



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Determinación de la correlación entre contaminantes ambientales y la severidad del Covid19 en habitantes de las localidades de Kennedy, Suba y Tunjuelito.

Determination of the correlation between environmental pollutants and the severity of Covid19 in inhabitants of the towns of Kennedy, Suba and Tunjuelito.

Angely Paola Alcendra Torres, apalcendrat@libertadores.edu.co, estudiante

Miguel Enrique Gast Mogollón, megastm@libertadores.edu.co, estudiante

RESUMEN –

La relación entre la contaminación ambiental y las enfermedades respiratorias agudas ha sido ampliamente documentada , principalmente sobre los efectos de contaminantes como NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, en la calidad de vida de los habitantes aledaños a zonas industriales y carreteras donde se generan emisiones de estos contaminantes, por ello con la llegada de la pandemia se extiende una alerta sobre los posibles efectos respiratorios del virus COVID-19, en poblaciones con afectaciones previas y presencia en zonas altamente contaminadas. El presente estudio muestra como la presencia de Contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} se relaciona con el porcentaje de ocupación UCI .

Palabras clave: covid19, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, contaminación ambiental.



ABSTRACT

The relationship between environmental pollution and acute respiratory diseases has been widely documented, mainly on the effects of pollutants such as NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, on the quality of life of the inhabitants near industrial zones and highways where emissions of these pollutants, therefore with the arrival of the pandemic an alert is extended about the possible respiratory effects of the COVID-19 virus, in populations with previous affectations and presence in highly contaminated areas. The present study shows how the presence of PM₁₀ and PM_{2.5} pollutants is related to the percentage of ICU occupancy.

Keywords: covid19, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, environmental pollution.

INTRODUCCIÓN

COVID-19 es la peor pandemia que ha afectado a la humanidad desde el siglo pasado. Desde su descubrimiento en Wuhan, China, en diciembre de 2020 (OMS, 2020). El curso de la pandemia por COVID-19 en las Américas sigue siendo "sumamente incierto", según una actualización sobre la pandemia presentada ante los delegados de las Américas que participan en la 59ª reunión del Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El aumento de los casos durante el primer semestre de 2021, junto con la escasez de vacunas y la vacilación a la vacunación, continúan siendo un desafío para detener la propagación de la enfermedad en la región. Al 24 de agosto del 2021, la Región de las Américas había notificado 39% de los casos y 47% las muertes que se han registrado en el mundo por causa de la COVID-19. Cuatro países de la Región de las Américas (Argentina, Brasil, Colombia y Estados Unidos de América) se ubicaron entre los diez países que notificaron el mayor número de casos acumulados a nivel mundial. Cinco países (Brasil, Colombia, Estados



Unidos de América, México y Perú) se ubicaron entre los diez países con el mayor número de muertes acumuladas a nivel mundial (OMS. (2021, 22 septiembre). Por otro lado, pocos estudios han detallado cómo algunos factores exógenos como los cambios climáticos, han influido en el número de casos covid, sin unanimidad sobre si y qué factores ambientales afectan la transmisión del coronavirus. Puede que no sea una coincidencia que tanto el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) como la enfermedad covid se hayan originado en los meses de invierno. La evidencia de la investigación sobre epidemias y enfermedades contagiosas anteriores revela que el clima afecta la tasa de infección de enfermedades infecciosas. Tan et al. (2005); Bi et al. (2007) documentan el aumento de la temperatura como un factor importante que condujo a la disminución de la infección por SARS. La probabilidad de transmisión aérea depende de varios parámetros, todavía bastante incierto, como las concentraciones de aerosoles cargados de virus, viabilidad y vida útil, y dosis mínima necesaria para transmitir la enfermedad (Contini y Costabile, 2020; Buonanno et al., 2020). La exposición permanente al material particulado, especialmente el denominado PM2.5, compromete el estado de salud respiratorio y debilita la inmunidad del tracto, lo que promueve la exposición a partículas infecciosas y estimula el estrés oxidativo que impide la rápida recuperación en las enfermedades respiratorias (Horne BD et al.,2018),

