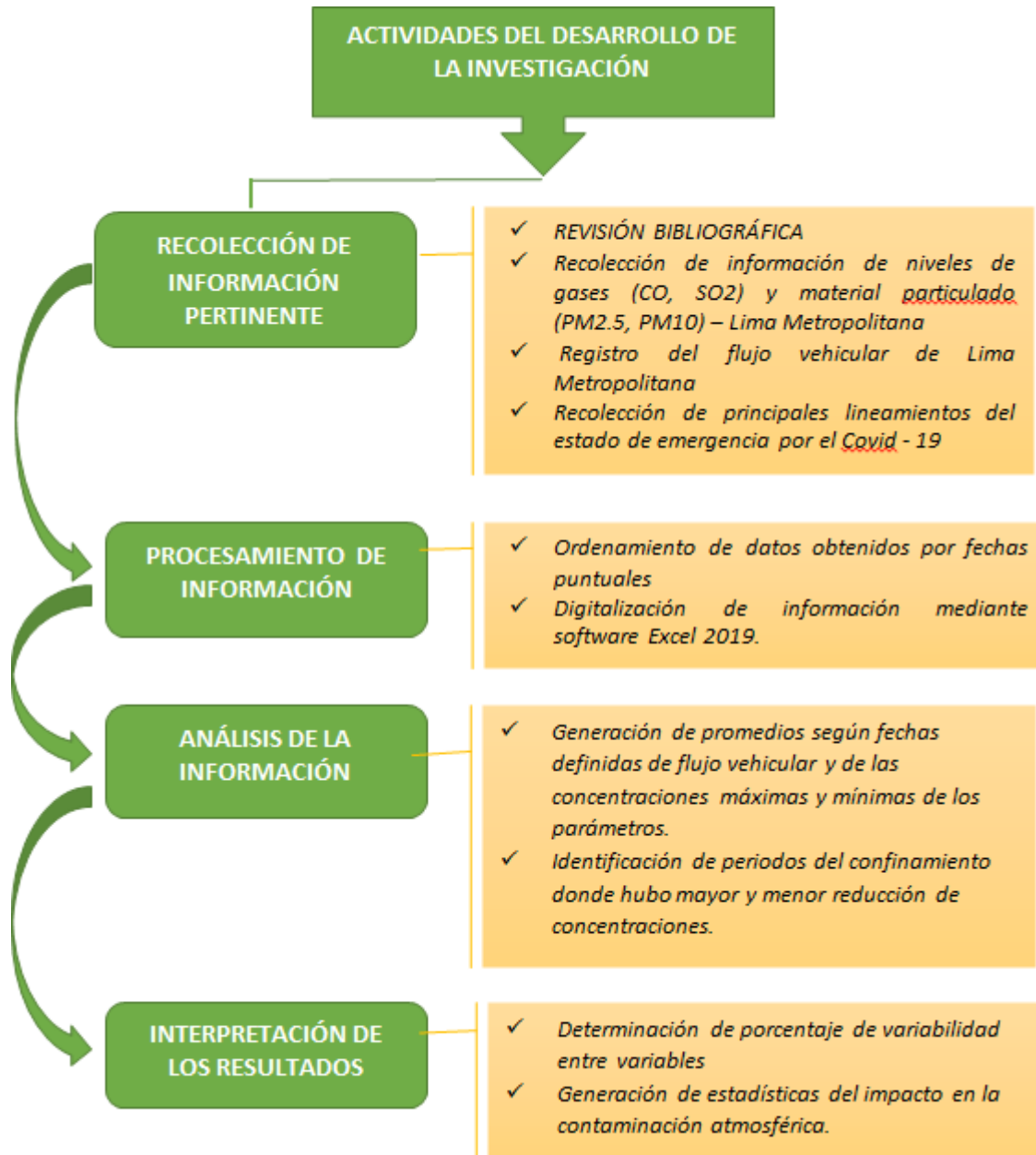


Figura 1. Diagrama de procesos

FASE 1: Recolección de información pertinente

Se recaudó data histórica de niveles de gases (CO, SO₂) y material particulado (PM_{2.5}, PM₁₀) de la base de datos de los organismos e instituciones gubernamentales que realizan monitoreos del aire, como el Servicio Nacional de Meteorología e

Hidrológica (SENAMHI), se consideraron datos registrados pertinentes por estaciones situadas dentro del área de Lima. En la Tabla 3 se muestra la ubicación e información general de las 10 estaciones de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana.

Tabla 3. Relación de estaciones de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana

RELACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DE LIMA METROPOLITANA						
Zona de Lima	N°	Nombre estación	Distrito	Dirección	Latitud S	Longitud E
Lima Norte	1	CARABAYLLO	CARABAYLLO	Av. Micaela Bastidas, cuadra 4 Urb. Santa Isabel	-11.902	-77.034
	2	SAN MARTÍN DE PORRES	SAN MARTÍN DE PORRES	Calle Stiglich, Urb. Antares, 2ª. Etapa	-12.000	-77.080
	3	PUENTE PIEDRA	PUENTE PIEDRA	Calle 9 de Junio N° 100	-11.850	-77.070
Lima Centro	4	SAN BORJA	SAN BORJA	Calle Malachowski 550	12.109	-77.008
	5	CAMPO DE MARTE	JESÚS MARÍA	Parque Campo de Marte	-12.071	-77.043
Lima Sur	6	VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	Av. 26 de Noviembre s/n Sector Nueva Esperanza	-12.166	-76.920
Lima Este	7	HUACHIPA	HUACHIPA	Calle los Canarios s/n Huachipa	-12.020	-76.930
	8	SAN JUAN DE LURIGANCHO	SAN JUAN DE LURIGANCHO	Av. Del Parque, cuadra 6	-11.970	-76.980
	9	ATE	ATE VITARTE	Carretera Central, km. 7.5	-12.026	-76.919
	10	SANTA ANITA	SANTA ANITA	Av. Los Eucaliptos, cuadra 12	-12.043	-76.971

Debido a la coyuntura del COVID - 19, los datos brindados por SENAMHI han sido particularmente de las estaciones de Carabayllo, San Borja, Campo de Marte, Santa Anita, Villa María del Triunfo, San Martín de Porres y San Juan de Lurigancho, comprendido entre el periodo de duración del confinamiento social obligatorio, semanas y meses previos y posteriores a la misma, así como la data de los mismos períodos registrados en años anteriores.

Se registró el flujo vehicular por unidades de peaje de Lima Metropolitana de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), del 2020, el cual registró los movimientos de entrada y salida del tráfico vehicular nacional.

Se registró los principales lineamientos emitidos por el gobierno peruano respecto al estado de emergencia por el covid-19, dichos dispositivos legales variaron durante el proceso de la coyuntura de la pandemia debido a que el covid-19 es un virus atípico y se amerita normas de acuerdo a su desarrollo dentro del espacio y tiempo histórico.

FASE 2: Procesamiento de la información pertinente

Se procesó la data obtenida de los parámetros, para ello los datos recolectados fueron ordenados y digitalizados por temporalidad tanto diaria, semanal, mensual, cuatrimestral, y anual según la estación a la que pertenezcan.

Asimismo, se agrupó por semanas y meses la evolución del flujo de vehículos de Lima Metropolitana del 2020.

De igual manera se digitalizó según orden cronológico los diversos lineamientos dados por el estado durante el confinamiento social obligatorio con su respectivo período de duración y base legal. Ver tabla 4

Para procesar las bases de datos se utilizó el software Microsoft Excel 2019 y para la elaboración del análisis estadístico inferencial se utilizó el IBM SPSS Statistics 25, y poder contrarrestar la hipótesis nula de la investigación.

Tabla 4. Registro de principales medidas tomadas durante el confinamiento social obligatorio

Lugar de estudio		Lima Metropolitana	
Sector de influencia		Transito de personas	x
		Parque automotor	x
		Actividad industrial	x
Fecha de comunicacion	Periodo	Medida	Fuente de informacion
15/03/2020	16/03/2020 - 30/03/2020	Declaracion de Estado de Emergencia Nacional (reduccion del transporte terrestre y fluvial en un 50%)	DECRETO SUPREMO N° 044-2020-PCM
26/03/2020	31/03/2020 - 12/04/2020	Extension de cuarentena obligatoria (inmovilizacion social de las 20h a 5h del dia siguiente)	DECRETO SUPREMO N° 051-2020-PCM
02/04/2020	02/04/2020	Salida de un miembro del hogar, varones(lunes, miercoles,viernes) Mujeres (martes, jueves sabado)	DECRETO SUPREMO N° 057-2020-PCM
06/04/2020	09/04/2020 - 10/04/2020	Restriccion de salida las 24h jueves y viernes santo	DECRETO SUPREMO N° 061-2020-PCM
10/04/2020	13/04/2020 - 26/04/2020	Prorroga del Estado de Emergencia Nacional (inmovilizacion social de las 18 h a 4 h del dia siguiente, solo se permite salida de un miembro, domingos restriccion de salida, autorizacion de transporte interprovincial a quienes se encuentren fuera de su lugar de trabajo habitual)	DECRETO SUPREMO N° 064-2020-PCM
25/04/2020	27/04/2020 - 10/05/2020	Prorroga del Estado de Emergencia Nacional	DECRETO SUPREMO N° 075-2020-PCM
03/05/2020	04/05/2020 - 04/06/2020	Reanudacion de actividades economicas de forma gradual y progresiva (FASE 1)	DECRETO SUPREMO N° 080-2020-PCM
10/05/2020	11/05/2020 - 24/05/2020	Prorroga del Estado de Emergencia Nacional (inmovilizacion social de 20h a 4h del dia siguiente, mercados y supermercados atender con no mas del 50% del aforo habitual)	DECRETO SUPREMO N° 083-2020-PCM
24/05/2020	25/05/2020 - 30/06/2020	Prorroga de estado de emergencia y cuarentena a (inmovilizacion social de 21h a 4 h del dia siguiente)	DECRETO SUPREMO N° 094-2020-PCM

FASE 3: Análisis de información

Se generaron promedios diarios, mensuales, cuatrimestrales, y anuales de las concentraciones máximas y mínimas tanto de los gases como material particulado.

Se establecieron los promedios mensuales del flujo de vehículos de Lima Metropolitana, antes, durante y después del aislamiento. Ejemplo en la tabla 5.

Tabla 5. Promedios mensuales de concentraciones (ug/m3) y flujo vehicular (ud) 2020.

PARÁMETROS 2020					
MESES	CONCENTRACIONES (ug/m3)				ÍNDICE DE FLUJO VEHICULAR (ud)
	MP 10	MP 2,5	SO2	CO	
FEBRERO	46,6	16,6	7,2	1336,0	238,5
MARZO	51,1	16,0	7,3	1120,9	185,2
ABRIL	37,1	13,4	6,4	791,0	66,1
MAYO	46,0	15,9	6,5	503,8	80,9

Además se separó por períodos el confinamiento social obligatorio según la duración de los lineamientos dados por el gobierno, lo cual permitió identificar en qué períodos durante el confinamiento obligatorio hubo mayor y menor reducción de concentraciones.

FASE 4: Interpretación de resultados

Con los promedios que se obtuvieron en el análisis de información pertinente se determinó la variabilidad de niveles de concentración mediante un análisis comparativo de los datos del escenario sin confinamiento y con confinamiento, y se realizaron comparaciones de los promedios de flujo vehicular con los Estándares de Calidad Ambiental - Decreto Supremo N° 003-2017 - MINAM, ver table 6, además se generó estadísticas del impacto positivo de contaminación atmosférica por los comportamientos significativos de las emisiones de gases contaminantes.

Tabla 6. Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire - Decreto Supremo N°003-2017-MINAM

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE				
Parámetro	Periodo	Valor (ug/m3)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Material Particulado con diámetro menor a 2,5micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial /filtración (Gravimetría)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se utilizó la estadística inferencial que permite determinar los cambios y características de las variables, relaciones entre ambas y tendencias, para ello se utilizó el software Microsoft Excel 2019 e IBM SPSS Statistics 25.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación pasó por el software Turnitin de manera que se verificó su autenticidad obteniéndose un porcentaje de similitud aceptable, además se respetaron los lineamientos establecidos en la guía de productos observables y en el código de ética de la Universidad César Vallejo.

Para el desarrollo del proyecto, se empleó data que fue recopilada sin sufrir alteración alguna, se presentaron resultados con datos verídicos producto del análisis que se realizó con objetividad en favor de la sociedad de manera que se tome como antecedente para futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Variación del Material Particulado

4.1.1. Comportamiento del MP10

Tabla 7. Promedio de concentraciones mensuales de MP10 2020 (ug/m3).

PROMEDIOS MENSUALES MP10 2020 (ug/m3)						
MES	Estación Carabaylo	Estación San Borja	Estación Campo de Marte	Estación Santa Anita	Estación Villa María del Triunfo	PROMEDIO
Febrero	-	37.2	25.5	34.5	89.2	46.6
Marzo	85.2	28.0	21.8	24.7	95.7	51.1
Abril	46.5	24.3	19.8	21.9	72.8	37.1
Mayo	55.5	41.6	23.5	25.2	84.0	46.0

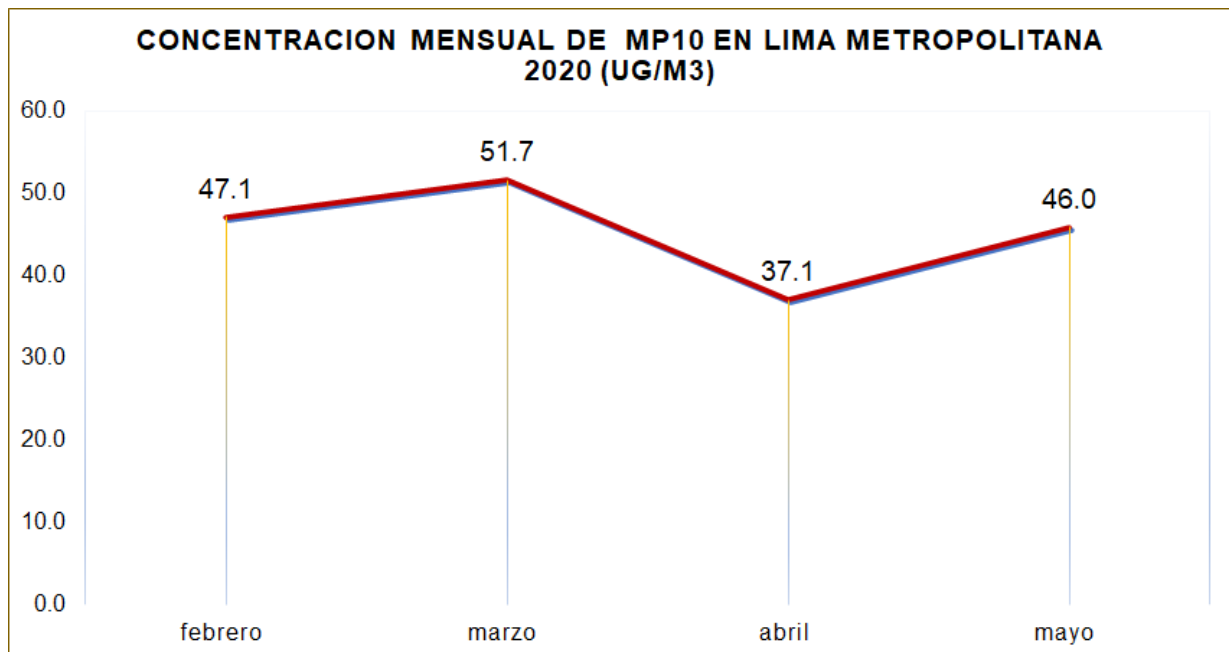


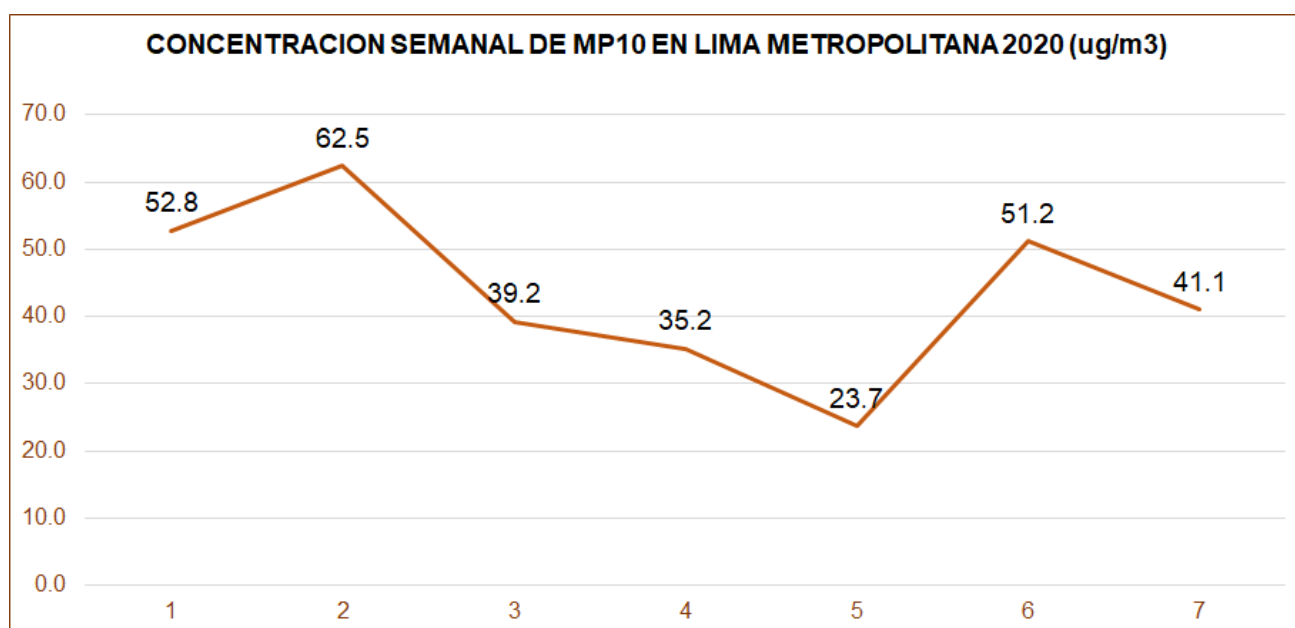
Figura 2. Concentración mensual de MP10 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).

En la figura 2 se plasmó el comportamiento de la concentración mensual de MP10 en el año 2020, donde se observó un comportamiento decreciente de la concentración del mes de marzo (media mensual de 51.7 ug/m3) al mes de abril (media mensual 37.1),

dicho periodo comprende las fechas donde se dio inicio al confinamiento social obligatorio.

Tabla 8. Promedios semanales de concentraciones de MP10 2020 (ug/m3)

PROMEDIOS SEMANALES MP10 2020 (mg/m3)								
SEMANAS	FECHA		CONCENTRACION					PROMEDIO
			Estacion Carabaylo	Estacion San Borja	Estacion Campo de Marte	Estacion Santa Anita	Estacion Villa Maria del Triunfo	
SEMANA 0	02/03/2020	08/03/2020	sin	34.4	25.6	29.0	122.2	52.8
SEMANA PREVIA	09/03/2020	15/03/2020	92.0	29.6	26.5	29.3	134.9	62.5
1° SEMANA AISLAMIENTO	16/03/2020	22/03/2020	69.0	21.5	17.3	20.6	67.9	39.2
2° SEMANA AISLAMIENTO	23/03/2020	30/03/2020	50.2	21.1	18.8	21.0	65.1	35.2
SEMANA SANTA	09/04/2020	10/04/2020	29.0	19.8	16.3	18.6	34.7	23.7
COMIENZO REACTIVACIÓN	04/05/2020	17/05/2020	63.0	37.9	24.7	27.2	103.2	51.2
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18/05/2020	31/05/2020	47.5	47.7	22.6	23.3	64.5	41.1



1	SEMANA 0	2-8 marzo
2	SEMANA PREVIA	9-15 marzo
3	1° SEMANA AISLAMIENTO	16-22 marzo
4	2° SEMANA AISLAMIENTO	23-30 marzo
5	SEMANA SANTA	9-10 abril
6	COMIENZO REACTIVACIÓN	4-17 mayo
7	ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18-31 mayo

Figura 3. Concentración semanal de MP10 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)

En la Figura 3 se presentó el comportamiento semanal de las concentraciones de MP10 antes y durante el periodo de confinamiento social obligatorio bajo el escenario del covid 19, se identificó una concentración máxima (62.5 ug/m3) en la semana previa al inicio del confinamiento y una concentración mínima (23.7 ug/m3) en semana santa, donde los días 9 y 10 de abril se restringió la salida durante las 24 h.

Tabla 9. Concentración de MP10 cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3).

CONCENTRACIÓN CUATRIMESTRAL DE MP10 (ug/m3)					
	2020	2019	2018	2017	2016
Estación Carabayllo	62.4	105.6	81.1	87.4	95.3
Estación San Borja	32.8	53.2	59.8	50.1	51.0
Estación Campo de Marte	22.6	32.1	32.1	34.0	38.2
Estación Santa Anita	26.6	69.0	69.0	77.6	85.9
Estación Villa Maria del Triunfo	85.4	172.1	195.1	158.9	179.9
Promedio	46.0	86.4	87.4	81.6	90.0

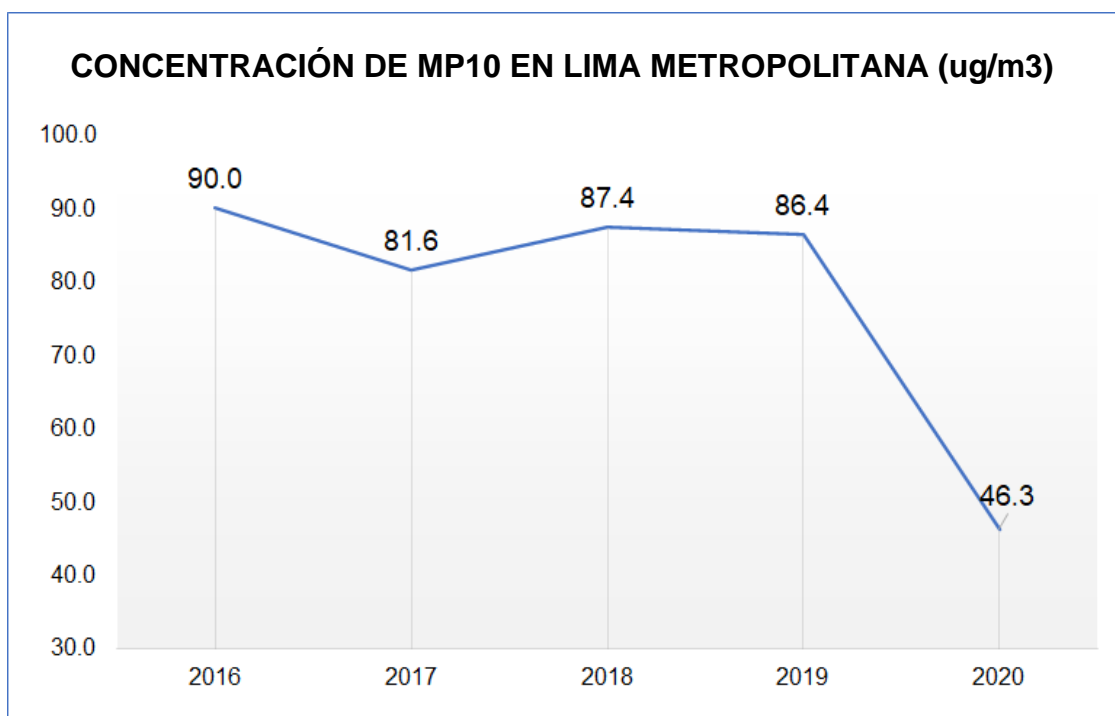


Figura 4. Concentración cuatrimestral de MP10 en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3)

En la figura 4 se demostró la variación de las concentraciones cuatrimestrales (febrero, marzo, abril, mayo) de MP10, donde se observó una reducción del 46.3% de la concentración en el año 2020 (46.3 ug/m3) respecto al promedio de las concentraciones de los años 2016 al 2019 (86.4 ug/m3).