De acuerdo con Arango, Caraza y Vargas (2020), es importante considerar la tríada medioambiente, individuo y salud, debido a las fuertes relaciones que se ha encontrado entre los sistemas de salud pública, alimentaria y el hábitat en dónde la contaminación se convierte en un factor transversal con un efecto facilitador, esto debido a que la transmisión por contacto se manifiesta o se desarrolla por medio de aerosoles que se convierten en la vía de contagio. Así mismo la susceptibilidad para infecciones respiratorias debido a la



contaminación ambiental, específicamente al material particulado PM 2.5 , ha sido ampliamente relacionada con el estado de salud respiratorio y con la debilitación de la inmunidad del tracto, lo que estimula el estrés oxidativo relacionado con la dificultad en la recuperación de las enfermedades respiratorias. Es por esto que los picos epidemiológicos de enfermedades respiratorias en muchas ocasiones guardan una relación con los cambios estacionales en todo el mundo , en donde fenómenos climáticos pueden favorecer la concentración o disipación de contaminantes en la atmósfera, particularmente la ciudad de Wuhan, ubicada en la provincia de Hubei, es una de las más industrializadas y con las mayores emisiones de NO_2 y CO_2 , siendo China, uno de los países con el mayor aporte de emisiones de gases de efecto invernadero que se deben principalmente a las formas de producción de la energía. Para estos autores esta situación indiscutiblemente implica una mayor susceptibilidad de los habitantes en estos países a padecer efectos graves de enfermedades respiratorias y a desarrollar patologías crónicas que presentan una morbimortalidad para la infección por SARS COV 2(p.103).

Autores como Gómez (2020), exponen la repercusión de los cambios climáticos y su relación con el incremento, extensión e impacto de las epidemias, en donde la pérdida de la capa de ozono, la degradación de los suelos y la explotación desmedida de los recursos naturales, están afectando y comprometiendo los ecosistemas debidos la pérdida de servicios ecológicos y socioculturales de gran importancia, contribuyendo a los cambios de clima y el calentamiento global. Los altos niveles de polución se convierten en la vía perfecta para la transmisión del virus, debido a que el polvo ambiental compuesto de microorganismos y partículas finas suspendidas en el aire, puede estar involucrado en enfermedades infecciosas que por inhalación de estas partículas cargadas de virus pueden ser transportados a las



regiones alveolares y traqueobronquiales aumentando la transmisión infectiva profunda. La influencia de factores ambientales no ha sido suficientemente investigada, pero a pesar de ellos se han encontrado evidencias que relacionan la temperatura y la humedad con una disminución de la transmisión por el covid-19, así como la temperatura y la latitud se han asociado a factores de propagación predictivos.

Investigaciones como la de Lanchipa, Moren y Zuñiga (2020), nos presentan una revisión integral de estudios publicados sobre los impactos ambientales y el COVID-19, interesándose específicamente por la contaminación del aire, en dónde reportes de investigadores ¹ han observado que la relación entre PM2.5, CO, PM10, SO2 y O3, como factores que pueden estar relacionadas con el incremento de contagios por COVID-19 en corto plazo, ofreciendo indicios suficientes sobre la repercusión de estos en la gravedad de la enfermedad, observando una correlación en lugar de una casualidad. También analizan estudios en los que se muestra la correlación entre el aumento de concentración de contaminantes y la mortalidad por covid-19 específicamente por concentraciones elevadas de NO2 en las zonas industriales, presentaron los mayores incrementos de mortalidad y contagio por COVID-19, otros mostraron que las concentraciones de PM2.5 y PM10 diaria, guardaban relación con la mortalidad por covid-19, debido a que a mayores concentraciones de estos contaminantes

¹. Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Sci Total Environ.* 2020;727.

doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138704> [Links]

2. Conticini E, Frediani B, Caro D. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environ Pollut Barking Essex.* 2020;261.

<https://www.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114465> [Links]

3. Pansini R, Fornacca D. COVID-19 higher morbidity and mortality in Chinese regions with lower air quality. *medRxiv.* 2020. doi: <https://www.doi.org/10.1101/2020.05.28.20115832> [Links]



también incrementan la mortalidad, por lo que la exposición de las poblaciones a PM2.5 y PM10, se relaciona con una letalidad mayor tanto a corto como a largo plazo.

De acuerdo a Arellano, Hurtado, Sangrador y Riojas (2020), la incidencia y el riesgo de mortalidad por COVID-19 se encuentran relacionados con la exposición aguda y crónica de los contaminantes que se encuentran presentes en el aire, particularmente destacan esta relación con PM2.5, PM10 y NO₂, considerando la capacidad de contagio relacionada con los niveles atmosféricos y la movilidad de los contaminantes en el aire, en donde sugiere que el ARN del virus pudiera estar presente en partículas del aire en el exterior adhiriéndose aquellas que son respirables e incrementando su presencia en la atmósfera.

METODOLOGÍA

Datos

Obtuvimos valores de diseño de contaminantes del aire para las localidades de Kennedy, Suba y Tunjuelito para NO₂, NO, NO_x, CO, PM10, PM2.5 del sitio web de la red de monitoreo para la calidad del aire de Bogotá, RMCAB, que muestra el reporte de estaciones, el periodo del diseño corresponde al 29 de diciembre del 2020 al 29 de diciembre del 2021, que coincide con el segundo pico por COVID-19 en la ciudad de Bogotá, el valor del diseño de los contaminantes corresponde al promedio mensual.

Para el porcentaje de ocupación UCI se emplean los datos de camas disponibles y camas ocupadas que para Kennedy corresponden a las de los centros hospitalarios Clínica Colsubsidio Ciudad Roma, Clínica del Occidente S.A, Clínica medical S.A.S Proinfo, Eusalud Clínica de Traumatología y Ortopedia, Unidad de Servicios de Salud Occidente Kennedy. Para la localidad de Suba se tienen en cuenta los centros de salud; Centro de Salud



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

de Suba, Administradora Clínica la Colina S.A.S, Clínica Juan N Corpas LTDA, Fundación Abood Shaio y Unidad de Servicios de Salud Centro de servicios especializado. Para Tunjuelito se tiene en cuenta la Unidad de Servicios de Salud el TUNAL, Datos recopilados de la pagina web Datos Abiertos de Bogotá. El procedimiento del cálculo de ocupación UCI se expone a continuación:

Para el cálculo del % de ocupación UCI tenemos que KENNEDY cuenta con 5 hospitales con las siguientes camas UCI disponibles

Tabla 1

Centros de salud de Kennedy

Fecha	HOSPITAL	Camas Disponible	Numero de camas ocupadas
29/12/2020	CLÍNICA COLSUBSIDIO CIUDAD ROMA	43	42
29/12/2020	CLÍNICA DEL OCCIDENTE S.A.	28	28
29/12/2020	CLÍNICA MEDICAL S.A.S. PROINFO	16	16
29/12/2020	EUSALUD CLÍNICA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA	14	5
29/12/2020	UNIDAD DE SERVICIOS DE SALUD OCCIDENTE DE KENNEDY	52	30

Para determinar el porcentaje de ocupación para esta localidad se sumaron el número de camas ocupadas por centro de salud y se dividieron entre la suma de las camas disponibles (153), de esta forma

$$\%ocupación\ UCI = camas \frac{ocupadas}{camas\ disponibles\ totales} * 100$$

$$\%ocupación\ UCI_{20-12-2020} = \frac{121}{153} * 100$$



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

$$\%ocupación UCI_{20-12-2020} = 79,08\%$$

Para SUBA se tienen en cuenta las camas ocupadas y disponibles de los siguientes centros médicos:

Tabla 2

Centros de Salud de Suba

CENTROS DE SALUD	CAMAS DISPONIBLES
ADMINISTRADORA CLÍNICA LA COLINA SAS	13
CLÍNICA JUAN N CORPAS LTDA	10
FUNDACIÓN ABOOD SHAIÓ	22
UNIDAD DE SERVICIOS DE SALUD CENTRO DE SERVICIOS ESPECIALIZADO	12

En donde el total de camas en estos centros médicos es de 57 .