Tabla 10. Concentración semanal de MP10 (2016 al 2020) Lima Metropolitana (ug/m3).

PROMEDIOS SEMANALES MP10 2020 (ug/m3)							
Semanas	Fecha		2020	2019	2018	2017	2016
SEMANA 0	2-mar.	8-mar.	52.8	44.8	69.5	81.2	101.0
SEMANA PREVIA	9-mar.	15-mar.	62.5	68.5	111.9	90.5	91.4
1° SEMANA AISLAMIENTO	16-mar.	22-mar.	39.2	98.0	130.4	92.0	77.1
2° SEMANA AISLAMIENTO	23-mar.	30-mar.	35.2	61.8	111.7	90.9	69.0
SEMANA SANTA	9-abr.	10-abr.	23.7	51.8	99.2	106.9	72.4
COMIENZO REACTIVACIÓN	4-may.	17-may.	51.2	84.9	84.2	88.2	96.3
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18-may.	31-may.	41.1	74.5	90.0	55.4	94.9

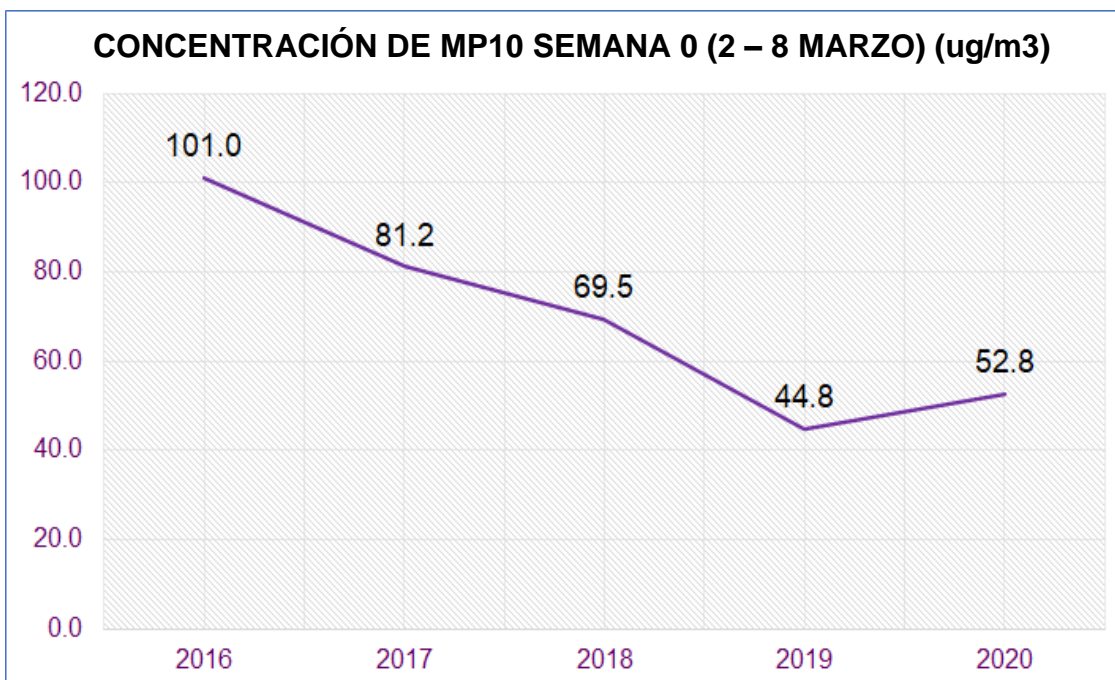


Figura 5. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3)

En la figura 5 se presenta la variación de la concentración de MP10 del 2 de marzo al 8 de marzo en Lima Metropolitana en el periodo del 2016 al 2020, y se observó un comportamiento decreciente del año 2016 al 2019 y un leve incremento para el año 2020.

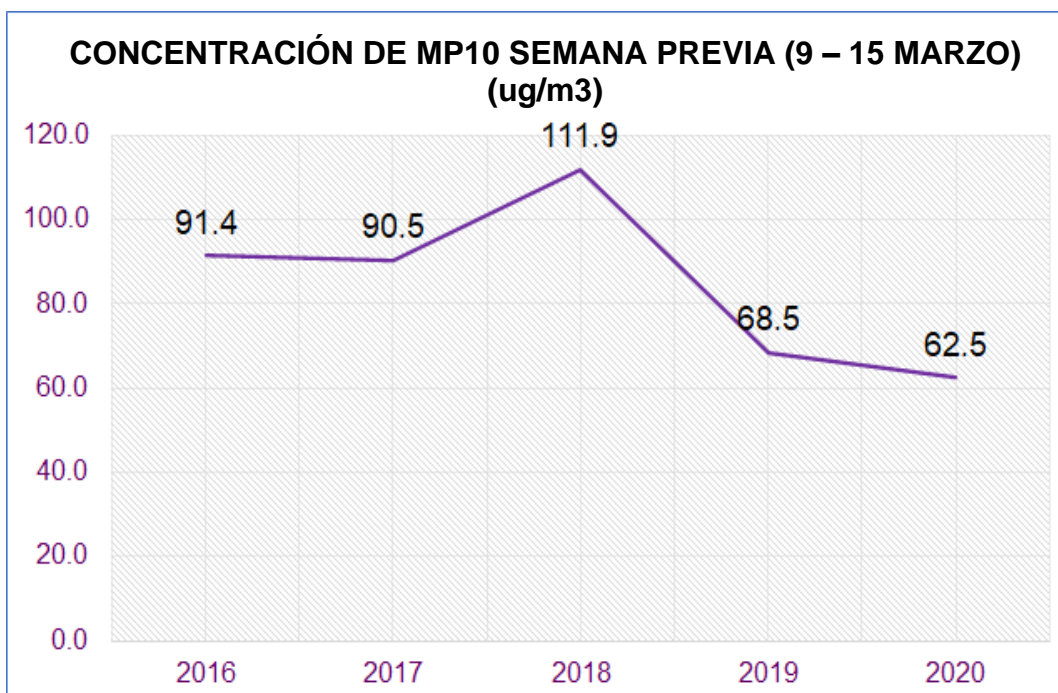


Figura 6. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3).

En la figura 6 se presenta la variación de la concentración de MP10 una semana antes al comienzo del confinamiento social obligatorio, del 9 de marzo al 15 de marzo, en Lima Metropolitana entre los años 2016 al 2020, y se observó una concentración máxima en el año 2018 y mínima en el año 2020.

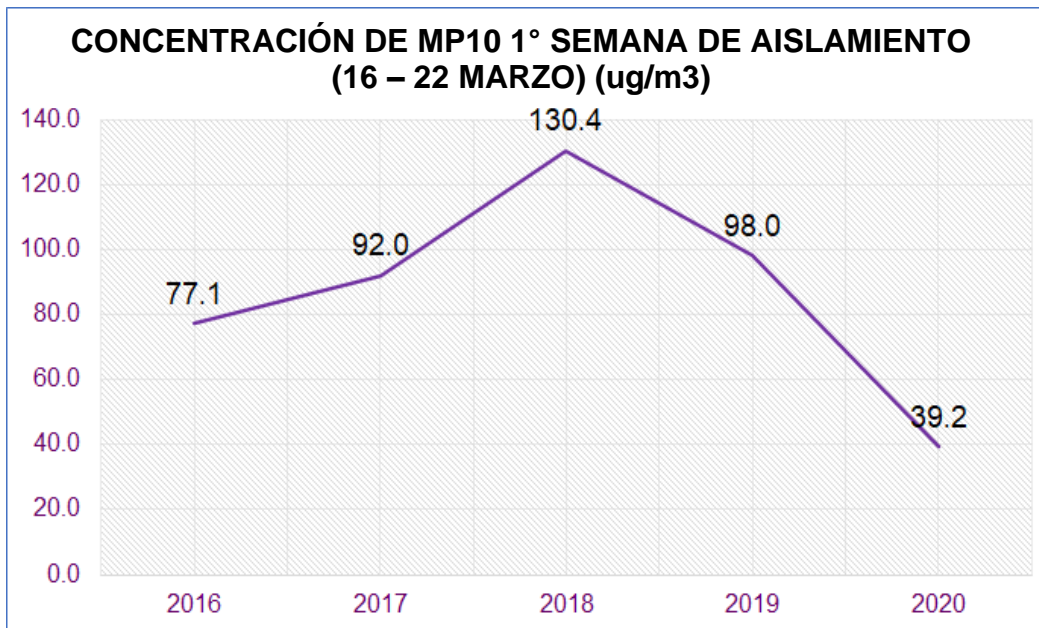


Figura 7. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 1ª SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m3).

En la figura 7 se observó las concentraciones de MP10 que se registró durante la primera semana de confinamiento, del 16 al 22 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5 años. La primera semana de confinamiento tuvo una concentración de MP10 de 39.2 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 61% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (99.4 ug/m3).

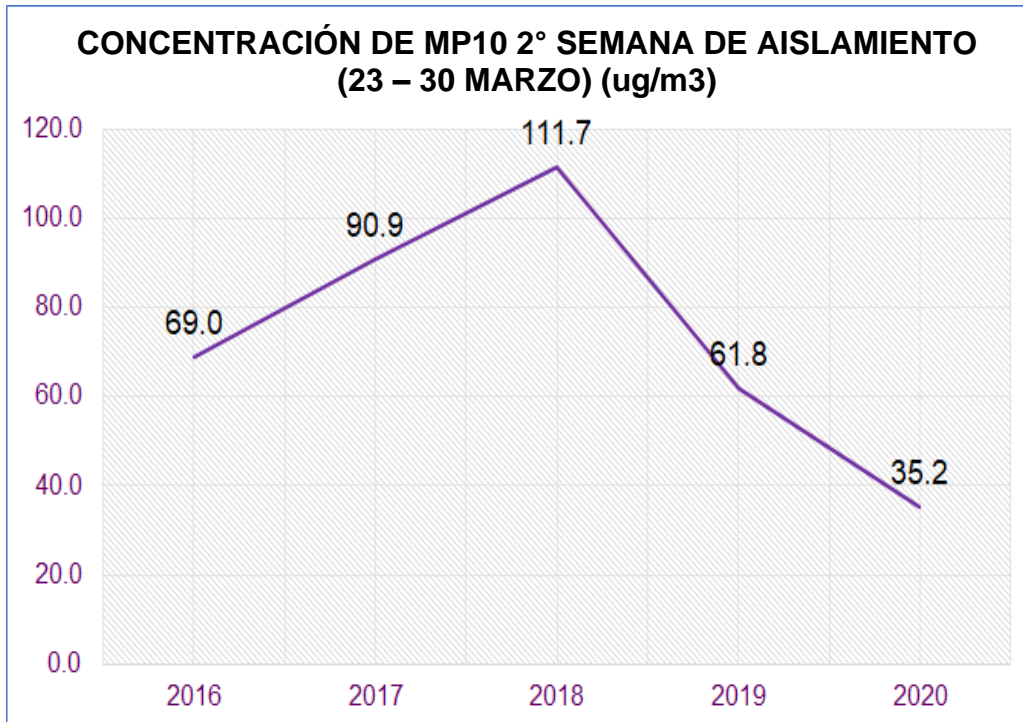


Figura 8. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE AISLAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m3).

En la figura 8 se presenta las concentraciones de MP10 que se registraron durante la segunda semana de confinamiento, del 23 al 30 de marzo, y cómo variaron en los últimos 5 años. La segunda semana de confinamiento tuvo una concentración de MP10 de 35.2 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 58% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (83.4 ug/m3).

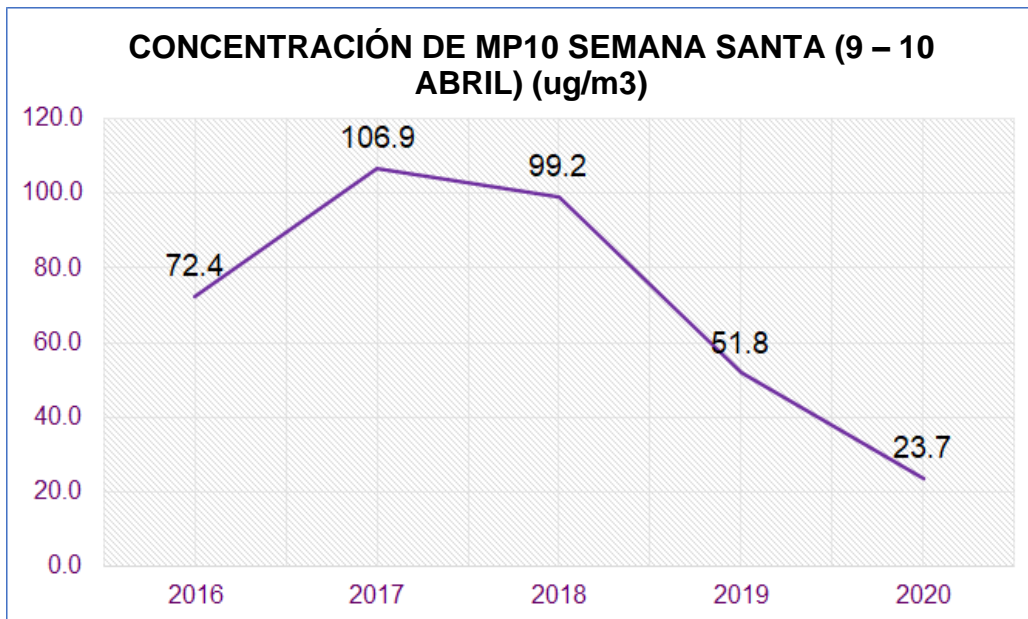


Figura 9. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m3).

En la figura 9 se muestra las concentraciones de MP10 que se registraron durante semana santa, donde se restringió la salida durante las 24 horas de los días 9 y 10 de abril, y su variación en los últimos 5 años. En semana santa se obtuvo una concentración de MP10 de 23.7 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 71% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (82.6 ug/m3).

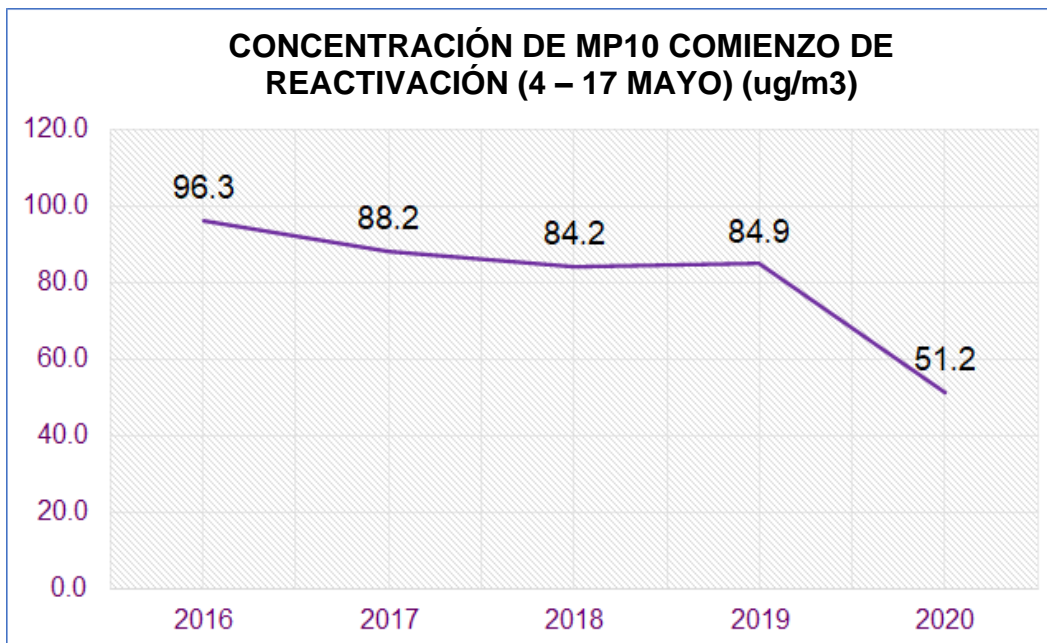


Figura 10. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).

En la figura 10 se muestra las concentraciones de MP10 que se registraron durante las primeras semanas de la primera fase de reactivación económica, del 4 al 17 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las primeras semanas de reactivación económica se obtuvo una concentración de MP10 de 51.2 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 42% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 (88.4 ug/m3).

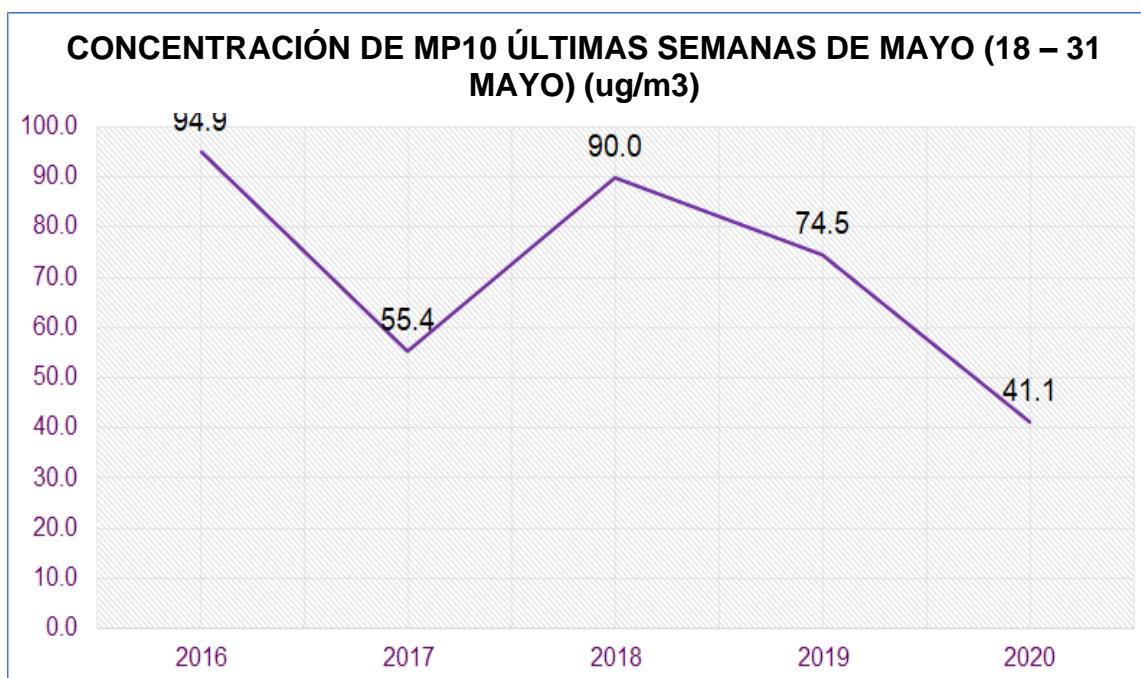


Figura 11. Concentración de MP10 en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m3)

En la figura 11 se muestra las concentraciones de MP10 que se registraron durante las últimas semanas de mayo, del 18 al 31 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las últimas semanas de mayo se obtuvo una concentración de MP10 de $41.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 48% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 ($78.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.1.2.1. Análisis estadístico inferencial de MP10

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

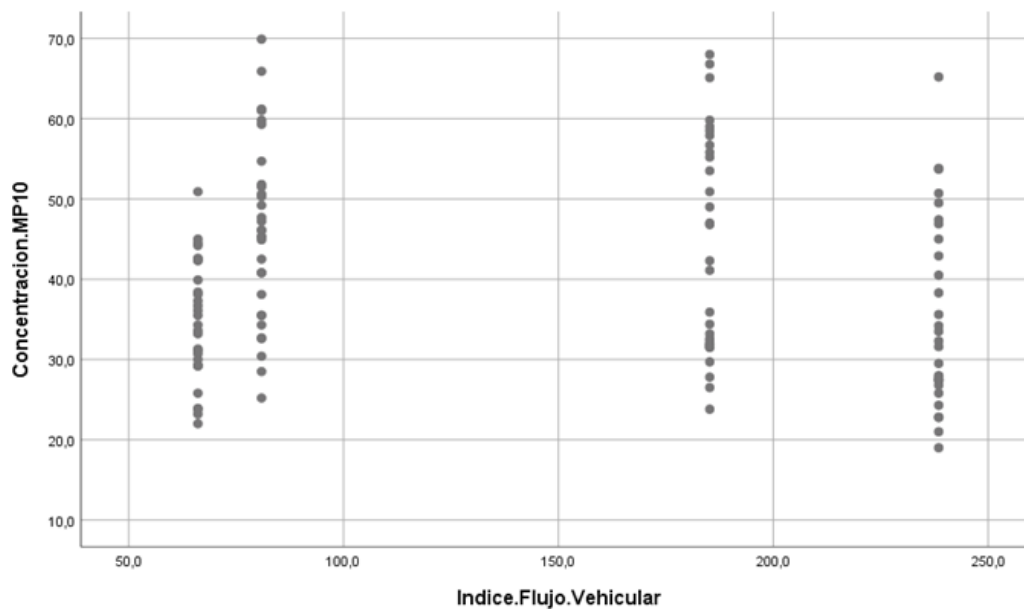


Figura 12. Diagrama de dispersión de MP10 y Flujo vehicular

En el gráfico 12 se mostró que las variables estiman una relación de tendencia lineal creciente, indicando que a mayor flujo vehicular, existe mayor concentración de MP10 y viceversa, en el aire de Lima Metropolitana.