Para TUNJUELITO solo tomamos en cuenta los datos del centro de salud Unidad de Servicios de Salud el TUNAL que del 29 diciembre del 2020 a finales de enero del 2021 paso de 76 camas a 93 disponibles.

Los datos de la tasa de fallecidos se por día de Salud Data en el apartado de enfermedades transmisibles y se dividió el número de fallecidos por COVID-19 por localidad en el periodo del 29/12/2020 al 29/01/2021 entre el número total de habitantes por localidad.

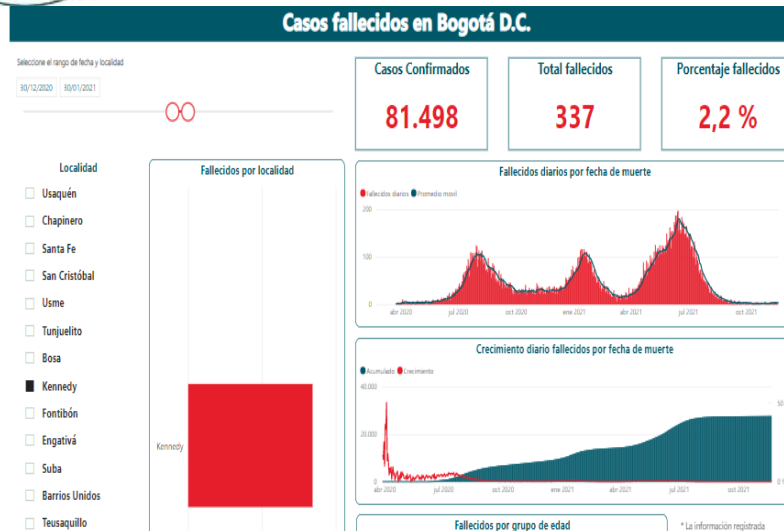
Figura 1

Consulta de fallecidos por localidad del 29/12/2020 al 29/01/2021



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA



Nota: Tomado de Salud Data 2021.

Para el caso de Kennedy en este periodo se tienen 337 fallecidos , por lo que dividido entre la población de la localidad, se tiene que la tasa de mortalidad en ese periodo será

$$tasa\ de\ mortalidad = \frac{337}{1088443}$$

$$tasa\ de\ mortalidad = 0,03096166$$

Seguimos el mismo procedimiento para TUNJUELITO Y SUBA.

La población de las localidades se toma del “Visor de Población”, plataforma que suministra las proyecciones y retroproyecciones (información antes del Censo 2018) de población por localidad y Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) para Bogotá.

Seleccionamos dos variables que mostraron significancia en su análisis: porcentaje de ocupación UCI, densidad poblacional y mortalidad por COVID-19.



Para el análisis de los datos se emplea el Software RSTUDIO Desktop 2021.09.1+372 con R 3.0.1.

Estadísticos Descriptivos

Los estadísticos descriptivos para todas las variables anteriores se presentan en la Tabla 3. Es importante señalar que se excluyen los contaminantes sin suficiente información para las estaciones de monitoreo Carvajal -Sevillano, El Tunal y Guamymaral.