REGRESIÓN DE LA MEDIA

Tabla 11. Valores de regresión de la media MP10

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,063 ^a	,004	-,004	12,2155
a. Predictores: (Constante), Flujo vehicular				

En la tabla 11 se observa que cuanto más próximo esté R cuadrado a 1, mayor es la relación lineal existente entre las variables, y menor cuanto más próximo esté R cuadrado a cero. Por lo tanto, la cantidad de relación lineal entre las variables es 0,4%. Concluyendo que la concentración de MP10 en los meses de febrero, marzo, abril y mayo tiene una relación lineal ligera del 0.4% con el flujo vehicular.

Tabla 12. Coeficiente de ecuación de regresión MP10

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Dev. Error	Beta		
1	(Constante)	41,764	2,469		16,917	,000
	Flujo vehicular	,011	,016	,063	,684	,495
a. Variable dependiente: Concentración MP10						

ECUACIÓN DE REGRESIÓN:

$$\text{Concentración de MP10} = 41,76 + (0,011) \times \text{Flujo vehicular}$$

De la tabla 12 se desprende la ecuación la cual mostró que el coeficiente para el flujo vehicular es de $0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El coeficiente indicó que, por cada vehículo adicional en el flujo vehicular, se puede esperar que la concentración de MP10 aumente un promedio de $0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

DIAGRAMA DE CAJAS

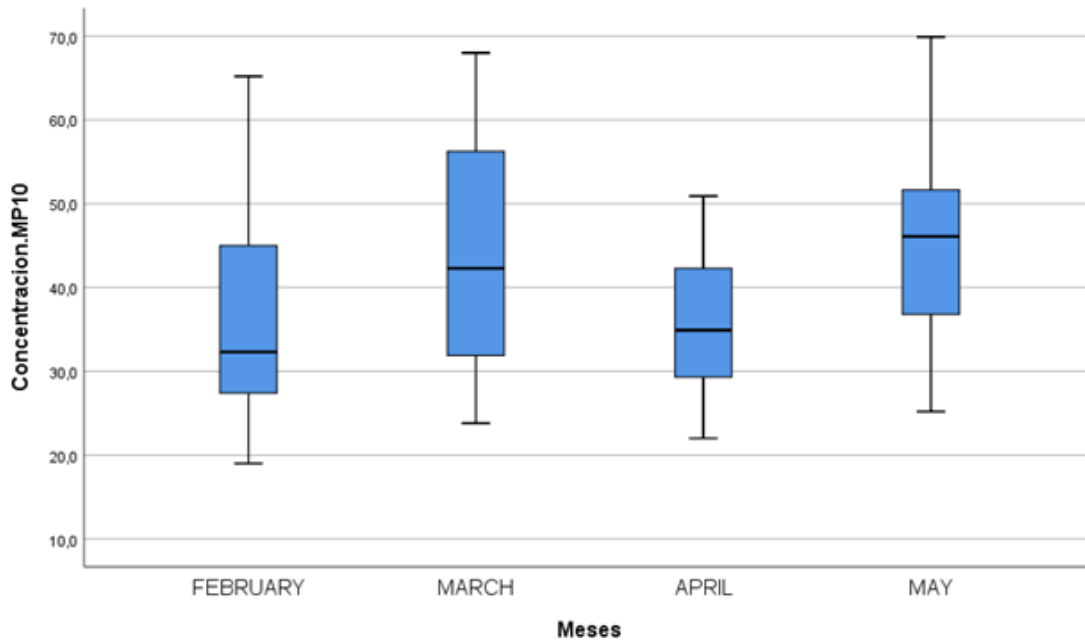


Figura 13. Diagrama de cajas de febrero a Mayo de MP10

El gráfico indica que el desplazamiento de las cajas de la concentración de MP10 presentó un comportamiento ligeramente decreciente de marzo a abril, mientras que en mayo, tras la reactivación económica comenzó a ascender.

PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

Tabla 13. Media de MP10

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Concentración MP10	121	40,256	12,1883	1,1080

Valor de prueba = 100 (Ver tabla 6)

En la tabla 13 se observa que la media de la prueba T de la concentración de MP10 de los meses Febrero, Marzo, Abril y Mayo del 2020 es 40,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el Estándar de Calidad Ambiental del CO es 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto los valores al no sobrepasar el ECA se rechaza la H_0 .

4.1.2. Comportamiento del MP2.5

Tabla 14. Promedios mensuales de MP2.5 Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)

PROMEDIOS MENSUALES MP2.5 2020 (ug/m3)						
MES	Estación Carabaylo	Estación San Borja	Estación Campo de Marte	Estación V.M.T.	Estación S.J.L.	PROMEDIO
Febrero	14.31	14.5	15.8	35.4	3.0	16.6
Marzo	18.0	12.3	12.9	23.8	13.0	16.0
Abril	12.5	11.5	13.5	17.9	11.4	13.4
Mayo	14.7	14.3	17.2	16.5	16.5	15.9

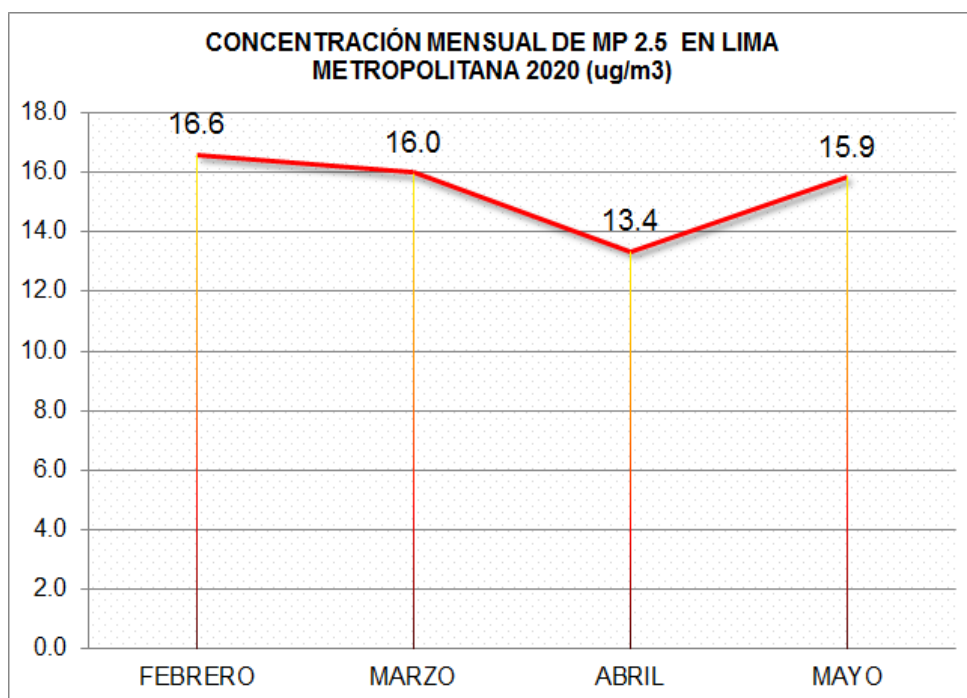
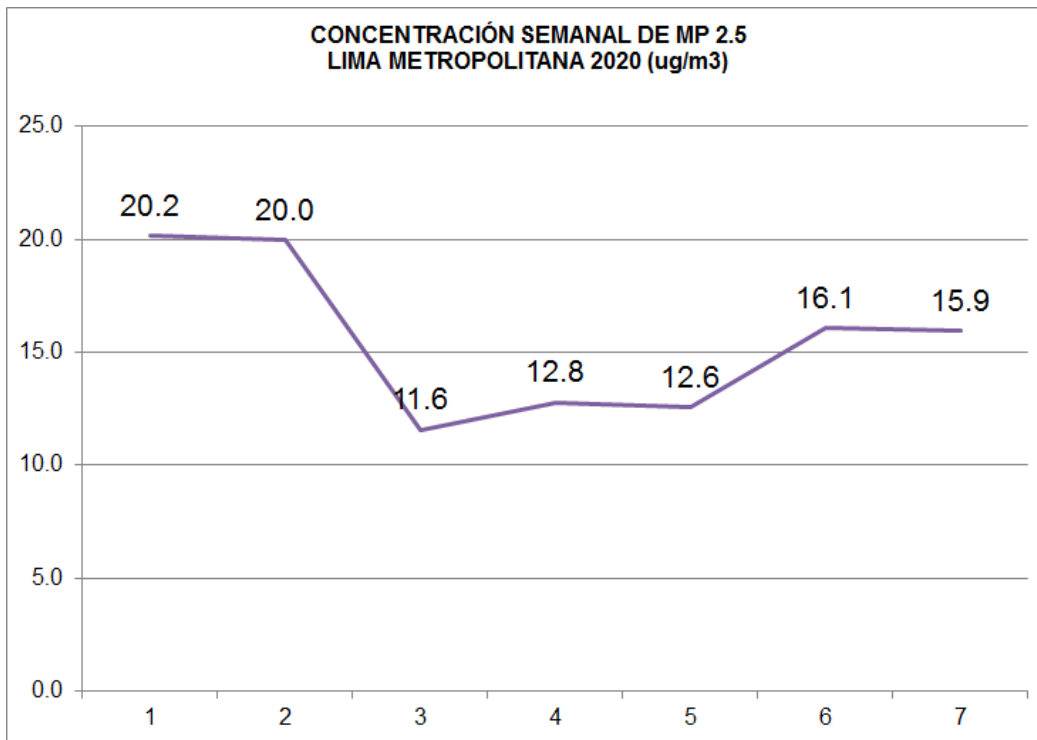


Figura 14. Concentración mensual de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)

En la figura 14 se plasmó el comportamiento de la concentración mensual de MP2.5 en el año 2020, donde se observó un comportamiento decreciente de la concentración del mes de marzo (media mensual de 16 ug/m3) al mes de abril (media mensual 13.4), dicho periodo comprende de las fechas donde se dio inicio al confinamiento social obligatorio.

Tabla 15. Promedios semanales de MP2.5 2020 (ug/m3)

PROMEDIOS SEMANALES MP2.5 2020								
SEMANAS	FECHA		CONCENTRACIÓN					PROMEDIO GENERAL
			Carabaylo	San Borja	Campo de marte	VMT	SJL	
SEMANA 0	02/03/2020	08/03/2020	26.2	17.2	14.1	25.8	17.5	20.2
SEMANA PREVIA	09/03/2020	15/03/2020	29.2	12.1	13.8	28.2	16.6	20.0
1° SEMANA AISLAMIENTO	16/03/2020	22/03/2020	10.3	8.7	10.7	18.2	9.9	11.6
2° SEMANA AISLAMIENTO	23/03/2020	30/03/2020	11.2	10.1	12.8	20.7	9.3	12.8
SEMANA SANTA	09/04/2020	10/04/2020	9.8	10.6	13.0	19.1	10.4	12.6
COMIENZO REACTIVACIÓN	04/05/2020	17/05/2020	15.7	14.7	17.5	16.2	16.2	16.1
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18/05/2020	31/05/2020	13.6	14.3	17.4	17.2	17.2	15.9



N°	SEMANA	FECHAS
1	SEMANA 0	02 al 08 marzo
2	SEMANA PREVIA	09 al 15 marzo
3	1° SEMANA AISLAMIENTO	16 al 22 marzo
4	2° SEMANA AISLAMIENTO	23 al 30 marzo
5	SEMANA SANTA	09 al 10 abril
6	COMIENZO REACTIVACIÓN	04 al 17 mayo
7	ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18 al 31 mayo

Figura 15. Concentración semanal de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)

En la Figura 15 se presenta el comportamiento semanal de las concentraciones de MP2.5 antes y durante el periodo de confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, donde se identificó una concentración máxima (20.2 ug/m3) dos semanas previas al inicio del confinamiento y una concentración mínima (11.6 ug/m3) en la primera semana de aislamiento, que correspondía del 16 al 22 de marzo.

Tabla 16. Concentración cuatrimestral de MP 2.5 (ug/m3)

Concentración de MP2.5 cuatrimestral por estación (ug/m3)					
	2020	2019	2018	2017	2016
Estación Carabayllo	14.9	37.0	27.9	50.1	29.5
Estación San Borja	13.2	11.4	15.8	14.5	19.4
Estación Campo de marte	14.9	15.7	19.8	11.1	17.3
Estación VMT	25.3	27.2	31.4	27.7	28.5
Estación SJL	11.0	30.6	149.1	29.0	32.0
PROMEDIO	15.9	24.4	48.8	26.5	25.3

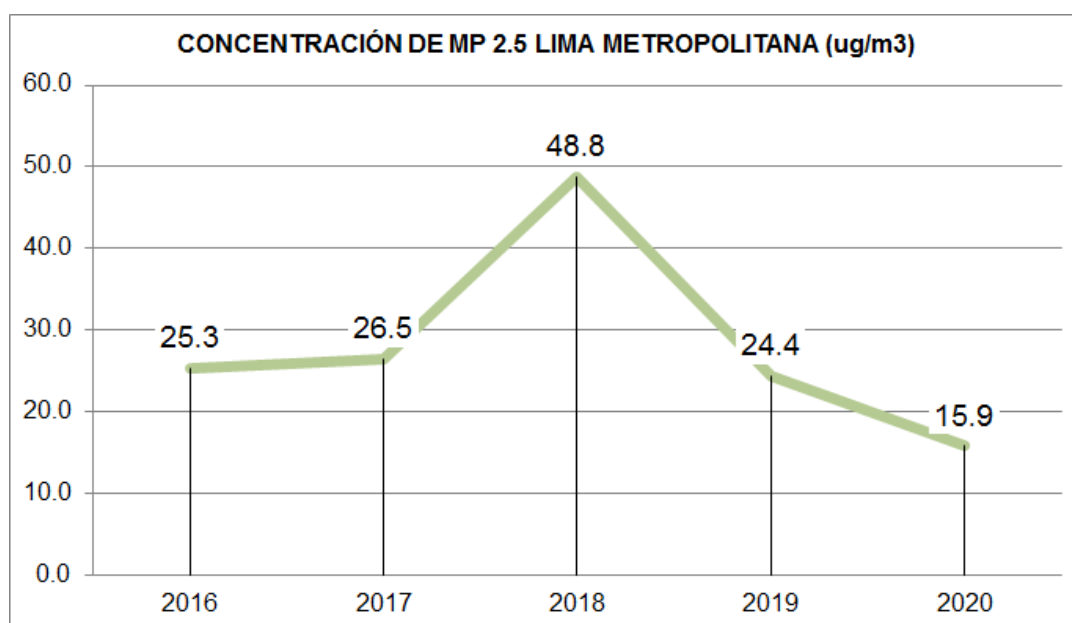


Figura 16. Concentración cuatrimestral de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3)

En la figura 16 se muestra la variación de las concentraciones cuatrimestrales (febrero, marzo, abril, mayo) de MP2.5, donde se observó una reducción del 49% de la concentración en el año 2020 (15.9 ug/m3) respecto al promedio de las concentraciones de los años 2016 al 2019 (31.3 ug/m3).

Tabla 17. Promedios semanales MP 2.5 (2016 al 2020) 2.5 Lima Metropolitana (ug/m3)

PROMEDIOS SEMANALES MP2.5 LIMA METROPOLITANA (ug/m3)							
SEMANA	FECHA		2020	2019	2018	2017	2016
SEMANA 0	02/03/2020	08/03/2020	20.4	12.3	19.4	20.1	22.5
SEMANA PREVIA	09/03/2020	15/03/2020	20.0	12.9	25.8	21.2	21.3
1° SEMANA AISLAMIENTO	16/03/2020	22/03/2020	11.5	23.5	26.9	18.1	18.7
2° SEMANA AISLAMIENTO	23/03/2020	30/03/2020	12.7	18.5	28.4	20.6	19.0
SEMANA SANTA	09/04/2020	10/04/2020	12.6	16.9	58.0	22.2	22.5
COMIENZO REACTIVACIÓN	04/05/2020	17/05/2020	16.3	23.0	68.6	29.4	28.8
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18/05/2020	31/05/2020	15.8	24.9	31.5	32.4	41.3

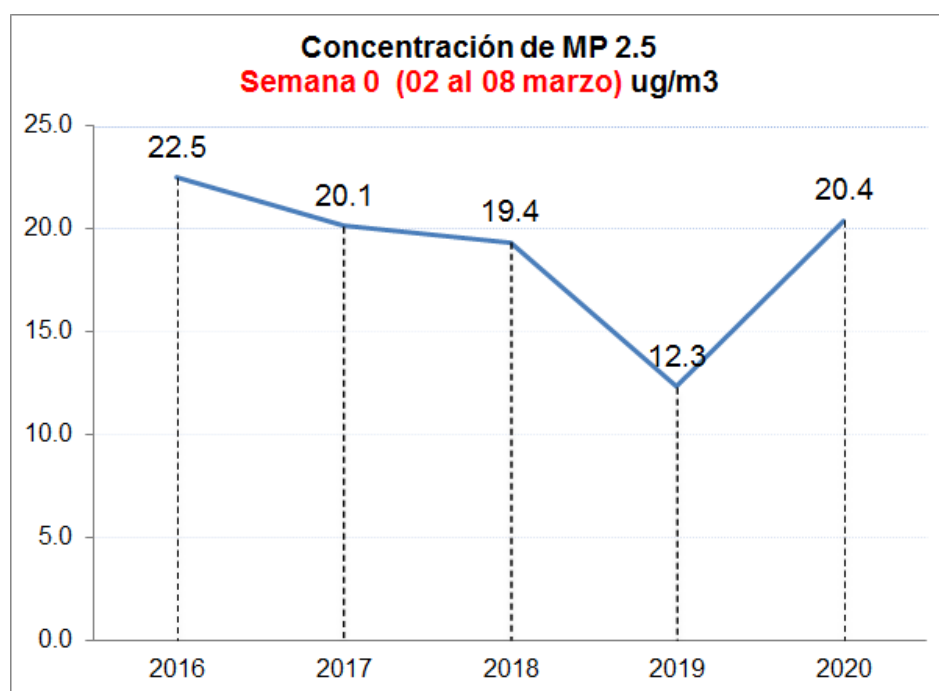


Figura 17. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA 0 del 02 al 08 de marzo (ug/m3)

En la figura 17 se presenta la variación de la concentración de MP2,5 del 2 de marzo al 8 de marzo en Lima Metropolitana en el periodo del 2016 al 2020, donde se observó un comportamiento decreciente del año 2016 al 2019 y un alto incremento para el año 2020.

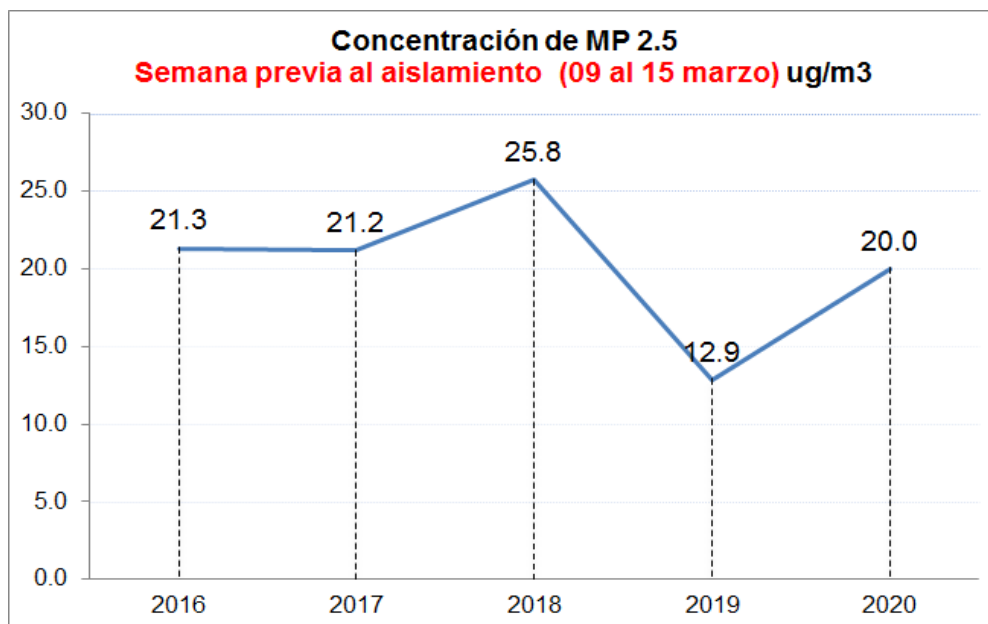


Figura 18. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 09 al 15 de marzo (ug/m3)

En la figura 18 se presenta la variación de la concentración de MP2.5 una semana antes al comienzo del confinamiento social obligatorio, del 9 de marzo al 15 de marzo, en Lima Metropolitana entre los años 2016 al 2020, y se observó una concentración máxima en el año 2018 y mínima en el año 2019.

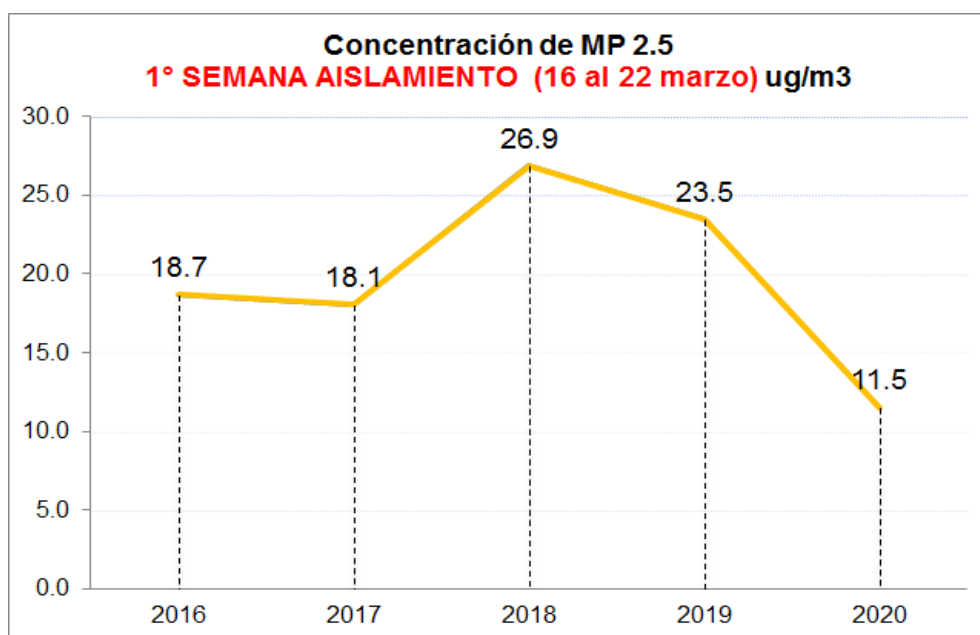


Figura 19. , Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO SOCIAL OBLIGATORIO del 16 al 22 de Marzo (ug/m3)

En la figura 17 se muestra las concentraciones de MP2.5 que se registraron durante la primera semana de confinamiento, del 16 al 22 de marzo, y cómo ha variado en los

últimos 5 años. La primera semana de confinamiento tuvo una concentración de MP2.5 de 11.5 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identificó una reducción del 47% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (21.8 ug/m³).

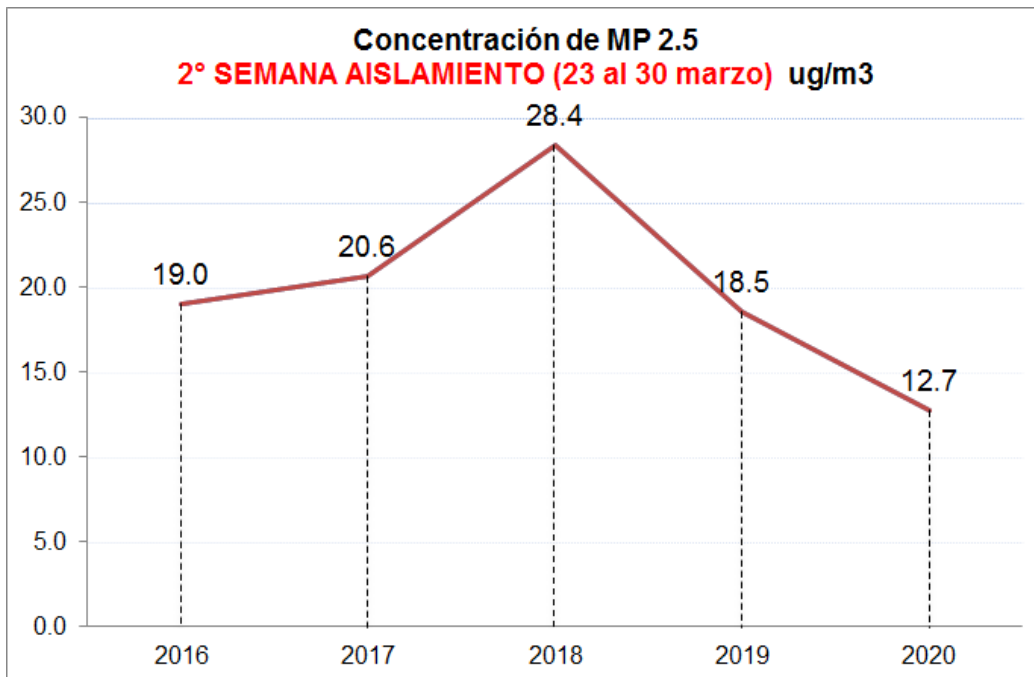


Figura 20. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m³)

En la figura 20 se muestra las concentraciones de MP2.5 registradas durante la segunda semana de confinamiento, del 23 al 30 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5 años. La segunda semana de confinamiento tuvo una concentración de MP2.5 de 12.7 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 41.3% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (21.6 ug/m³).

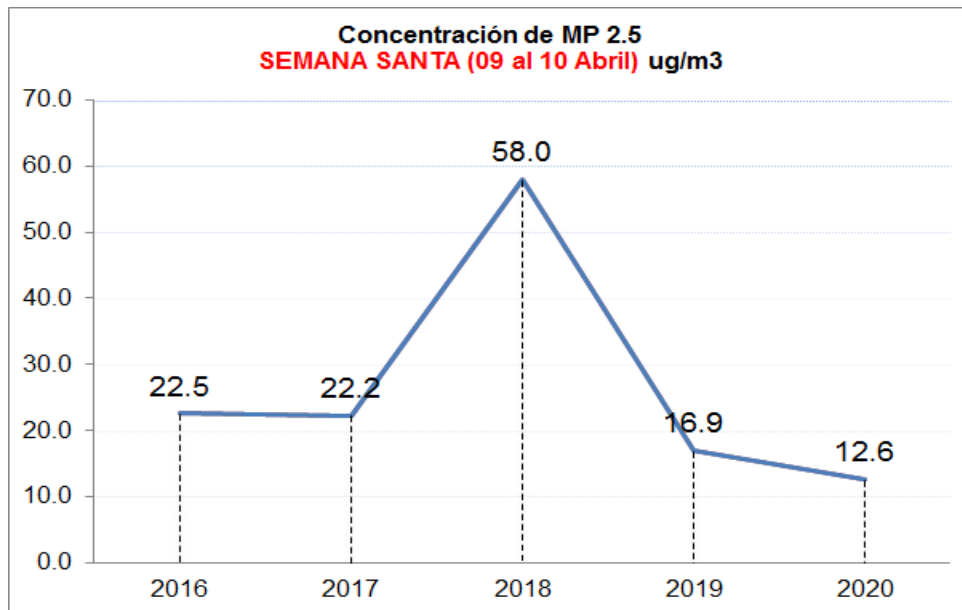


Figura 21. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - SEMANA SANTA del 09 al 10 de abril (ug/m³)

En la figura 21 se muestra las concentraciones de MP2.5 registradas durante semana santa, donde se restringió la salida durante las 24 horas de los días 9 y 10 de abril, y su variación en los últimos 5 años. En semana santa se obtuvo una concentración de MP2.5 de 12.6 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 58% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (30 µg/m³).

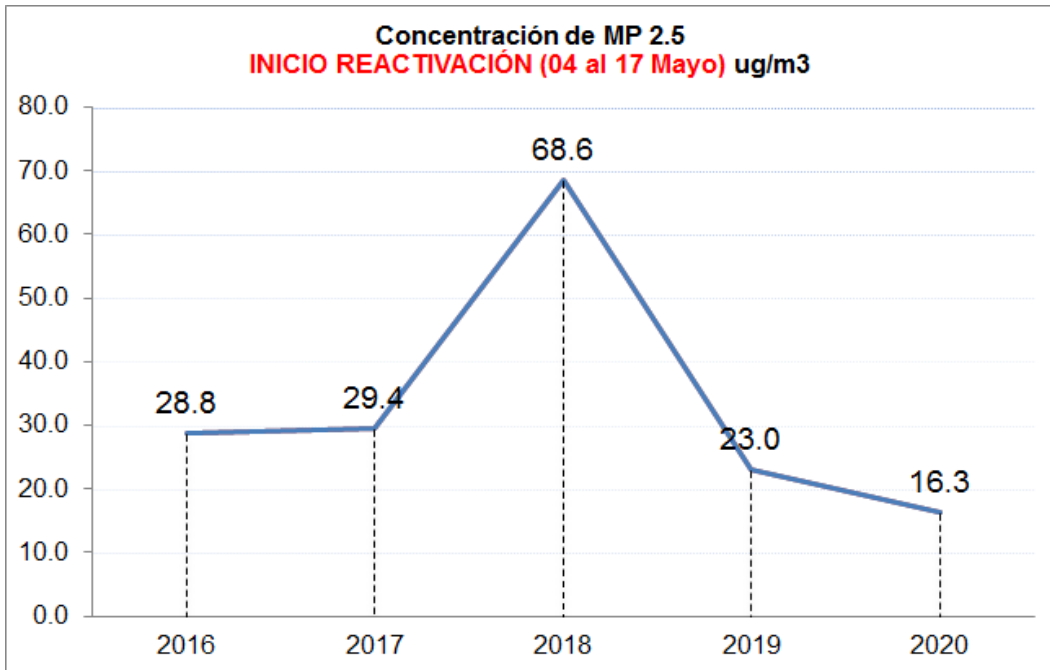
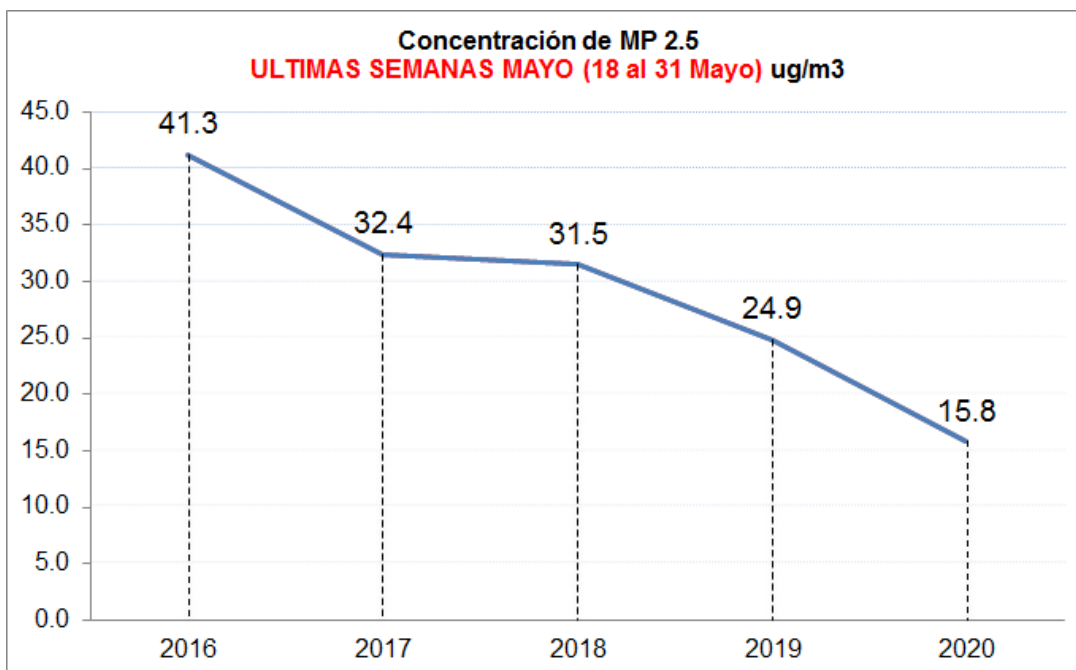


Figura 22. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 - INICIO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 04 al 17 de mayo (ug/m3)

En la figura 22 se muestra las concentraciones de MP2.5 registradas durante las primeras semanas de la primera fase de reactivación económica, del 4 al 17 de mayo, y su variación en los últimos 5 años. Durante las primeras semanas de reactivación económica se obtuvo una concentración de MP2.5 de 16.3 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 56% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 (37.5 ug/m3).



**Figura 23. Concentración de MP 2.5 en Lima Metropolitana 2020 -
ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 04 al 17 de mayo (ug/m3)**

En la figura 23 se muestra las concentraciones de MP2.5 registradas durante las últimas semanas de mayo, del 18 al 31 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las últimas semanas de mayo se obtuvo una concentración de MP2.5 de 15.8 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 51.4% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 (32.5 ug/m3).

4.1.2.2. Análisis estadístico inferencial de MP2,5

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

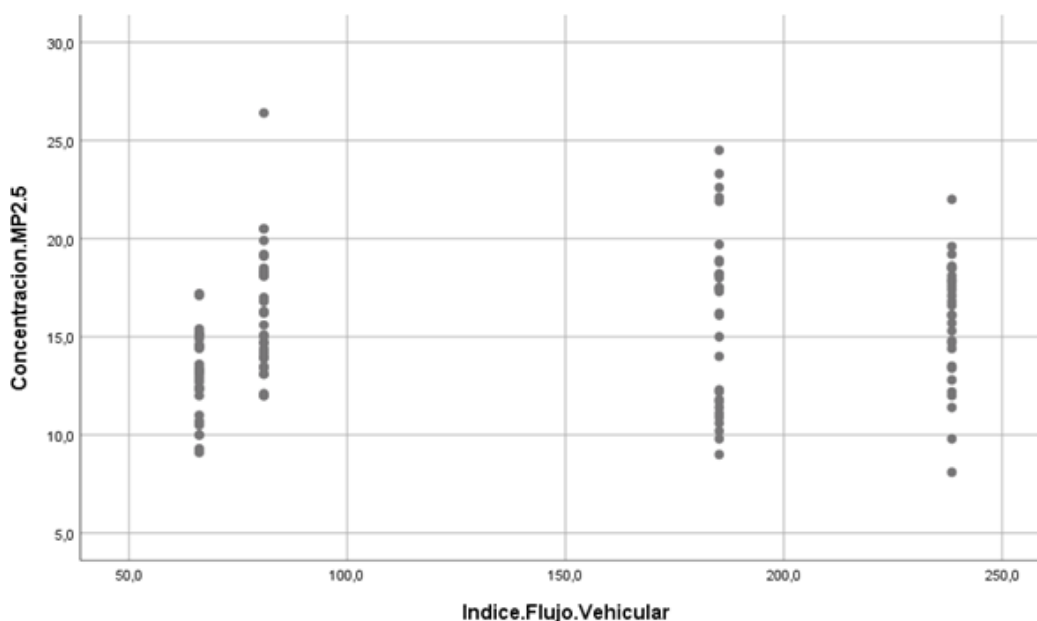


Figura 24. Diagrama de dispersión de MP2,5 y Flujo vehicular

En la figura 24 se mostró que las variables estiman una relación de tendencia lineal creciente, indicando que a mayor flujo vehicular, existe mayor concentración de MP2,5 y viceversa, en el aire de Lima Metropolitana.

REGRESIÓN DE LA MEDIA

Tabla 18. Valores de regresión de la media MP2,5

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,171 ^a	,029	,021	3,4879

a. Predictores: (Constante), Flujo Vehicular

En la tabla 18 se identifica que cuanto más próximo esté R cuadrado a 1, mayor es la relación lineal existente entre las variables, y menor cuanto más próximo esté R cuadrado a cero. Por lo tanto, la cantidad de relación lineal entre las variables es 21%. Concluyendo que la concentración de MP2,5 en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, se reduce en un 21% por el flujo vehicular.

Tabla 19. Coeficiente de ecuación de regresión MP2,5

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	14,109	,705	20,015	,000
	Flujo Vehicular	,008	,004	,171	,061

a. Variable dependiente: Concentración de MP2.5

ECUACIÓN DE REGRESIÓN MP2,5:

$$\text{Concentración de MP2,5} = 14,11 + (0,008) \times \text{Flujo vehicular}$$

De la tabla 19 se desprende la ecuación la cual mostró que el coeficiente para el flujo vehicular es de $0,008 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El coeficiente indicó que por cada vehículo adicional en el flujo vehicular, se puede esperar que la concentración de MP2,5 aumente un promedio de $0,008 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

DIAGRAMA DE CAJAS

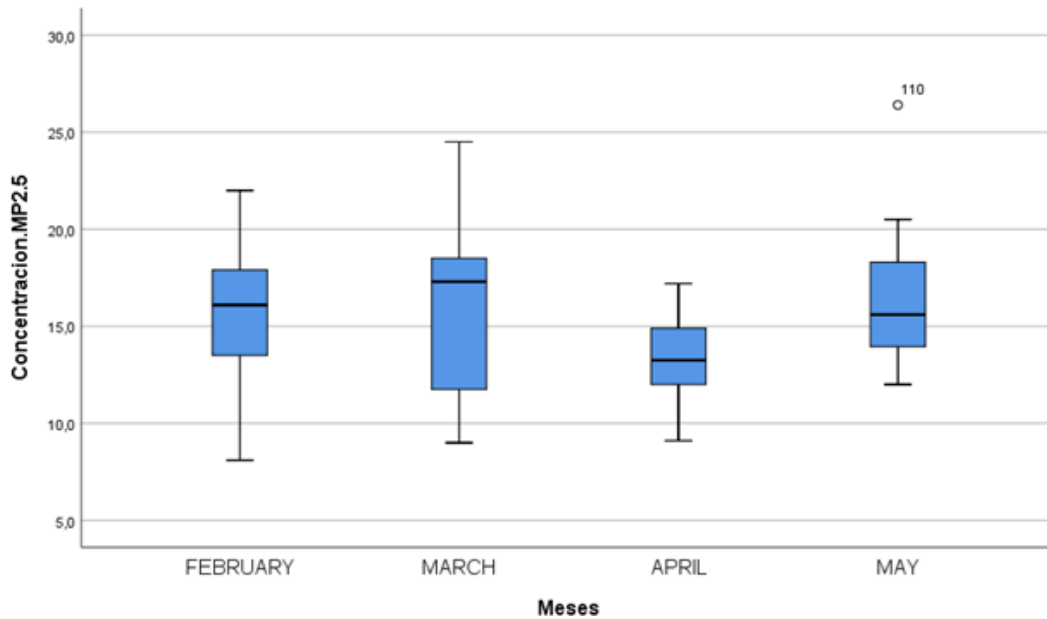


Figura 25. Diagrama de cajas de febrero a Mayo de MP2,5

En la figura 25 se observa que, según el desplazamiento de las cajas del gráfico indica que la concentración de MP2,5 presentó un comportamiento decreciente de febrero a abril, y las medianas de las concentraciones varían desde el inicio del confinamiento social.

PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

Tabla 20. Media de MP2,5

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Concentración MP2.5	121	15,300	3,5252	,3205

Valor de prueba = 50 (Ver tabla 6)

En la tabla 20 se observa que la media de la prueba T de la concentración de MP2,5 de los meses Febrero, Marzo, Abril y Mayo del 2020 es 15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el Estándar de Calidad Ambiental del MP2,5 es 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto los valores al no sobrepasar el ECA se rechaza la H_0 .

4.2. Variación de Gases

4.2.1. Comportamiento del SO2

Tabla 21. Promedio de concentraciones mensuales de SO2 2020 (ug/m3).

PROMEDIOS MENSUALES SO2 2020 (ug/m3)			
MES	S.J.L.	Carabayllo	PROMEDIO
Febrero	4.6	9.9	7.2
Marzo	5.0	9.7	12.5
Abril	3.5	9.4	13.6
Mayo	3.7	9.3	14.2

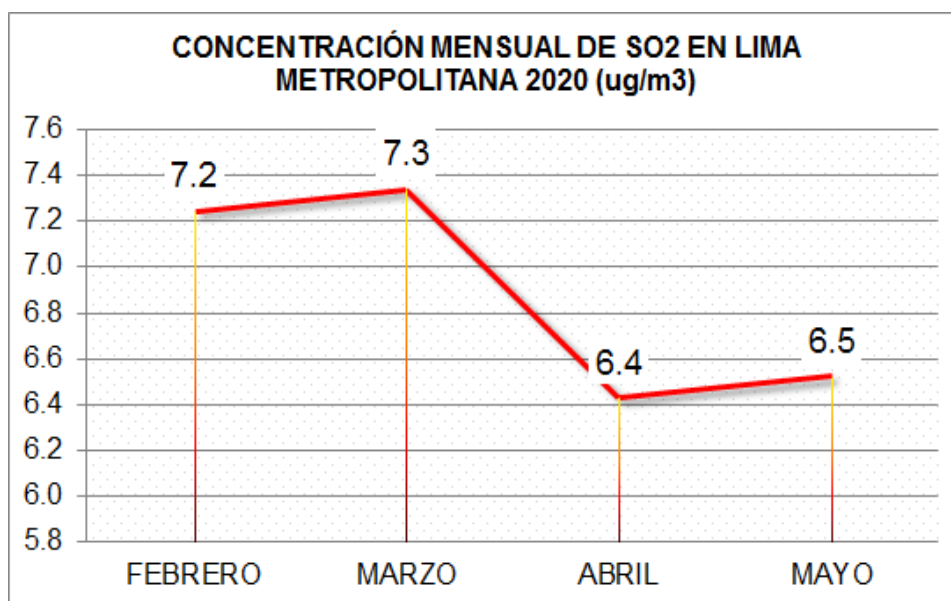
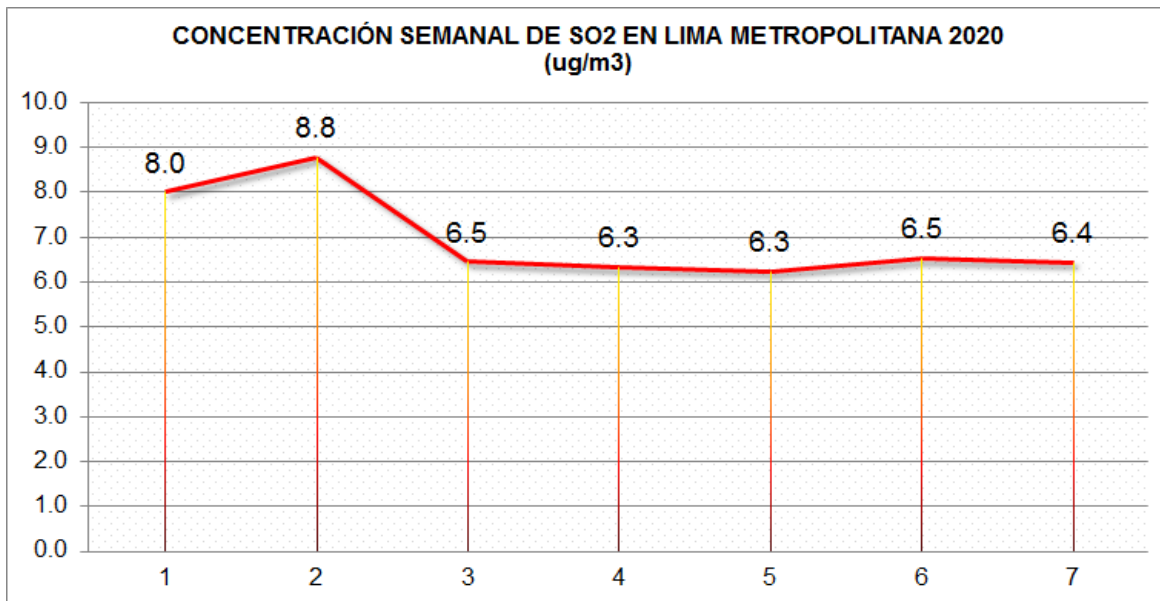


Figura 26. Concentración mensual de SO2 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).