RESULTADOS

Tabla 3

Estadísticos descriptivos

	Max	Min	1 stQu	Median	Mean	3rd Qu
NOX	102.611	7.287	31.000	42.356	45.278	56.392
NO2	35.760	3.691	9.142	11.332	14.469	18.530
NO	69.687	1.614	16.442	25.910	30.507	44.350
PM10	104.00	11.00	25.50	42.00	45.03	60.25
PM2.5	59.00	2.00	12.00	19.00	20.99	26.25
PUCI	10.000	0.6491	0.8658	0.9213	0.8991	0.9634
Población por localidad	1218513	199430	199430	1088443	835462	1218513
tasa de mortalidad	0.03961	0.03096	0.03097	0.03422	0.03493	0.03961

Al practicar el Test o Prueba Barlett se Plantea $H_0 = 1$ $H_a \neq 1$, como resultado tenemos $p.value = 0$ Por lo cual hay evidencia para rechazar H_0 y aceptar H_a , que corresponde a que si existe correlación entre las variables, también se realiza prueba de KMO y gráfico de correlaciones



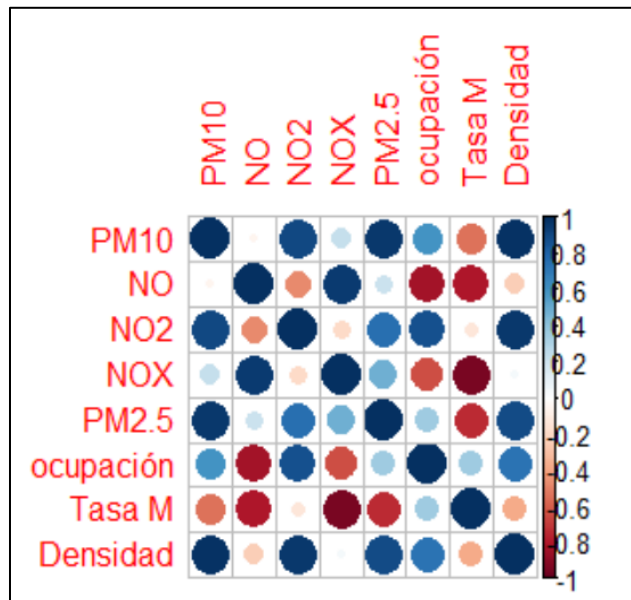
LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

que muestran la relación entre las variables estudiadas, por tanto se decide realizar el análisis por medio de componentes principales.

Figura 2

Gráfico de correlación de las variables



Nota : azul = correlacion positiva rojo = correlacion negative

Figura 3

Componentes loadings



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Component loadings:

	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4
Densidad.poblacional.hab.km2	0.33543753	0.43125972	0.118326898	0.09252450
NO	0.29909979	-0.51200021	-0.068724454	-0.35489844
NO2	0.35925584	0.07770028	-0.650518929	0.27205731
NOX	0.37497144	-0.41688231	-0.287976521	-0.20548599
PM2.5	0.45541837	0.17097345	0.229641258	0.17827134
PM10	0.44823296	0.24949422	0.009199504	0.09741708
PUCI	0.01936127	0.49796239	-0.168617647	-0.82657326
tasa.de.mortalidad	-0.34591776	0.18054588	-0.627629422	0.15732936
	Comp. 5	Comp. 6	Comp. 7	Comp. 8
Densidad.poblacional.hab.km2	0.53116681	0.627710545	0.05189421	0.009108329
NO	-0.09341484	0.343972164	0.01617904	-0.624831344
NO2	0.32614330	-0.426052189	-0.10865668	-0.260790449
NOX	0.03595705	0.131302562	-0.02174531	0.735829095
PM2.5	-0.44980194	0.007218754	-0.69025363	0.004738066
PM10	-0.48218793	-0.076833903	0.69918072	0.001675250
PUCI	-0.03330831	-0.161316106	-0.11342294	0.002496651
tasa.de.mortalidad	-0.40686203	0.506876067	-0.08122553	0.003902082

También conocidos como **loading factors**, **autovectores**, o **eigenvectors**), son los coeficientes de la ecuación de cada componente principal. Por ejemplo, el componente principal 1 presenta la siguiente ecuación:

$$CP1 = 0,33Densidad + 0,299NO + 0,359NO2 + 0,375NOX + 0,455PM2.5 \\ + 0,448PM10 + 0,019PUCI - 0,345Tasa\ de\ mortalidad$$