En la figura 26 se plasma el comportamiento de la concentración mensual de SO2 en el año 2020, donde se puede observar un comportamiento decreciente de la concentración máxima de 7.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de marzo y una mínima de 6.4 de Abril, dicho periodo comprende las fechas donde se dio inicio al confinamiento social obligatorio.

Tabla 22. Promedios semanales de concentraciones de SO2 2020.

PROMEDIOS SEMANALES SO2 2020 (ug/m3)					
SEMANAS	FECHA		CONCENTRACIÓN		PROMEDIO
			San Juan de Lurigancho	Carabayllo	
SEMANA 0	2/03/2020	8/03/2020	5.9	10.1	8.0
SEMANA PREVIA	9/03/2020	15/03/2020	7.4	10.2	8.8
1° SEMANA AISLAMIENTO	16/03/2020	22/03/2020	3.6	9.3	6.5
2° SEMANA AISLAMIENTO	23/03/2020	30/03/2020	3.4	9.3	6.3
SEMANA SANTA	9/04/2020	10/04/2020	3.3	9.2	6.3
COMIENZO REACTIVACIÓN	4/05/2020	17/05/2020	3.7	9.4	6.5
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18/05/2020	31/05/2020	3.7	9.2	6.4



N°	SEMANA	FECHAS
1	SEMANA 0	02 al 08 marzo
2	SEMANA PREVIA	09 al 15 marzo
3	1° SEMANA AISLAMIENTO	16 al 22 marzo
4	2° SEMANA AISLAMIENTO	23 al 30 marzo
5	SEMANA SANTA	09 al 10 abril
6	COMIENZO REACTIVACIÓN	04 al 17 mayo
7	ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18 al 31 mayo

Figura 27. Concentración semanal de SO2 en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).

En la Figura 27 se presenta el comportamiento semanal de las concentraciones de SO2 antes y durante el periodo de confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, identificándose una concentración máxima (8.8 ug/m3) en la semana previa al inicio del confinamiento y una concentración mínima (6.3 ug/m3) en la 2° semana de confinamiento y en semana santa.

Tabla 23. Concentración de SO2 cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3)

CONCENTRACIÓN CUATRIMESTRAL DE SO2 (ug/m3)					
	2020	2019	2018	2017	2016
S.J.L.	4.2	3.5	3.5	4.2	4.5
CARABAYLLO	9.6	4.4	1.9	1.9	2.5
PROMEDIO	6.9	3.9	2.7	3.0	3.5

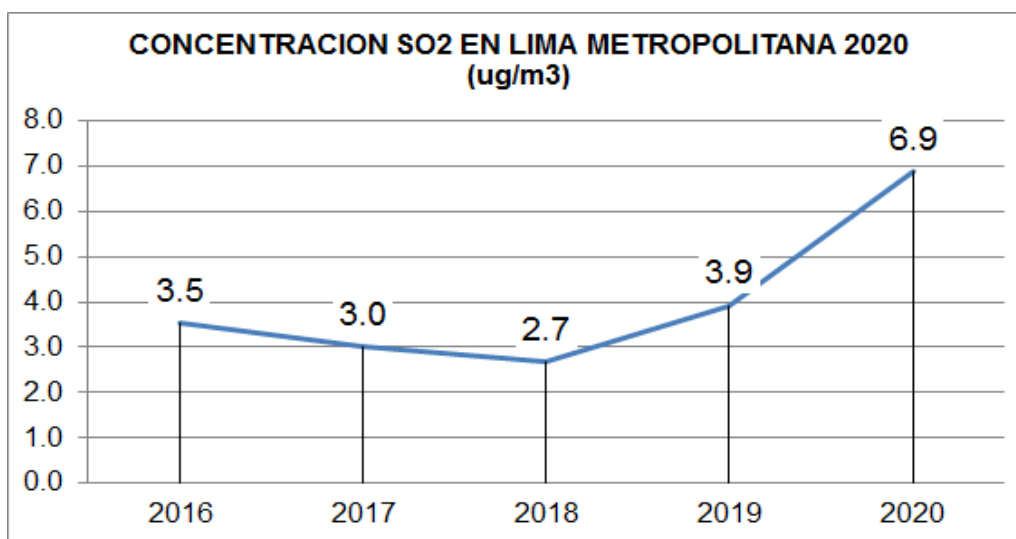


Figura 28. Concentración cuatrimestral de SO2 en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3)

En la figura 28 se muestra la variación de las concentraciones cuatrimestrales (febrero, marzo, abril, mayo) de SO₂, donde se puede observar un incremento del 110% de la concentración en el año 2020 (6.9 ug/m³) respecto al promedio de las concentraciones de los años 2016 al 2019 (3.3 ug/m³).

Tabla 24. Concentración semanal de SO2- 2020 (ug/m3).

PROMEDIOS SEMANALES SO2 LIMA METROPOLITANA (ug/m3)							
SEMANA	FECHA		2020	2019	2018	2017	2016
SEMANA 0	02/03/2020	08/03/2020	8.0	17.2	7.4	14.9	10.1
SEMANA PREVIA	09/03/2020	15/03/2020	8.8	7.9	7.4	16.1	9.5
1° SEMANA AISLAMIENTO	16/03/2020	22/03/2020	6.5	4.9	6.2	10.6	6.0
2° SEMANA AISLAMIENTO	23/03/2020	30/03/2020	6.4	6.7	7.6	12.8	5.6
SEMANA SANTA	09/04/2020	10/04/2020	6.3	7.2	8.3	11.9	10.4
COMIENZO REACTIVACIÓN	04/05/2020	17/05/2020	6.6	9.6	11.2	10.5	10.2
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18/05/2020	31/05/2020	6.5	8.9	11.3	10.3	11.0

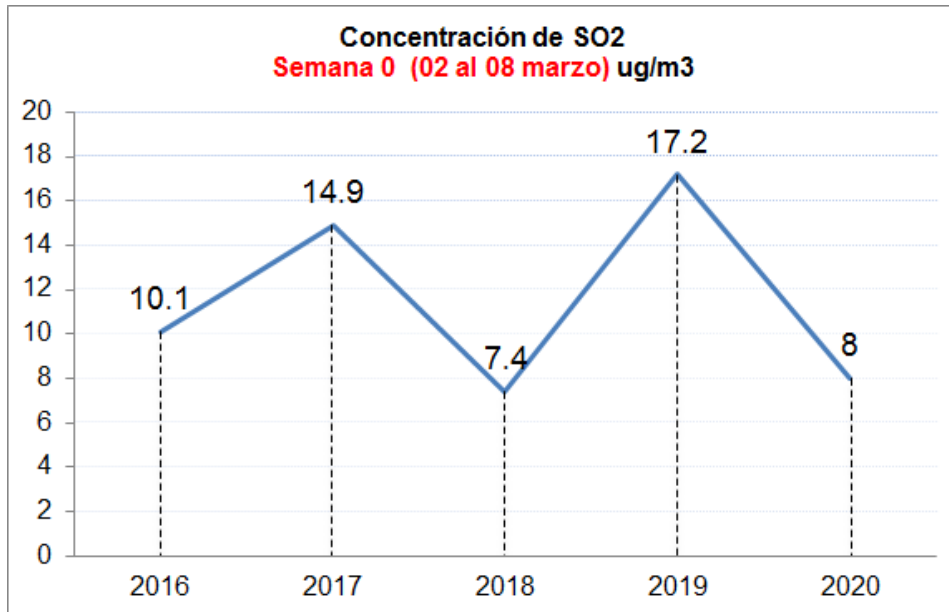


Figura 29. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3).

En la figura 29 se presenta la variación de la concentración de SO2 del 2 de marzo al 8 de marzo en Lima Metropolitana en el periodo del 2016 al 2020, observándose una concentración máxima en el año 2019 y mínima en el año 2018.

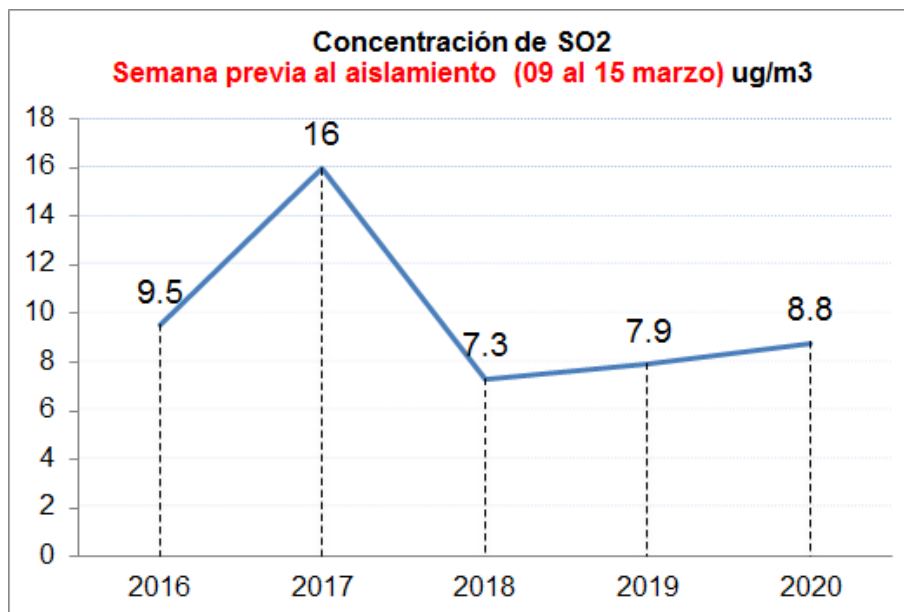


Figura 30. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3).

En la figura 30 se presenta la variación de la concentración de SO2 una semana antes al comienzo del confinamiento social obligatorio, del 9 de marzo al 15 de marzo, en Lima Metropolitana entre los años 2016 al 2020, observándose una concentración máxima en el año 2017 y mínima en el año 2018.

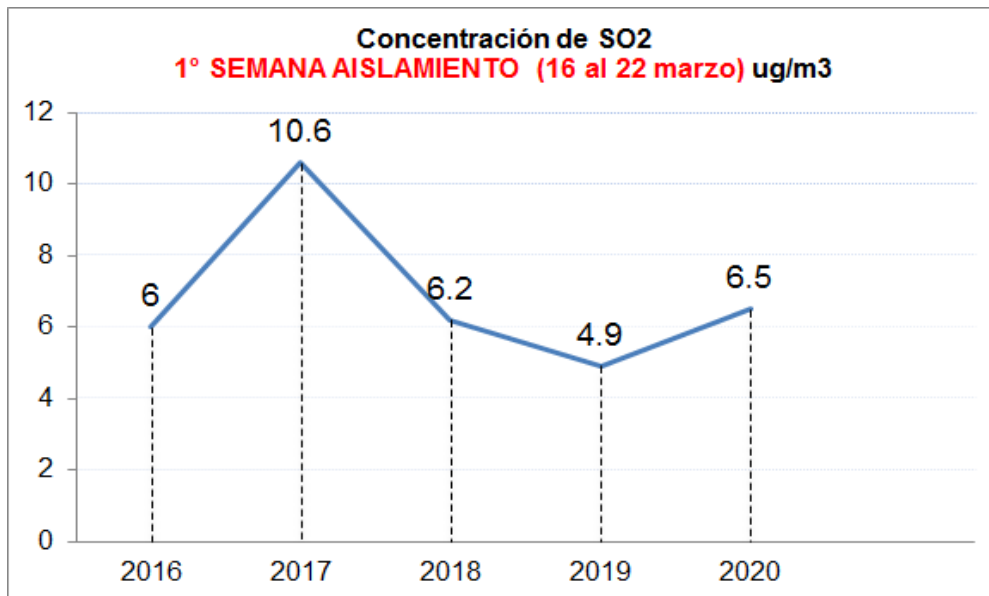


Figura 31. Concentración de SO₂ en Lima Metropolitana 2020 1° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m³).

En la figura 31 se muestra las concentraciones de SO₂ registradas durante la primera semana de confinamiento, del 16 al 22 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5 años. La primera semana de confinamiento tuvo una concentración de SO₂ de 6.5 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 6% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (7 ug/m³).

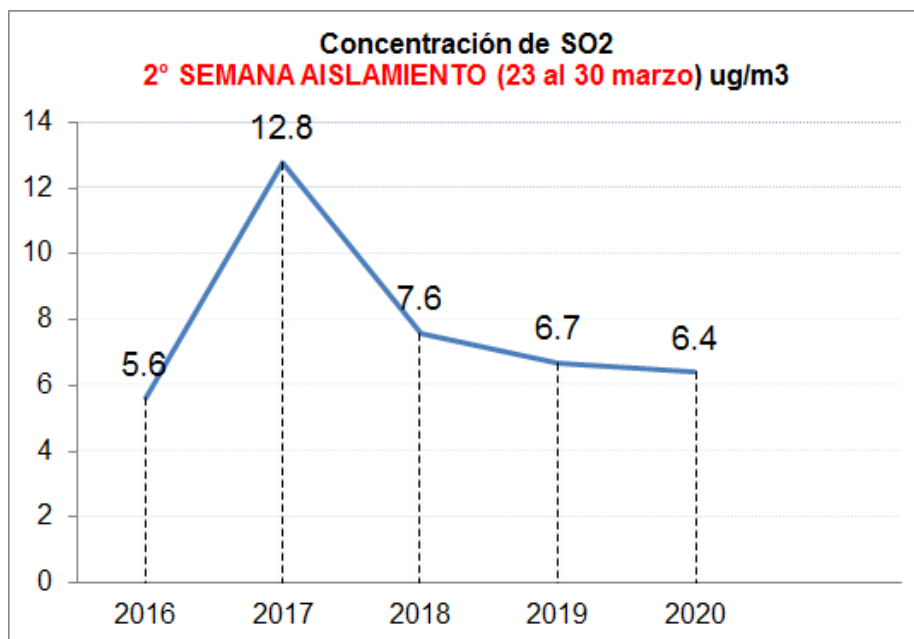


Figura 32. Concentración de SO₂ en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m³).

En la figura 32 se muestra las concentraciones de SO₂ registradas durante la segunda semana de confinamiento, del 23 al 30 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5 años. La segunda semana de confinamiento tuvo una concentración de SO₂ de 6.4 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 22% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (8.1 ug/m³).

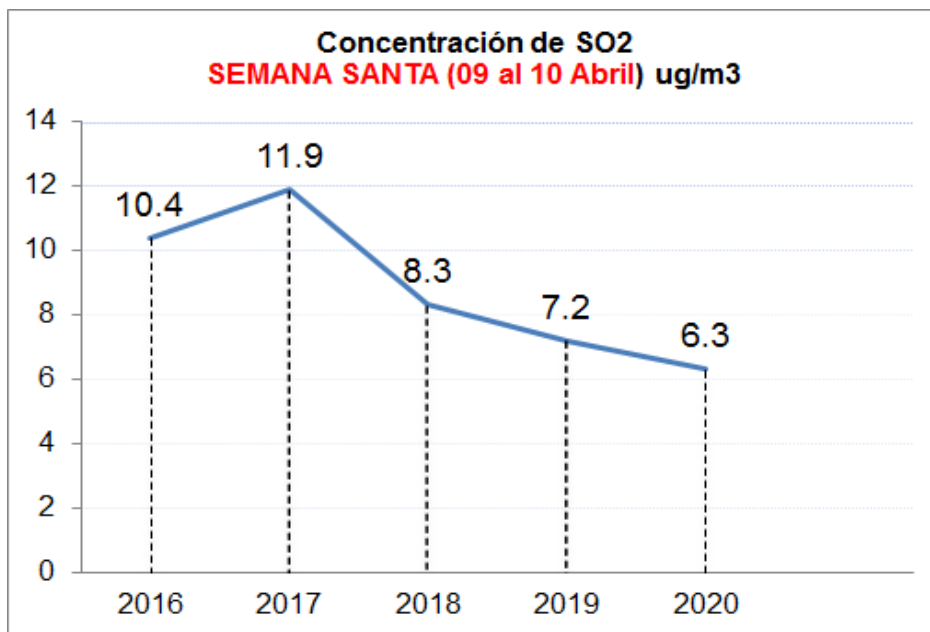


Figura 33. Concentración de SO₂ en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m³).

En la figura 33 se muestra las concentraciones de SO₂ registradas durante semana santa, donde se restringió la salida durante las 24 horas de los días 9 y 10 de abril, y su variación en los últimos 5 años. En semana santa se obtuvo una concentración de SO₂ de 6.3 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 33.3% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (9.5 ug/m³).

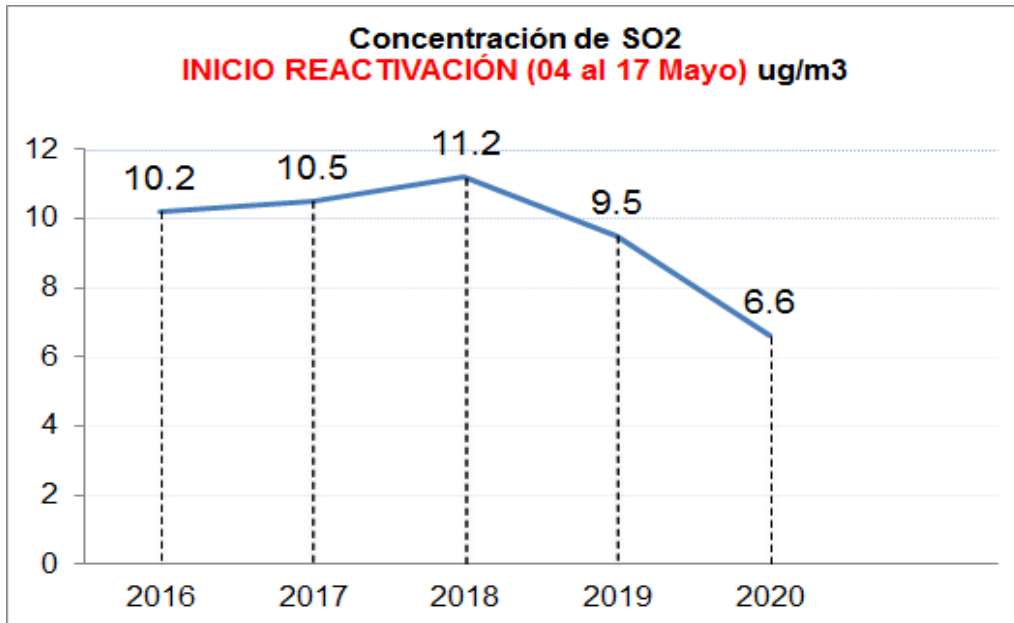


Figura 34. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).

En la figura 34 se muestra las concentraciones de SO2 registradas durante las primeras semanas de la primera fase de reactivación económica, del 4 al 17 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las primeras semanas de reactivación económica se obtuvo una concentración de SO2 de 6.6 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 36% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 (10.4 ug/m3).

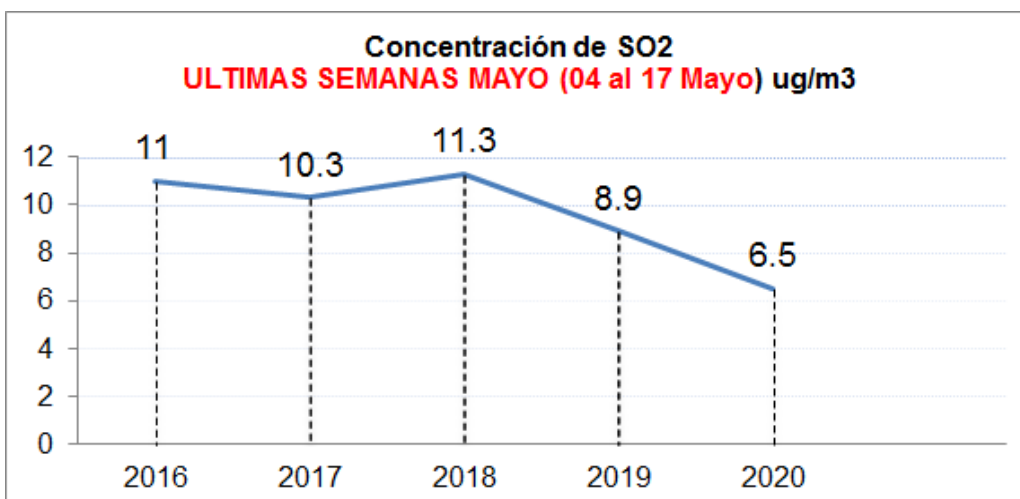


Figura 35. Concentración de SO2 en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m3).

En la figura 35 se muestra las concentraciones de SO₂ registradas durante las últimas semanas de mayo, del 18 al 31 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las últimas semanas de mayo se obtuvo una concentración de SO₂ de 6.5 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 37.4% respecto al promedio de las concentraciones registradas durante el mismo periodo de tiempo en los años 2016 al 2019 (10.4 ug/m³).

4.2.1.1. Análisis estadístico inferencial de SO₂

GRÁFICO DE DISPERSIÓN

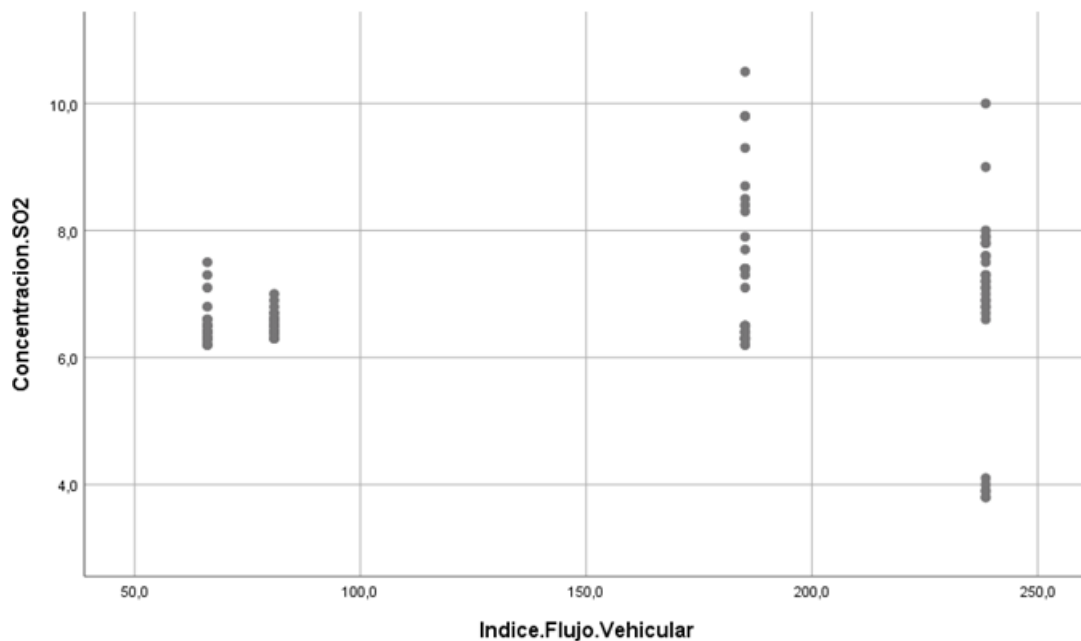


Figura 36. Diagrama de dispersión de SO₂ y Flujo vehicular

En la figura 36 el gráfico estima una relación de tendencia lineal creciente entre las variables, indicando que a mayor flujo vehicular, existe mayor concentración de SO₂ y viceversa, en el aire de Lima Metropolitana.