Figura 4

Varianza de los componentes

Component variances:

Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6
3.5911874454	2.2207009669	0.9744880767	0.6097777181	0.4514011415	0.0927050929
Comp. 7	Comp. 8				
0.0590811247	0.0006584338				



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Se conocen como autovalores. El valor de cada componente es el cuadrado de su desviación

. La suma total da 8, ya que son 8 componentes principales y están estandarizados

Figura 5

Proporción de la varianza

Importance of components:					
	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Standard deviation	1.8950429	1.4902017	0.9871616	0.78088265	0.67186393
Proportion of Variance	0.4488984	0.2775876	0.1218110	0.07622221	0.05642514
Cumulative Proportion	0.4488984	0.7264861	0.8482971	0.92451928	0.98094442
	Comp.6	Comp.7	Comp.8		
Standard deviation	0.30447511	0.243066091	0.02565996517		
Proportion of Variance	0.01158814	0.007385141	0.00008230423		
Cumulative Proportion	0.99253256	0.999917696	1.00000000000		

Proportion of Variance: es la proporción de la varianza que explica cada componente principal. Su suma es igual a 1. Esta fila es realmente la importante de nuestros resultados.

Observamos que las dos primeras componentes agrupan un 72,5% de la variación, o lo que es lo mismo, hay un 27,5% de variación que no se explica

Un método informal de determinar con cuántos componentes nos quedamos se basa en elegir las componentes principales que agrupen

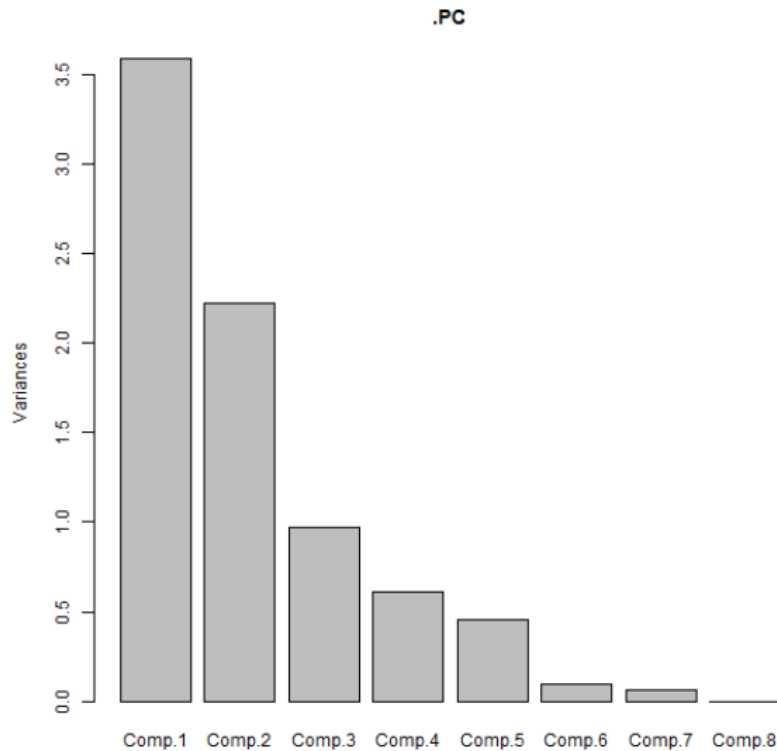
- más del 70% de la variación total.
- si proceden de datos estandarizados que sus autovalores asociados sean mayores que

observamos que los 2 primeros componentes agrupan el 72.5% y en los autovalores hasta el segundo componente se tiene más de 1 en el autovalor , por lo que nos quedamos con los 2 primeros componentes principales.



Figura 6

Gráfico de desmoronamiento o de sedimentación (scree diagram)



Vemos que en el eje de abscisas se representa el Componente Principal 1 y en el de ordenadas el Componente Principal 2. Cuanto más largas sean las flechas rojas, más alto es el valor del coeficiente de esa variable en ese componente.

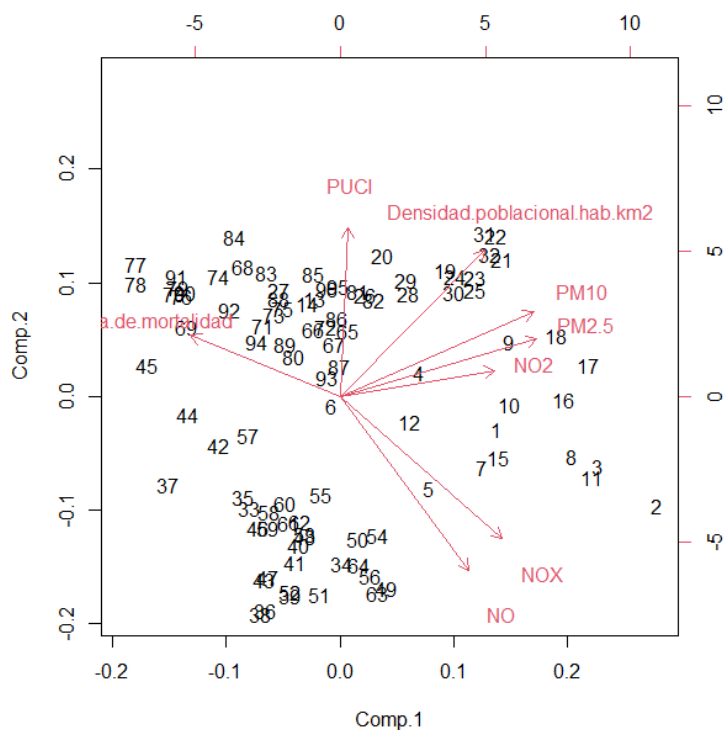
El componente 1 agrupa un 44% de variación, y los valores absolutos más elevados de sus coeficientes son los presentes en PM 2.5 y PM10. Esto significa que tienen relación con la mortalidad.

El componente 2 agrupa un 27% de la variación, y los valores absolutos más elevados de sus coeficientes son los presentes en NO y PUCI



Figura 7

Gráfico de análisis por componentes principales



En el Circulo de correlaciones observamos varias correlaciones en este caso, Densidad poblacional , PM2.5, PM10, NO2 están correlacionados con la ocupación de camas UCI, existe una correlación negativa entre el contaminante NO, NOX y la Ocupación de camas UCI e incluso con la tasa de mortalidad.

CONCLUSIONES

Existen diferentes estudios que demuestran una posible correlación entre los contaminantes y las complicaciones asociadas por COVID-19, uno de esos estudios fue realizado en la



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Universidad de Harvard, en este estudio concluyen que un pequeño aumento en la exposición a largo plazo a PM_{2.5} conduce a un gran aumento en la tasa de mortalidad por COVID-19 (Wux, col). Aunque es de anotar que, en este estudio, tienen en cuenta la variable tiempo, se requieren más estudios para conocer el tiempo de exposición a ciertos contaminantes que han generado predisposición en la mortalidad o la ocupación de camas UCI en la actual Pandemia. No es conveniente a falta de evidencia, manifestar que un aumento en los contaminantes podría generar un aumento en la tasa de mortalidad por COVID-19, podemos decir, en su lugar, que un aumento histórico en los contaminantes podría predisponer a complicaciones por Enfermedades Respiratorias, cual sea su origen.

En las zonas más industrializadas la Tasa de infección, esta derivada de las dinámicas de la población y la densidad de la misma, aunque como lo explicamos anteriormente es más probable las complicaciones por COVID-19, debido a la predisposición por los largos periodos de tiempo a los contaminantes.