REGRESIÓN DE LA MEDIA

Tabla 25. Valores de regresión de la media SO2

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,201 ^a	,040	,032	1,0590

a. Predictores: (Constante), Flujo vehicular

En la tabla 25 observamos que cuanto más próximo esté R cuadrado a 1, mayor es la relación lineal existente entre las variables, y menor cuanto más próximo esté R cuadrado a cero. Por lo tanto, la cantidad de relación lineal entre las variables es 3,2%. Concluyendo que la concentración de SO2 en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, se reduce en un 3,2% por el flujo vehicular.

Tabla 26. Coeficiente de ecuación de regresión SO2

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	6,351	,214		29,674	,000
	Flujo Vehicular	,003	,001	,201	2,234	,027

a. Variable dependiente: Concentración de SO2

ECUACIÓN DE REGRESIÓN SO2:

$$\text{Concentración de SO2} = 6,35 + (0,003) \times \text{Flujo vehicular}$$

De la tabla 26 se desprende la ecuación la cual mostró que el coeficiente para el flujo vehicular es de $0,003 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El coeficiente indicó que, por cada vehículo adicional en el flujo vehicular, se puede esperar que la concentración de SO_2 aumente un promedio de $0,003 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

DIAGRAMA DE CAJAS

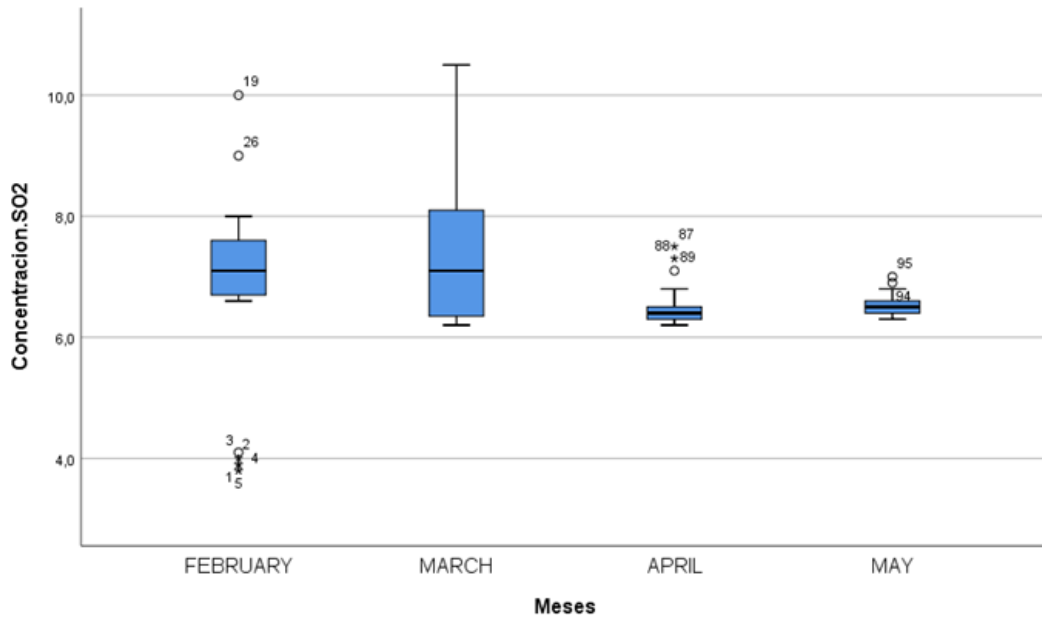


Figura 37. Diagrama de cajas de febrero a Mayo de SO_2

En la figura 37 se observa que según el desplazamiento de las cajas del gráfico indica que la concentración de SO_2 presentó una reducción significativa en marzo a abril, y las medianas de las concentraciones varían en abril y mayo.

PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

Tabla 27. Media de SO₂

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Concentración SO ₂	121	6,779	1,0765	,0979

Valor de prueba = 250 (Ver tabla 6)

En la tabla 27 se observa que la media de la prueba T de la concentración de SO₂ de los meses Febrero, Marzo, Abril y Mayo del 2020 es 6,78 µg/m³ y el Estándar de Calidad Ambiental del MP_{2,5} es 250 µg/m³, por lo tanto los valores al no sobrepasar el ECA se rechaza la H₀.

4.2.2. Comportamiento del CO

Tabla 28. Promedio de concentraciones mensuales de CO - 2020 (ug/m³)

CONCENTRACIONES MENSUALES CO 2020 (ug/m ³)						
MES	Santa Anita	VMT	SMP	SJL	Carabayllo	PROMEDIO
febrero	3212.50	460.0	378.6	1768.0	860.9	1336.0
marzo	3236.7	467.7	412.9	622.6	864.5	1120.9
abril	1886.4	466.7	203.6	622.6	776.0	791.0
mayo	sin	587.1	295.0	100.0	1033.3	503.8

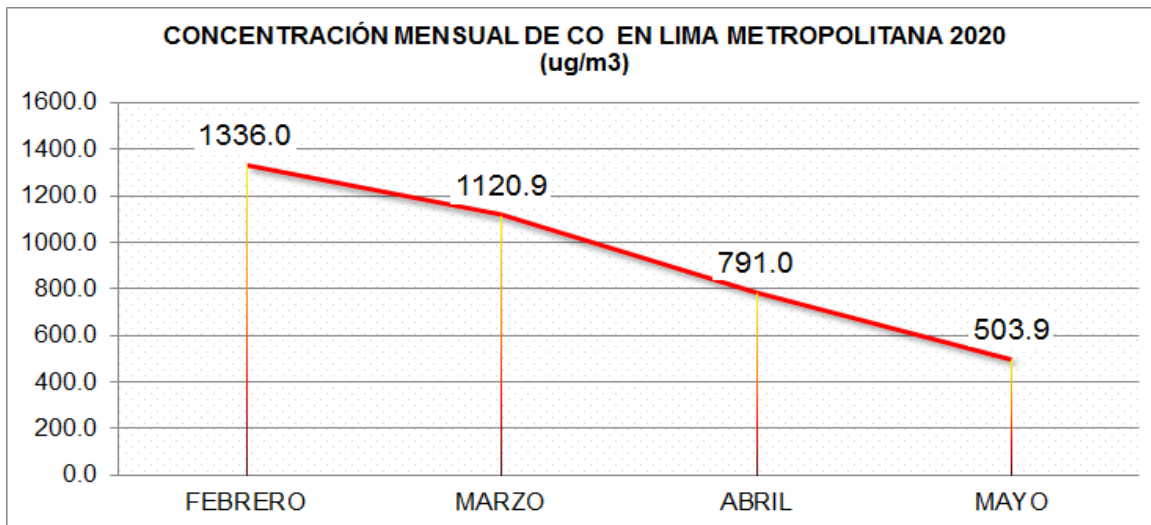
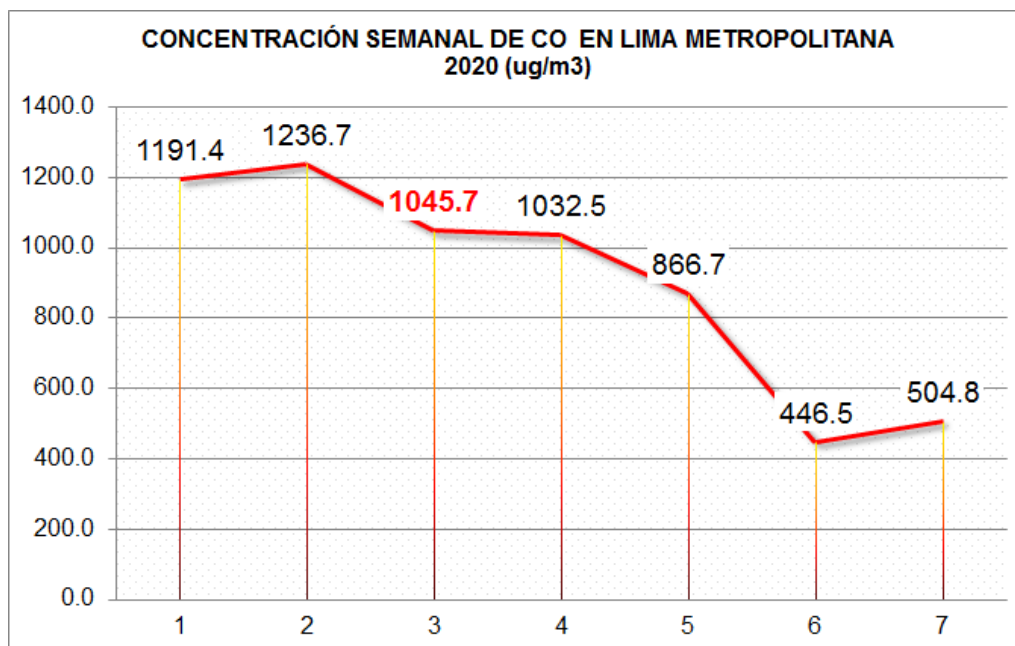


Figura 38. Concentración mensual de CO en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).

En la figura 38 se plasma el comportamiento de la concentración mensual de CO en el año 2020, donde se puede observar un comportamiento decreciente con una concentración máxima de 1336.0 ug/m3 y una mínima de 503.9 um/m3, dicho periodo comprende las fechas donde se dio inicio al confinamiento social obligatorio.

Tabla 29. Promedios semanales de concentraciones de CO 2020.

PROMEDIOS SEMANALES CO 2020								
SEMANAS	FECHA		CONCENTRACIÓN					PROMEDIO GENERAL
			Santa Anita	VMT	SMP	SJL	Carabayllo	
SEMANA 0	2-mar.	8-mar.	3028.6	542.9	785.7	614.3	985.7	1191.4
SEMANA PREVIA	9-mar.	15-mar.	3583.3	514.3	428.6	600	1057.1	1236.7
1° SEMANA AISLAMIENTO	16-mar.	22-mar.	3242.9	400	242.9	600	742.9	1045.7
2° SEMANA AISLAMIENTO	23-mar.	30-mar.	3187.5	425	250	600	700.0	1032.5
SEMANA SANTA	9-abr.	10-abr.	1500	400	sin	sin	700.0	866.7
COMIENZO REACTIVACIÓN	4-may.	17-may.	sin	592.9	300	sin	-	446.5
ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18-may.	31-may.	sin	592.9	292.9	100	1033.3	504.8



N°	SEMANA	FECHAS
1	SEMANA 0	02 al 08 marzo
2	SEMANA PREVIA	09 al 15 marzo
3	1° SEMANA AISLAMIENTO	16 al 22 marzo
4	2° SEMANA AISLAMIENTO	23 al 30 marzo
5	SEMANA SANTA	09 al 10 abril
6	COMIENZO REACTIVACIÓN	04 al 17 mayo
7	ÚLTIMAS SEMANAS MAYO	18 al 31 mayo

Figura 39. Concentración semanal de CO en Lima Metropolitana 2020 (ug/m3).

En la Figura 39 se presenta el comportamiento semanal de las concentraciones de CO antes y durante el periodo de confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19, identificándose una concentración máxima de 1236.7 ug/m3 en la semana previa al inicio del confinamiento y una concentración mínima de 446.5 ug/m3 en las primeras semanas de la reactivación económica. La concentración de CO tiende a disminuir hasta el comienzo de la primera fase de reactivación económica y empieza a ascender para las últimas semanas de mayo.

Tabla 30. Concentración de CO cuatrimestral 2016-2020 (ug/m3).

CONCENTRACIÓN DE CO CUATRIMESTRAL (ug/m3)					
	2020	2019	2018	2017	2016
Estación Santa Anita	2778.5	1066.6	1285.7	966.0	926.1
Estación VMT	495.4	923.5	602.3	876.2	446.6
Estación SMP	322.5	483.2	943.2	498.0	956.3
Estación SJL	772.6	2074.0	937.5	832.1	610.1
Estación Carabayllo	883.7	1180.4	602.3	876.2	446.6
PROMEDIO	1050.5	1145.6	874.2	809.7	677.1

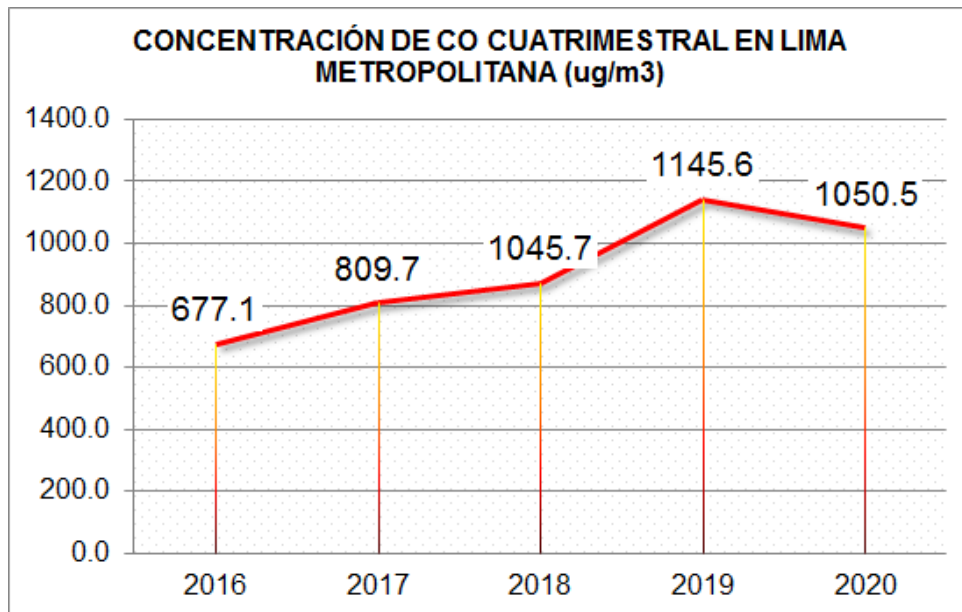


Figura 40. Concentración cuatrimestral de CO en Lima Metropolitana 2016-2020 (ug/m3)

En la figura 40 se muestra la variación de las concentraciones cuatrimestrales (febrero, marzo, abril, mayo) de CO, donde se puede observar una tendencia a incrementar del año 2016 al 2019, sin embargo para el año 2020 se identifica una reducción del 8% respecto al año 2019.

Tabla 31. Concentración semanal de CO - 2020 (ug/m3).

CONCENTRACIONES SEMANALES DE CO 2016-2020 (ug/m3)						
FECHA		2020	2019	2018	2017	2016
2-mar.	8-mar.	1191.4	1033.3	560.7	527.1	734.3

9-mar.	15-mar.	1236.7	1391.1	664.3	661.9	784.3
16-mar.	22-mar.	1045.7	1281.0	883.3	734.3	629.5
23-mar.	30-mar.	1032.5	1285.0	852.5	780.0	527.5
9-abr.	10-abr.	700.0	1050.0	966.7	950.0	520.0
4-may.	17-may.	446.5	1160.7	928.6	783.5	730.0
18-may.	31-may.	504.8	932.5	941.1	784.3	772.3

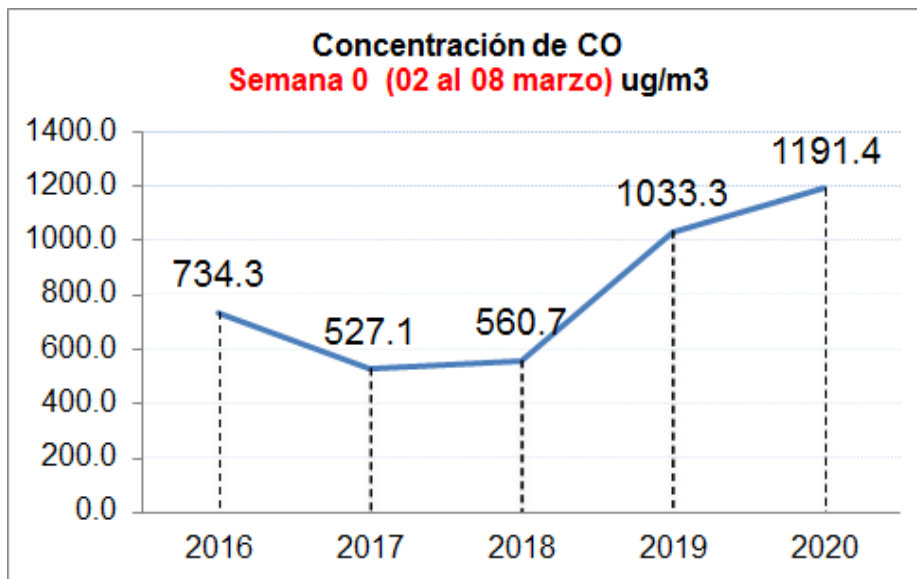


Figura 41. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA 0 del 2 al 8 de marzo (ug/m3).

En la figura 41 se presenta la variación de la concentración de CO del 2 de marzo al 8 de marzo en Lima Metropolitana en el periodo del 2016 al 2020, observándose una concentración máxima en el año 2020 y mínima en el año 2017.

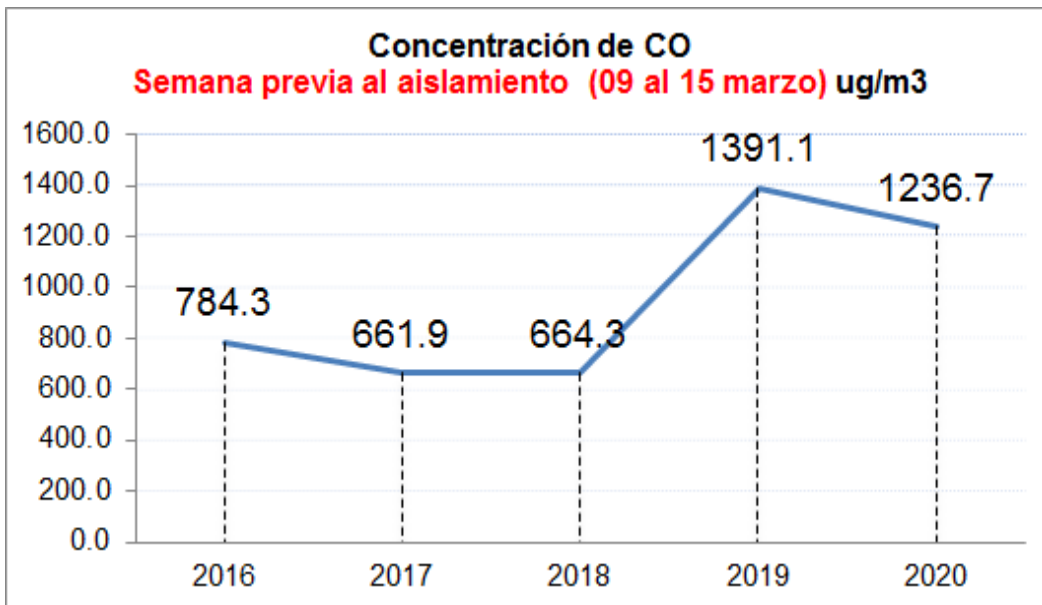


Figura 42. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA PREVIA AL CONFINAMIENTO del 9 al 15 de marzo (ug/m3).

En la figura 42 se presenta la variación de la concentración de CO una semana antes al comienzo del confinamiento social obligatorio, del 9 de marzo al 15 de marzo, en Lima Metropolitana entre los años 2016 al 2020, identificándose una concentración máxima en el año 2019 y una concentración mínima en el año 2017.

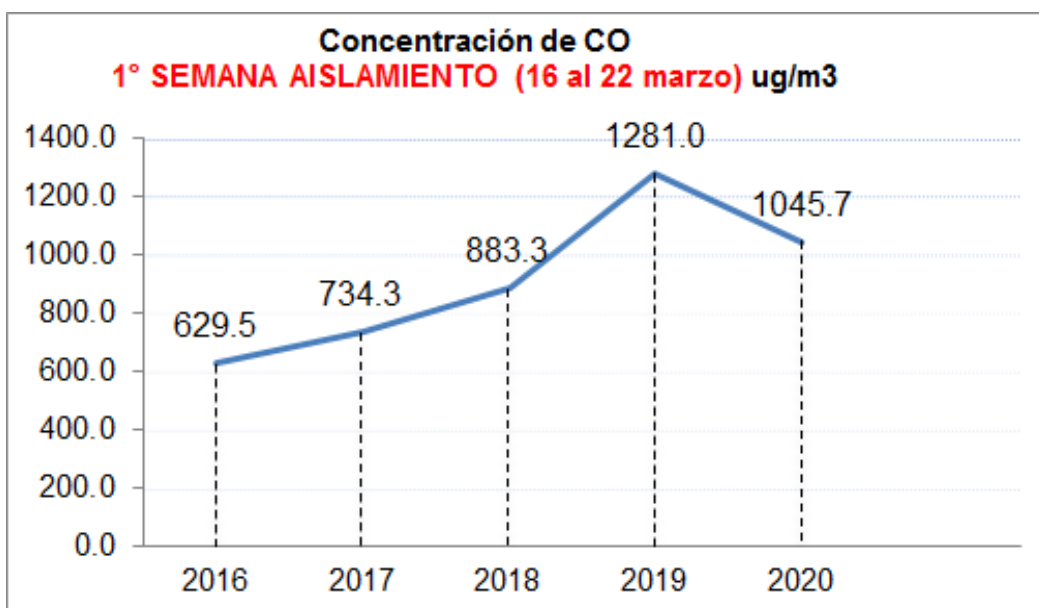


Figura 43. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 1ª SEMANA DE CONFINAMIENTO del 16 al 22 de marzo (ug/m3).

En la figura 43 se muestra las concentraciones de CO registradas durante la primera semana de confinamiento, del 16 al 22 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5

años. La primera semana de confinamiento tuvo una concentración de CO de 1045.7 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 18% respecto a la concentración registradas durante el mismo periodo en los años 2016 al 2019 (1281 ug/m³).

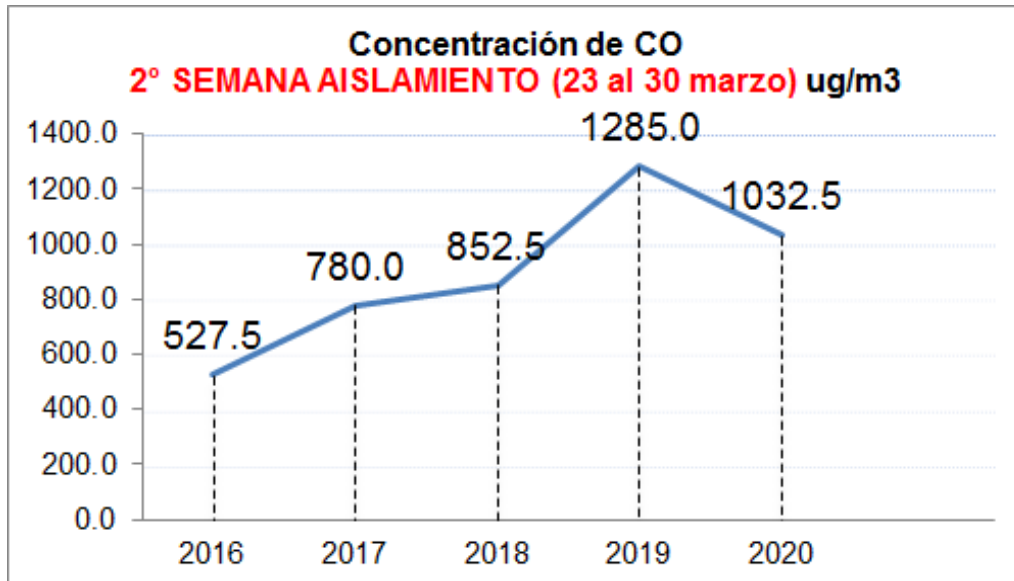


Figura 44. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 2° SEMANA DE CONFINAMIENTO del 23 al 30 de marzo (ug/m³).

En la figura 44 se muestra las concentraciones de CO registradas durante la segunda semana de confinamiento, del 23 al 30 de marzo, y cómo ha variado en los últimos 5 años. La segunda semana de confinamiento tuvo una concentración de CO de 1032.5 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 20% respecto a la concentración registrada durante el mismo periodo en el año 2019 (1285.0 ug/m³).

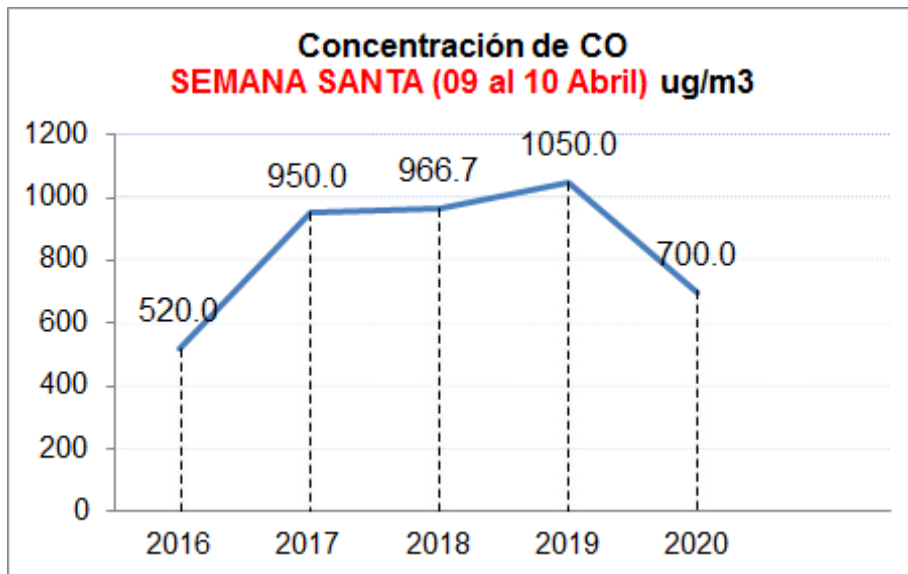


Figura 45.:Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 SEMANA SANTA del 9 al 10 de abril (ug/m3).

En la figura 45 se muestra las concentraciones de CO registradas durante semana santa, donde se restringió la salida durante las 24 horas de los días 9 y 10 de abril, y su variación en los últimos 5 años. En semana santa se obtuvo una concentración de CO de 700 ug/m3 en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 33% respecto a la concentración en el 2019 (1050.0 ug/m3).

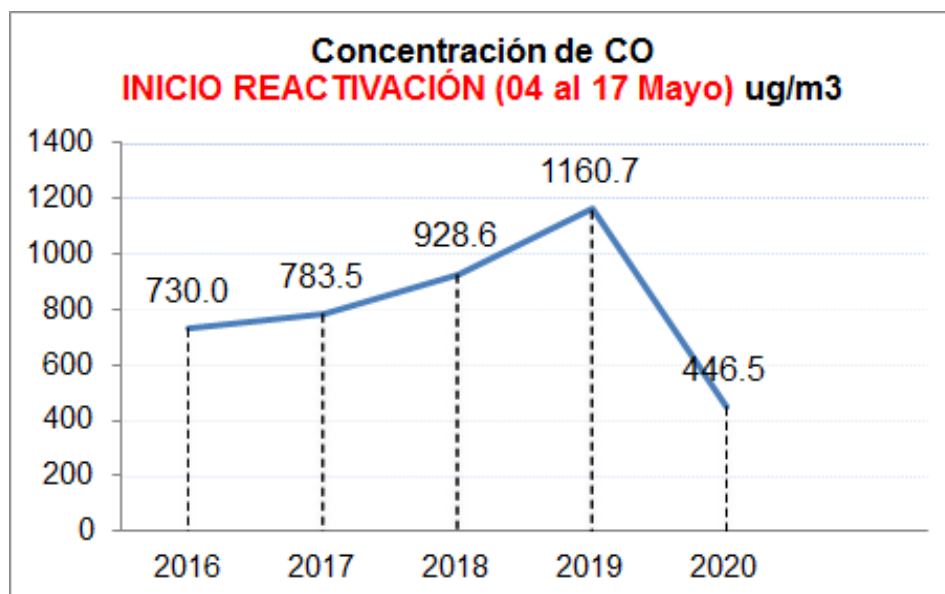


Figura 46. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 COMIENZO DE LA PRIMERA FASE DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA del 4 al 17 de mayo (ug/m3).

En la figura 46 se muestra las concentraciones de CO registradas durante las primeras semanas de la primera fase de reactivación económica, del 4 al 17 de abril, y su

variación en los últimos 5 años. Durante las primeras semanas de reactivación económica se obtuvo una concentración de CO de 446.5 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 62% respecto a la concentración registrada durante el mismo periodo de tiempo en el año 2019 (1160.7 ug/m³).

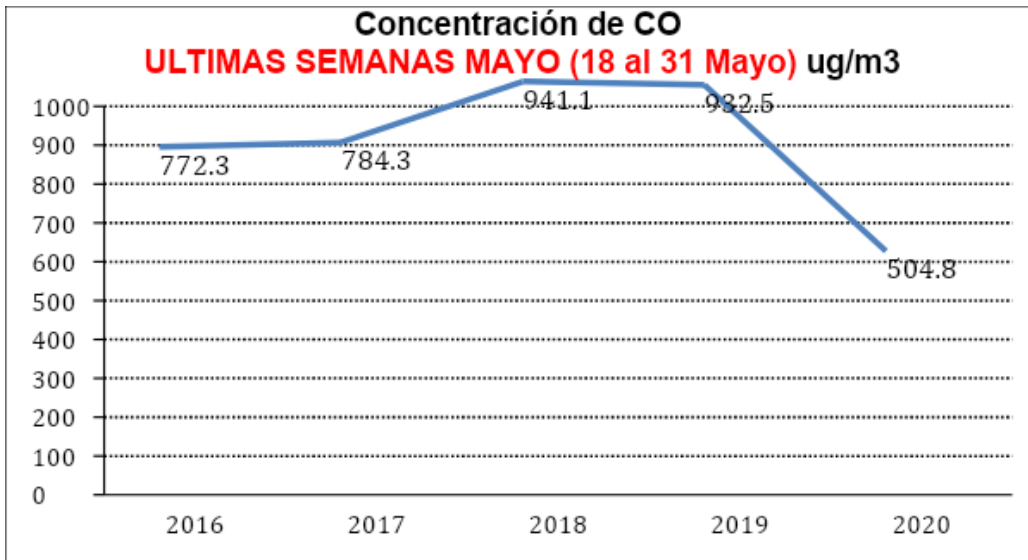


Figura 47. Concentración de CO en Lima Metropolitana 2020 ÚLTIMAS SEMANAS DE MAYO del 18 al 31 de mayo (ug/m³).

En la figura 47 se muestra las concentraciones de CO registradas durante las últimas semanas de mayo, del 18 al 31 de abril, y su variación en los últimos 5 años. Durante las últimas semanas de mayo se obtuvo una concentración de CO de 504.8 ug/m³ en el año 2020, por lo cual se identifica una reducción del 46% respecto a la concentración registrada en el año 2019 (932.5 ug/m³).

4.2.1.2. Análisis estadístico inferencial de CO

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

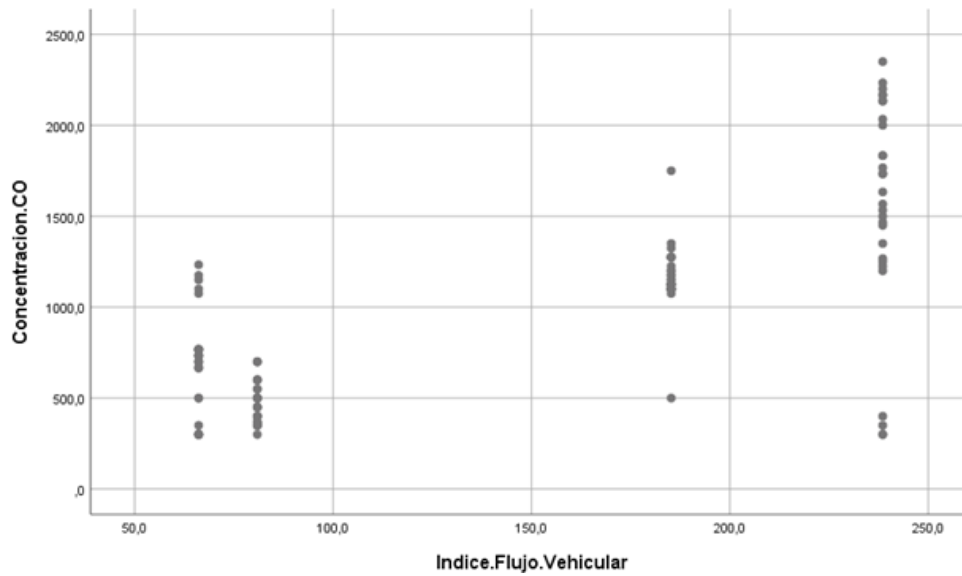


Figura 48. Diagrama de dispersión de CO y Flujo vehicular

En la figura 48 el gráfico estima una relación de tendencia lineal creciente entre las variables, indicando que, a mayor flujo vehicular, existe mayor concentración de CO y viceversa, en el aire de Lima Metropolitana.

REGRESIÓN DE LA MEDIA

Tabla 32. Valores de regresión de la media CO

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado coeficiente de determinación	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,751 ^a	,564	,560	355,3061

a. Predictores: (Constante), Flujo Vehicular

b. Variable dependiente: Concentración CO

En la tabla 32 se analiza que cuanto más próximo esté R cuadrado a 1, mayor es la relación lineal existente entre las variables, y menor cuanto más próximo esté R cuadrado a cero. Por lo tanto, la cantidad de relación lineal entre las variables es 56,4%.

Concluyendo que la concentración de CO en los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo, se reduce en un 56,4% por el flujo vehicular.

Tabla 33. Coeficiente de ecuación de regresión CO

Coeficientes^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	169,850	71,810		2,365	,020
Indice.Flujo.Vehicular	5,609	,453	,751	12,395	,000

a. Variable dependiente: Concentración de CO

ECUACIÓN DE REGRESIÓN CO:

$$\text{Concentración de CO} = 169,85 + (5,609) \times \text{Flujo vehicular}$$

De la tabla 33 se desprende la ecuación que mostró que el coeficiente para el flujo vehicular es de 5,6 µg/m³. El coeficiente indicó que por cada vehículo adicional en el flujo vehicular, se puede esperar que la concentración de CO aumente un promedio de 5,6 µg/m³.

DIAGRAMA DE CAJAS

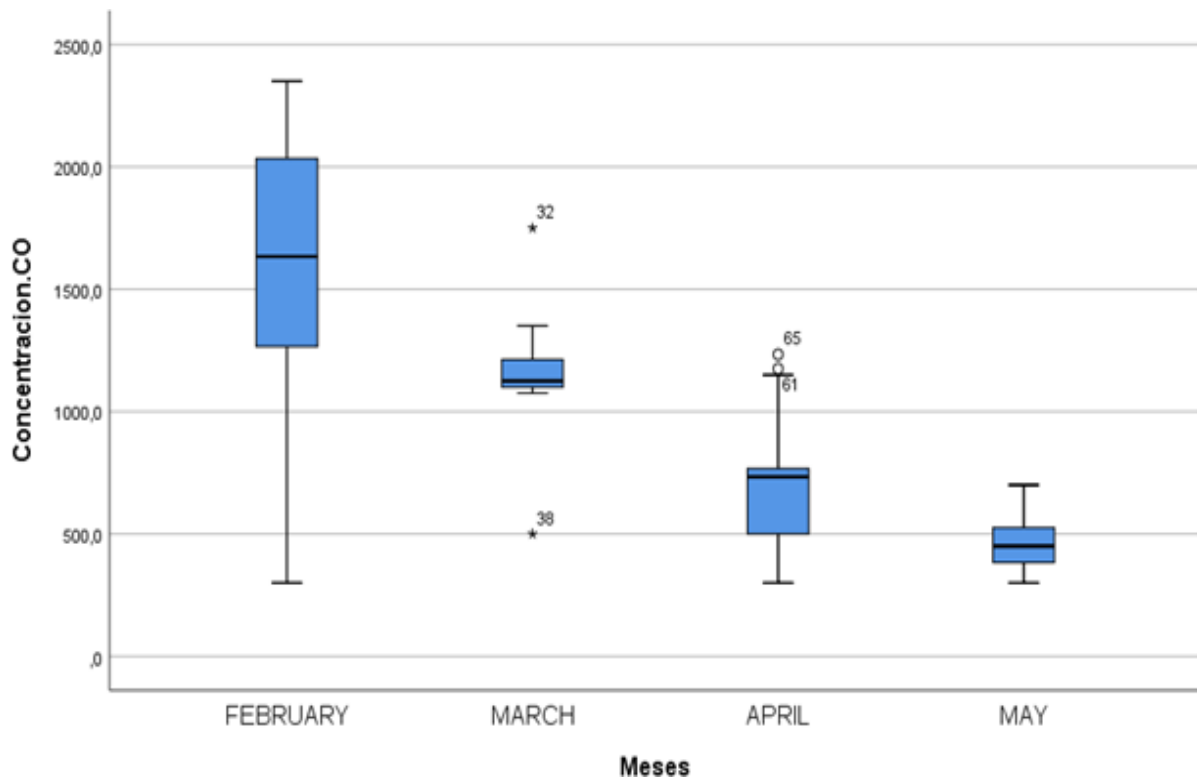


Figura 49. Diagrama de cajas de Febrero a Mayo de CO

En la figura 49 según el desplazamiento de las cajas del gráfico indica que la concentración de CO presentó un comportamiento decreciente desde Febrero hasta Mayo, y las medianas de las concentraciones varían desde el inicio del confinamiento social.

PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

Tabla 34. Media de CO

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Concentración CO	121	964,808	535,5560	48,6869

N= tamaño de la muestra

Valor de prueba = 30 000 (Ver tabla 6)

En la tabla 34 se observa que la media de la prueba T de la concentración de CO de los meses Febrero, Marzo, Abril y Mayo del 2020 es 964,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el Estándar de Calidad Ambiental del CO es 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto los valores al no sobrepasar el ECA se rechaza la H_0 .

V. DISCUSIÓN

La presente investigación demostró reducción en las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos en la atmósfera, adquiriendo datos diarios del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) especialmente de MP10, MP2.5, SO₂ y CO en 7 estaciones de monitoreo de calidad del aire, durante el periodo de confinamiento social obligatorio en Lima Metropolitana, en comparación con los mismos periodos, del 2016 al 2019. Lo cual tiene un parentesco con el estudio realizado por Gopal, Mahato y Pal, ya que hubo una variación notable de concentración de los mismos contaminantes en la ciudad de Delhi – India, durante la inmovilización social por el COVID – 19, y los datos fueron tomados de 34 estaciones de monitoreo, y utilizaron el Índice Nacional de Calidad del Aire. En la ciudad de Wuhan (donde se notificó el primer caso de coronavirus en el mundo), Jingmen y Enshi – China Central, Hsieh et al. analizaron el impacto en el aire los tres primeros meses del año de PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, CO, NO₂ y O₃, y fueron promedios de variación más bajos que los niveles del mismo periodo del 2017 – 2019. Además, el Índice de calidad del aire promedio (AQI) de las tres ciudades disminuyó drásticamente.

En opinión de dichas autoras, desde el 09/03/2020, fecha del primer día de confinamiento social obligatorio en Lima Metropolitana, se cuantificó una disminución notable en los contaminantes del aire, en el caso de PM₁₀, según data histórica de SENAMHI la reducción fue 71%, en comparación con los últimos 4 años del mismo periodo. Esta investigación encuentra una similitud con el estudio de Kasturi, et. al, donde utilizaron observaciones de profundidad óptica en aerosol (AOD) del satélite Himawari-8, y mediciones de contaminación en tierra en varias estaciones de Malasia, y obtuvieron una reducción del 26-31%, en comparación con los mismos periodos de los últimos 2 años. Este resultado difiere del nuestro por la población, las fechas seleccionadas, cantidad de contaminación, y los métodos de recolección de data en comparación a Malasia, debido a que no tienen la misma precisión y tecnología.

Se presentó una alteración en la concentración de MP_{2,5} de un 58%, en semana santa (09/04/2020 – 10/04/2020) con datos registrados de 7 de 10 estaciones en total en Lima Metropolitana, no se utilizó todas por falta de funcionamiento durante el confinamiento social por el COVID – 19, y se comparó con los años 2016, 2017, 2018 y 2019. Lo cual se asemeja con el porcentaje de variación del mismo contaminante del

estudio de Adbullah con un 58,4% de reducción durante el Orden de Control de Movimiento, recogieron datos del índice de contaminantes del Aire por hora del Departamento de medio ambiente de Malasia (API) de 68 estaciones de monitoreo. Sin embargo, una investigación realizada por Baimatova en Almaty – Kazajistán (Asia Central), recogieron datos durante el periodo del 19/03/2020 al 14/04/2020 e identificaron una reducción de PM2.5 de 21% con variaciones espaciales de 6-34%. Y según Berman y Ebusi en Estados Unidos, los niveles de concentración de PM2.5 durante el periodo “COVID – 19” del 13/03/2020 al 21/04/2020 hubo una disminución del 25,5. % en comparación con el periodo “Pre-covid19” del 08/01/2020 al 12/03/2020.

Anaya y Gonzáles determinaron una disminución significativa en las concentraciones de SO₂ en el aire de Lima Metropolitana, durante el confinamiento social obligatorio, especialmente entre el 18/05/2020 al 31/05/2020, cuando la reactivación económica había comenzado. Mientras tanto, Otmani et.al, recolectaron y compararon datos de la ciudad de Salé en Australia antes y durante el periodo de cierre por covid-19, y mostraron una reducción alta en el contaminante. Incluso en el norte de China, Wang, et. al, afirman una mejoría en la calidad del aire ocasionada por la disminución de concentración de SO₂.

Utilizando data real de las estaciones de medición de calidad del aire de SENAMHI, y comparando periodos antes, durante y después del confinamiento social, se demostró como las concentraciones de CO disminuyeron drásticamente en la capital del Perú. Esta investigación encuentra una similitud con el estudio de Arbilla et. al. en Río de Janeiro donde compararon niveles de concentración durante el aislamiento, con los niveles del mismo rango de fechas del 2019, y obtuvieron reducciones considerables del mismo contaminante. No ajeno a ello en la ciudad de São Paulo, donde a fines de marzo del 2020 implementaron el distanciamiento social, Custodio y Kondo, tomaron los datos de concentraciones y lo compararon con los últimos 5 años, concluyendo que el porcentaje de CO disminuyó en el ambiente. De forma semejante en las ciudades de la India, que atravesaban por la misma coyuntura, Anshika, et. al demostraron que la paralización de actividades antropogénicas causó la reducción de cantidad de CO en el ambiente a diferencia de años anteriores.

VI. CONCLUSIONES

1. La concentración de MP10 y MP2,5 en el aire de Lima Metropolitana presentó un comportamiento decreciente durante el confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID – 19 - 2020, debido a la variación de los datos de las 7 estaciones de SENAMHI antes durante y después de las restricciones en comparación a los años 2016, 2017, 2018 y 2019.
2. La variación de concentraciones de gases SO2 y CO de Febrero, Marzo, Abril y Mayo, en los últimos 5 años, demostró que durante el confinamiento social obligatorio en Lima Metropolitana del 2020, hubo una reducción significativa de los contaminantes en el aire, poniendo de manifiesto que las limitaciones de actividades antropogénicas han sido útiles para disminuir la contaminación atmosférica.
3. Así mismo se concluyó que la paralización de actividades generó una disminución notable del flujo vehicular, lo cual ocasionó un alto porcentaje de variación por cada contaminante en Lima Metropolitana, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI respecto al mismo periodo de tiempo en el año 2019.
4. De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental de material particulado y gases analizados durante el confinamiento social, estuvieron muy por debajo de los niveles de calidad del aire, lo que representa un hito significativo en la mejora de la calidad de la atmósfera y en la salud de los habitantes de Lima Metropolitana.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones tomando en cuenta mayor cantidad de parámetros de los cuales se tenga data registrada por estaciones ubicadas dentro del área de estudio.