En otros estudios se enfatiza en que el PM₁₀ podría albergar micropartículas de coronavirus y por tanto predisponer a la enfermedad Sars Cov-2, se requieren estudios para determinar el tiempo de supervivencia del virus en dichas partículas y las probabilidades de contacto entre las microgotas y las micropartículas en diferentes ambientes.

Para el presente estudio los resultados obtenidos avalan la tesis de un incremento de la ocupación UCI por síntomas más agudos de la enfermedad en zonas con mayor presencia de PM_{2.5}, PM₁₀ y NO₂, sin embargo se observa que no tiene una incidencia con la mortalidad por COVID-19, ello nos indica que las enfermedades pre existentes debido a la



contaminación ambiental, pueden afectar el curso de la enfermedad en población expuesta a los contaminantes estudiados, pero no incrementan la mortalidad a corto plazo .

Se puede concluir que variables como la densidad poblacional tienen una mayor incidencia en la ocupación de camas UCI de acuerdo a los resultados obtenidos, por lo que sería conveniente explorar más al respecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UK Government, 2020. The R number and growth rate in the UK (accessed Octubre10,2021).<https://www.gov.uk/guidance/the-r-number-in-the-uk/>. WHO, 2020. WHO Characterizes COVID-19 as a Pandemic.
2. OPS brinda actualización sobre la COVID-19 y destaca que el curso de la pandemia sigue siendo «sumamente incierto». OPS. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.paho.org/es/noticias/22-9-2021-ops-brinda-actualizacion-sobre-covid-19-destaca-que-curso-pandemia-sigue-siendo>
3. Bilal, M.F.B., Shahzad, A., Tan, D., Komal, B., Bashir, M.A., 2020. Nexus between Temperature and COVID-19 Pandemic: A Meta-Analysis.
4. Contini, D., Cava, D., Martano, P., Donateo, A., Grasso, F.M., 2009. Comparison of indirect methods for the estimation of Boundary Layer height over flat-terrain in a coastal site. Meteorol. Z. 18 (3), 309–320.
5. Buonanno, G., Stabile, L., Morawska, L., 2020. Estimation of airborne viral emission: quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. Environ. Int. 141, 105794.
6. Horne BD, Joy EA, Hofmann MG, Gesteland PH, Cannon JB, Lefler JS, et al. Short-Term Elevation of Fine Particulate Matter Air Pollution and Acute Lower Respiratory Infection. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2018;198(6):759-66
7. Rosas Arango, Sonia Marcela, Ángel-Caraza, Javier Del, y Soriano-Vargas, Edgardo. (2020). Infección por COVID-19, una mirada a los factores ambientales



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

relacionados con la pandemia. *Nova* , 18 (spe35), 101-105. Publicación electrónica 17 de enero de 2021. <https://doi.org/10.22490/24629448.4193>

8. Gomez Luna, Liliana María. (2020). El desafío ambiental: enseñanzas a partir de la COVID-19. *MEDISAN*, 24(4), 728-743. Epub 24 de julio de 2020. Recuperado en 24 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192020000400728&lng=es&tlng=es.
9. Lanchipa-Ale, Teresa, Moreno-Salazar, Khiara y Luque-Zúñiga, Bret. (2020). Perspectiva del COVID-19 sobre la contaminación del aire. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay* , 25 (2), 155-182. Publicación electrónica del 00 de diciembre de 2020. <https://dx.doi.org/10.32480/rscp.2020.25.2.155>
10. Félix-Arellano EE, Schilmann A, Hurtado-Díaz M, Texcalac-Sangrador JL, Riojas-Rodríguez H. Quick review: air pollution and morbi-mortality by Covid-19. *Salud Publica Mex.* 2020;62:582-589. <https://doi.org/10.21149/11481>
11. WuX, NetheryRC, SabathB, BraunD, DominiciF. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. *MedRxiv.* 2020, <http://dx.doi.org/10.1101/2020.04.05.20054502>.