En la presente investigación se analizaron datos registrados en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, se recomienda estudiar el comportamiento de los contaminantes atmosféricos en un periodo de años mayor de manera que se permita identificar si hay eventos que incidan de forma considerable en la concentración de dichos contaminantes.

REFERENCIAS

BERMAN, Jesse y EBISU, Keita. Changes in U.S. air pollution during the COVID-19 pandemic. *Science of The Total Environment* [en línea]: 739 (139864): 1-4 Junio 2020 [Fecha de consulta: 10 junio 2020] ISSN: 00489697. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720333842>

OTMANI, Anas et al. Impact of Covid-19 lockdown on PM10, SO2 and NO2 concentrations in Salé City (Morocco). *Science of The Total Environment* [en línea]: 735 (139541): 1-5, Mayo 2020 [Fecha de consulta: 10 junio 2020] ISSN: 00489697. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720330588>

WANG Y., YUAN Y., WANG Q., CHENGUANG L., ZHI Q., CAO J. Changes in air quality related to the control of coronavirus in China: Implications for traffic and industrial emissions. *Science of The Total Environment* [en línea]: 731 (139133): 1-8 mayo 2020, [Fecha de consulta: 10 junio 2020]. ISSN: 00489697 Disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720326504>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación, 6ta. Ed. México: Mc Graw Hill education, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

GUTIÉRREZ B., XU B., MEKARU S., SEWALK K., GOODWIN, L., LOSKILL A., HSWEN Y., HILL S., COBO M., ZAREBSKI A., LI S., WU C., HULLAND E., MORGAN J., WANG L., O'BRIEN K., SCARPINO S., BROWNSTEIN J., PYBUS O., PIGOTT D., KRAEMER M. Epidemiological data from the COVID-19 outbreak, real-time case information. *Scientific Data* [en línea] 7 (106): 1-6, Marzo 2020 [Fecha de consulta: 15 abril 2020] ISSN: 20524463. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41597-020-0448-0>.

MUHAMMAD, Sulaman, LONG, Xingle y SALMAN, Muhammad. COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise. *Science of The Total Environment* [en línea]., 728 (138820): 1-5. Abril 2020 [Fecha de consulta: 20 abril 2020]. ISSN: 00489697. Disponible en

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720323378?token=ED8C7F9FF1F7E7041E9F1B7261CEFB76EB6DDF19393FF73CB407479843670951BE1DAB3C5C582967470068446F9761F4>.

Una pandemia puede cambiar a la ciudad [en línea]. El Comercio. 15 de marzo de 2020. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020]. Disponible en <https://search.proquest.com/docview/2377046250/fulltext/7DB3F375ACC74767PQ/1?accountid=37408>

ANSHIKA, SHARMA S., ZHANG M., GAO J., ZHANG H., HARSHA S. Effect of restricted emissions during COVID-19 on air quality in India. *Science of The Total Environment* [en línea]: 728 (138878): 1-8, Abril 2020. [Fecha de consulta: 29 abril 2020]. ISSN: 00489697. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323950>

KONDO, Liane Y CUSTODIO, Rodrigo. COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of The Total Environment* [en línea] 730 (139087): 1-5, Abril 2020. [Fecha de consulta: 01 mayo 2020]. ISSN: 00489697. Disponible en

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720326048?token=147B505073D58E55E2AD93C947E3E0616AD58018F944776539BD70F2F2497067AEF5511D167B4A47DB33A1C9FE297B13>

BAIMATOVA N., KERIMRAY A., IBRAGIMOVA O., BUKENOV B., KENESSOV B., PLOTITSYN P., KARACA F. Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan. *Science of The Total Environment* [en línea]: 730 (139179): 1-8, Mayo 2020 [Fecha de consulta: 10 mayo 2020]. ISSN: 00489697. Disponible en

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720326966?token=7C2B151177FA6ED584D8B71C9875B4FF72FF1961E4516790D7A2477069BA3A6414E647609AC826A038D31B14859A8CB2>

HSIEH, Y. ZU K., CUI K., YOUNG L., WANG Y., ZHANG J., WAN S. Impact of the COVID-19 Event on Air Quality in Central China. *AAGR Aerosol and Air Quality Research* [en línea]: 20 (5): 915 - 929, Mayo 2020 [Fecha de consulta: 10 mayo 2020]. ISSN: 16808584. Disponible en <https://aaqr.org/articles/aaqr-20-04-0a-0150>

ARBILLA G., DANTAS G., SICILIANO B., BOSCARO B., SILDA C. The impact of COVID-19 partial lockdown on the air quality of the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of The Total Environment* [en línea]: 729 (139085): 1-10. Abril 2020 [Fecha de consulta:

07 mayo 2020]. ISSN: 0048-9697. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720326024?token=5D69A208920C923DEF53D7909195DBC663A35B0A7D9A1461A430F4EDD47517A9F5DDC2F6C5681F74DF501CD77E8E282B>

QUEROL, Xavier. La calidad del aire en las ciudades. España: Fundación Gas Natural Fenosa, 2018: 302. ISBN: 978-84-09-01905-2
<http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf>

GOPAL, Krishna, MAHATO, Susanta y PAL, Swades. Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. *Science of The Total Environment* [en línea]: 730: 1-23. 139086. Abril 2020 [Fecha de consulta: 07 mayo 2020]. ISSN: 00489697. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969720326036?token=DD57BCC76C55A9806C03F6E895753FC9FF61E2D4E2BD687C87AF9EFC7864F0655B7C347514C7ECA06799FBFDDBCA12D0>

ÁLVAREZ D., SUÁREZ L., BENDEZÚ Y., POMALAYA J. Caracterización química del material particulado atmosférico del centro urbano de Huancayo, Perú. *Revista de la Sociedad química del Perú* [en línea]: 83 (2): 187-199. Junio 2017 [Fecha de consulta: 01 mayo 2020]. ISSN: 1810-634X. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n2/a05v83n2.pdf>

PACSI S., ROJAS F., SÁNCHEZ O., PERALES M. Pronóstico de reducción de emisiones de enfermos y de gastos asociados al incluir el gas natural dentro de la matriz energética en Perú. *Información tecnológica* [en línea]: 30 (3), 117-126. Octubre 2018 [Fecha de consulta: 01 mayo 2020]. ISSN: 0718-0764. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300117

GONZALES, Gustavo y STEENLAND, Kyle. Environmental health in Peru: outdoor and indoor air contamination. *Revista Panamericana de Salud Pública* [En línea]: 36 (2). Agosto 2014 [Fecha de consulta: 10 mayo 2020]. ISSN: 1020-4989. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=univcv&id=GALE|A391720918&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=c9c909cf>

BRAVO J., GALLEGO A., GONZÁLEZ I., SÁNCHEZ B., FERNANDEZ P., GARCINUÑO R., PRADANA J., NAVARRO R., DURAND J. *Contaminación Atmosférica* [En línea]: España: UNED, 2012 [Fecha de consulta: 15 abril 2020]. ISBN: 978-84-362-6523-1. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica.html?hl=es&id=7xYvtMyRP7EC

AMESTOY, José. *El planeta Tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Solución* [En línea]. España: Editorial Club Universitario, 2013 [Fecha de consulta: 10 abril 2020]. ISBN: 978-84-8454-984-0. Disponible en: https://books.google.com/books/about/El_Planeta_Tierra_en_peligro_Calentamien.html?hl=es&id=A6vXg35c8LIC

GRAU, Mario y MUÑOZ, Eugenio. *Ingeniería Química* [En línea]. España: UNED, 2013 [Fecha de consulta: 15 abril 2020]. ISBN: 978-84-362-6642-9. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Ingenier%C3%ADa_qu%C3%ADmica.html?hl=es&id=EES6nXZJbaMC

ECHEVERRI, Carlos. *Contaminación Atmosférica* [En línea]. Colombia: Ediciones de la U, 2019 [Fecha de consulta: 10 abril 2020]. ISBN: 978-958-762-941-5. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica.html?hl=es&id=QzSjDwAAQBAJ

Landa, César y Velazco, Ana. *Constitución política del Perú: Sumillas, Reformas Constitucionales, Índice analítico* [En línea]. 7ma. Ed. Perú: Fondo Editorial de la PUCP, 2007 [Fecha de consulta: 7 mayo 2020]. ISBN: 978-9972-42-827-2. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Constituci%C3%B3n_pol%C3%ADtica_del_Per%C3%BA_1993.html?hl=es&id=4JGNmUBlCgMC

COSAMALON, Jesús. *El apocalipsis a la vuelta de la esquina: Lima, la crisis y sus supervivientes (1980-2000)* [En línea]. Perú: Fondo Editorial de la PUCP, 2018 [Fecha de Consulta: 29 abril 2020]. ISBN: 978-612-317-422-4. Disponible en: https://books.google.com/books/about/El_apocalipsis_a_la_vuelta_de_la_esquina.html?hl=es&id=KaHNDwAAQBAJ

S.L. INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L. TARGET ASESORES. *Experto en gestión medioambiental* [En línea]. 2da. Ed. España: Ic editorial, 2016 [Fecha de consulta: 20

abril 2020]. ISBN: 978-84-16758-71-5. Disponible en https://books.google.com/books/about/Experto_en_gesti%C3%B3n_medioambiental.html?hl=es&id=YM-bDQAAQBAJ

BLACKWELL, Amy and MANAR, Elizabeth. Weather Station. *UXL Encyclopedia of Weather and Natural Disasters* [En línea]. 2. USA: Gale eBooks, 5, 835 - 837, 2016.. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/CX3629500292/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=e0e74ddd> ISBN: 978-1-4103-3290-5

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CONCYTEC), Reglamento de calificación, clasificación, y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - Reglamento Renacyt. [En línea]. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2020]. Disponible en https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf

LÓPEZ, Sergio y MARTÍN, Sonia. *UF1811 - Manejo de equipos de medida de contaminantes atmosféricos* [En línea]. 6ta. Ed. España: Editorial Elearning, 2015 [Fecha de consulta: 01 mayo 2020]. ISBN: 978-84-16557-20-2. Disponible en: https://books.google.com/books/about/UF1811_Manejo_de_equipos_de_medida_de_co.html?hl=es&id=nbpWDwAAQBAJ

DOUGLAS. T., GIUBILINI A., MASLEN H., SAVULESCU J. Quarantine, isolation and the duty of easy rescue in public health. *Developing World Bioeth* [En línea]: 18(2). 17 de setiembre de 2017 [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. ISSN: 1471-8847 Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/dewb.12165>

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el nuevo contexto mundial y regional: escenarios y proyecciones en la presente crisis*. [en línea], Santiago: Naciones Unidas [Fecha de consulta: 18 de abril de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45336>

ABDULLAH S., MANSOR A., LIYANA N., NURDIYANA W., NAJAH A., ISMANIL M., AHMAD Z. AIR quality status during 2020 Malaysia Movement Control Order (MCO) due to 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pandemic. *El Sevier* [En línea]: 729

(139022). 10 agosto 2020 [Fecha de consulta: 29 de abril de 2020]. ISSN: 00489697 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720325390> SANCHEZ, Odón. Evaluación de la Calidad del aire en Lima Metropolitana 2011. En: SENHAMI, [en línea], Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01403SENA-3.pdf>, [Fecha de consulta: 13 de abril de 2020].

KRAEMER M., YANG C., GUTIERREZ B., WU C., KLEIN B., PIGOTT D., PLESSIS L., FARIA N., LI R., HANAGE W., BROWNSTEIN J., LAYAN M., VESPIGNANI A., TIAN H., DYE C., PYBUS O., SCARPINO S. The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science* [en línea]: 368, 493-497. 2020 [Fecha de consulta: 14 de abril de 2020], UK, DOI 10.1126. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/sci/368/6490/493.full.pdf>

TAPIA V., CARBAJAL L., VÁSQUEZ V., ESPINOZA R. Reordenamiento vehicular y contaminación ambiental por material particulado (2,5 y 10), dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*. [en línea]: 35 (2) 2018 [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020] DOI 10.17843. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326612585_Reordenamiento_vehicular_y_contaminacion_ambiental_por_material_particulado_25_y_10_dioxido_de_azufre_y_dioxido_de_nitrogeno_en_Lima_Metropolitana_Peru

SALAS R., OLIVER J, GUILLÉN A., TANTALÉAN J., ALVARIÑO L., CASTAÑEDA L., PONCE L. CORONAVIRUS Covid- 19 knowing the cause of the pandemic. *TheBiologist (Lima)* [en línea]: Perú, 18 (1), 10-23, jan-jun: 2020. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2020]. ISSN 1994-9073. Disponible en: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/442/393>

BAUWENS M., COMPERNOLLE S., STAVRAKOU T., MÜLLER J., ESKES H., LEVELT P., VAN DER R., VEEFKIND J., VLIETINCK J., ZEHNER C. Impact of Coronavirus Outbreak on NO₂ Pollution Assessed Using TROPOMI and OMI Observations. *Advancing Earth and Space Science*: [en línea] 47 (11). 2020, Belgium [Fecha de consulta: 17 de abril de 2020]. ISSN 00948276. Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020GL087978>

CEBALLOS M., SEGURA P., GUTIERREZ E., CHASSOT E., CHÍAM., RAMOS P., CUENA L., GARCÍA M., PRIMA H., NAVASCUÉS E., BLÁZQUEZ N. Efectos de la crisis del COVID -19 en la calidad del aire urbano en España. Resultados provisionales a 31 de marzo de 2020 para las 24 principales ciudades. *Ecologistas en acción*: [en línea], 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2020/04/informe-calidad-aire-covid-19.pdf>

MYLLYVYRTA, L. Analysis: Coronavirus temporarily reduced China's CO2 emissions by a quarter [En línea] 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.carbonbrief.org/analysis-coronavirus-has-temporarily-reduced-chinas-co2-emissions-by-a-quarter>

Instituto Nacional de Salud y Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de enfermedades - MINSA. Sala Situacional COVID - 19 Perú. 2020. [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp

Pan American Health Organization (PAHO) Coronavirus disease (COVID - 19). [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.paho.org/en/topics/coronavirus-infections/coronavirus-disease-covid-19>

Banco Interamericano de Desarrollo y BID Invest, 2020. Tablero de impacto del coronavirus. [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/topics-effectiveness-improving-lives/coronavirus-impact-dashboard>

World Health Organization (WHO). Rolling updates on coronavirus disease (COVID-19), 2020 [en línea]. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

HUAMANÍ C., TIMANÁ R., PINEDO J., PÉREZ J., VASQUEZ L. Condiciones estimadas para controlar la pandemia de COVID - 19 en escenarios de pre y poscuarentena en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*: [en línea]37(2), 2020 [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020] DOI 10.17843. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/5405/3549>

ISAIKAN, R. The dramatic impact of coronavirus outbreak on air quality: Has it saved as much as it has killed so far. *Global Journal of Environmental Science and Management*. [en línea]. Tehran: Solid Waste Engineering and Management Association, 6 (3), 275-

288, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. DOI: 10.22034. Disponible en: <http://resolver.ebscohost.com/openurl?sid=EBSCO%3aedb&genre=article&issn=23833572&ISBN=&volume=6&issue=3&date=20200701&spage=275&pages=275-288&title=Global+Journal+of+Environmental+Science+&atitle=The+dramatic+impact+of+Coronavirus+outbreak+on+air+quality%3a+Has+it+saved+as+much+as+it+has+kill+ed+so+far%3f&aurlast=Isaifan%2c+R.+J.&id=DOI%3a10.22034%2fgjesm.2020.03.01&site=ftf-live>

SAMANIEGO G., *Pasos para calcular el tamaño de muestra*. [en línea] [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020] Disponible en:

<https://plandenegociosperu.com/2020/03/calcular-el-tamano-de-muestra/>

ROMAN, A. and VARGAS, N. Variation of Aerosol Pollution in Peru during the Quarantine Due to COVID - 19. (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. [en línea] Lima, Perú. 11 (4): 47-50. 2020. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. ISSN: 2156-5570. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Avid_Roman-Gonzalez/publication/341156202_Variation_of_Aerosol_Pollution_in_Peru_during_the_Quarantine_Due_to_COVID-19/links/5eb33df045851523bd4977c4/Variation-of-Aerosol-Pollution-in-Peru-during-the-Quarantine-Due-to-COVID-19.pdf

OTZEN, T. y MANTEROLA C. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Scielo*: [En línea] 35 (1): 227 - 232, marzo 2017 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 0717 - 9502 Disponible en

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037

SÁNCHEZ, A. and DE LA FUENTE, V. Quarantine, isolation, social distancing and lockdown; are they the same. *Anales de pediatría*: [en línea] 93 (1): 73 - 74, Mayo 2020. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 1695-4033. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320301776?via%3Dihu>

KASTURI D., NURUL A., DIMITRIS G., KASKAOUTIS, MOHD T. COVID-19's impact on the atmospheric environment in the Southeast Asia region. *Science of The Environment*: [en línea] 736 (139658). May 2020. [Fecha de consulta: 18 de abril de

2020]. ISSN: 0048-9697. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720331788?via%3Dihub>

PAITAL, B. Nurture to nature via COVID - 19, a self-regenerating environmental strategy of environment in global context. *The Science of the total environment* [en línea] 729 (139088), India. August 2020. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2020]. ISSN: 0048-9697, Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085904499&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=covid+19+emissions&st2=&sid=4d1251723f1c01c38126561a615b6e28&sot=b&sdt=b&sl=33&s=TITLE-ABS-KEY%28covid+19+emissions%29&relpos=16&citeCnt=2&searchTerm=>

ANEXOS

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables


Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades /Escala
CONFINAMIENTO SOCIAL OBLIGATORIO (VARIABLE INDEPENDIENTE CUANTITATIVA)	Medida dada a nivel social que tiene como finalidad evitar la proliferación de enfermedad y el contacto directo, que significa mantenerse refugiado durante un tiempo prolongado bajo normas e indicaciones limitativas (Sánchez y De La Fuente, 2020).	Es una medida dispuesta por el estado que busca mantener un control sobre los contagios de covid-19. Para su análisis se tomó en cuenta el tránsito de las personas y la paralización de actividades.	Tránsito de personas	Cantidad de personas	Número de individuos
			Paralización de actividades	Flujo vehicular	Número de vehículos
CALIDAD DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA, 2020 (VARIABLE DEPENDIENTE CUANTITATIVA)	Se refiere a cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que fijan niveles puntuales para la concentración de contaminantes en la atmósfera, de modo que al no sobrepasar estos niveles no significan riesgo para la salud de los habitantes ni al medio ambiente. (MINAM 2020)	La calidad de aire de Lima Metropolitana fue medida teniendo en cuenta las concentraciones de material particulado y gases.	Material Particulado	Concentración de MP2.5	ug/m3
				Concentración de MP10	ug/m3
			Gases	Concentración de CO	ug/m3
				Concentración de SO2	ug/m3

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos



Instrumento 1. Registro de principales medidas tomadas durante el confinamiento social obligatorio	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Lugar de estudio		Lima Metropolitana	
Sector de influencia	Tránsito de personas		x
	Parque automotor		x
	Actividad industrial		x
Fecha de comunicación	Periodo	Medida	Fuente de información
15/03/2020	16/03/2020 - 30/03/2020		
26/03/2020	31/03/2020 - 12/04/2020		
02/04/2020	02/04/2020		
06/04/2020	09/04/2020 - 10/04/2020		
10/04/2020	13/04/2020 - 26/04/2020		
25/04/2020	27/04/2020 - 10/05/2020		
03/05/2020	04/05/2020 - 04/06/2020		
10/05/2020	11/05/2020 - 24/05/2020		



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Atentamente,
Jhan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Instrumento 3. Registro de datos históricos de concentración de gases diario	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Nombre de estación					ECA	
Coordenadas	N:	E:	Distrito		Tipo de gas	
Concentración histórica diaria						
Año	Mes	Día	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Promedio	



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

Atentamente,



Jhson Julio Odonez Galvez
DNI 08447308

Instrumento 4. Registro de concentraciones mensuales de MP ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Tipo de MP						Año	
Mes	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Promedio	
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998




Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Atentamente
Juan Julio Pedroni Galvez
DNI: 08447308

Instrumento 5. Registro de concentraciones mensuales de gases ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Tipo de gas						Año	
Mes	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Nombre de estación	Promedio	
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Atentamente
Josselyn González Ruiz
DNI 08447308

Instrumento 6. Registro de concentraciones cuatrimestrales de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Tipo de MP					
Estación	2016	2017	2018	2019	2020
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Promedio					



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Josselyn González Ruiz
DNI 08447308

Instrumento 7. Registro de concentraciones cuatrimestrales de gases ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Tipo de gas					
Estación	2016	2017	2018	2019	2020
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Nombre de estación					
Promedio					



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Jhón Julio Pacheco Galanz
 DNI 08447308

Instrumento 8. Registro de flujo vehicular mensual	
Título	Confinamiento social obligatorio bajo el escenario del COVID 19 y su influencia en la calidad del aire en Lima Metropolitana, 2020
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Autoras	Anaya Samaniego, Keyla
	González Ruiz, Josselyn
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales

Año	Mes	Flujo vehicular	Promedio



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

Atentamente



Josselyn González Ruiz
DNI: 08447308

Validación de instrumentos experto N°1



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. BENITES ALFARO ELMER GONZALES
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento 01, 02; 03; 04; 05; 06; 07; 08
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

Validación de instrumentos experto N°2



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento 01, 02; 03; 04; 05; 06; y 07 y 08
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

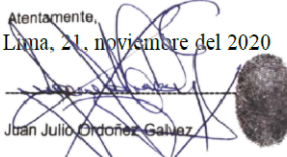
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Atentamente,
Lima, 21, noviembre del 2020


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Validación de instrumentos experto N°3



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de principales medidas tomadas durante el confinamiento social obligatorio
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos históricos de concentración de material particulado diario
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 03

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos históricos de concentración de gases diario
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 04

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentraciones mensuales de material particulado (ug/m3)
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 05

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentración mensuales de gases
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 06

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentración cuatrimestrales de material particulado (ug/m3)
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 07

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentración cuatrimestrales de gases (ug/m3)
 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 08

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de flujo vehicular mensual
- 1.5. Autoras de Instrumento: Gonzáles Ruiz Josselyn Ingrid / Anaya Samaniego Keyla Jhomali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 21, noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275