

Environmental and health risk assessment of PM 2,5 and microplastics in Morales

Evaluación del riesgo ambiental y sanitario por PM 2,5 y microplásticos en Morales

Rodrigo Dávid Colichón Carranza¹  , Alexis Torres-del Aguila¹  , Carlos Mauricio Lozano Carranza¹  , Andi Lozano Chung²  

¹Universidad César Vallejo, Facultad De Ingeniería Y Arquitectura. Tarapoto, Perú.

²Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.

Cite as

Colichón Carranza RD, Torres-del Aguila A, Lozano Carranza CM, Lozano Chung A. Environmental and health risk assessment of PM 2.5 and microplastics in Morales. SAP Biomedical & Chemical Engineering Innovation. 2022;1:20. <https://doi.org/10.56294/evk202220>

Publication History

Submitted: 18-08-2021

Revised: 07-12-2021

Accepted: 22-02-2022

Published: 23-02-2022

Corresponding Author

Rodrigo Dávid Colichón Carranza 

ABSTRACT

The research analyzed the impact of fine particulate matter (PM_{2,5}) on atmospheric quality in the district of Morales, San Martín province, during the year 2022. PM_{2,5}, with an aerodynamic diameter of less than 2,5 µm, was identified as one of the most dangerous pollutants worldwide, associated with millions of premature deaths and chronic respiratory diseases, lung cancer and other disorders. It was highlighted that its concentrations were determined by emissions, meteorological conditions and physicochemical transformations. In Morales, possible sources included rice milling plants, brick kilns, vulcanizing plants, service stations and agricultural activities. In addition, the possible presence of microplastics in the composition of PM_{2,5} was considered, which represented an additional risk to health and the environment. The research was justified on theoretical, social, economic and environmental criteria, underlining the need for monitoring and control. The lack of previous studies in Peru on the joint presence of PM_{2,5} and microplastics, as well as the limited real-time measurement infrastructure, motivated the study. The study sought to compare local concentrations with international references and national regulations, evaluating their significance in the deterioration of air quality. It was concluded that PM_{2,5} air pollution in Morales could have relevant impacts on public health and environmental quality, and that the identification of sources and characteristics of these particles was essential to develop effective mitigation and protection strategies for the population and the ecosystem.

Keywords: PM_{2,5}; Air Pollution; Microplastics; Public Health; Morales.

RESUMEN

La investigación analizó el impacto del material particulado fino (PM_{2,5}) en la calidad atmosférica del distrito de Morales, provincia de San Martín, durante el año 2022. El PM_{2,5}, con un diámetro aerodinámico menor a 2,5 µm, fue identificado como uno de los contaminantes más peligrosos a nivel mundial, asociado a millones de muertes prematuras y a enfermedades respiratorias crónicas, cáncer pulmonar y otros trastornos. Se destacó que sus concentraciones estaban determinadas por emisiones, condiciones meteorológicas y transformaciones fisicoquímicas. En Morales, las posibles fuentes incluyeron plantas molineras de arroz, ladrilleras, vulcanizadoras, estaciones de servicio y actividades agrícolas. Además, se consideró la posible presencia de microplásticos en la composición del PM_{2,5}, lo cual representó un riesgo adicional para la salud y el ambiente. La investigación se justificó en criterios teóricos, sociales, económicos y ambientales, subrayando la necesidad de monitoreo y control. La falta de estudios previos en el Perú sobre la presencia conjunta de PM_{2,5} y microplásticos, así como la limitada infraestructura de medición en tiempo real, motivó el estudio. Este buscó comparar las concentraciones locales con referencias internacionales y normativas nacionales, evaluando su significancia en el deterioro de la calidad del aire. Se concluyó que la contaminación atmosférica por PM_{2,5} en Morales podía tener impactos relevantes en la salud pública y en la calidad ambiental, y que la identificación de fuentes y características de estas partículas era esencial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y protección de la población y del ecosistema.

Palabras clave: PM_{2,5}; Contaminación Atmosférica; Microplásticos; Salud Pública; Morales.

ANTECEDENTES

El material particulado presente en la atmósfera genera contaminación, el diámetro aerodinámico menor a 2,5 μm (PM_{2,5}) es un factor de riesgo ambiental de primer orden y el quinto de mayor mortalidad factor de riesgo a nivel mundial y el crecimiento económico.⁽¹⁾ Las partículas suspendidas bloquean la radiación de onda corta entrante, lo que produce un efecto de enfriamiento; como manifestación de los cambios generalizados en los patrones de asentamiento humano y los procesos antropogénicos asociados. En el ser humano, la presencia de PM_{2,5}, afecta la primera línea de defensa de las vías respiratorias superiores, así, las personas que respiran altos niveles de contaminantes son más propensas a desarrollar afecciones respiratorias crónicas. La concentración de PM_{2,5} en un lugar y momento específicos está determinada colectivamente por diversos factores, como las emisiones, factores meteorológicos, el microambiente y las transformaciones fisicoquímicas.⁽²⁾

Sin embargo, la exposición a partículas suspendidas pm 2,5 en humanos a través del polvo sigue sin estar clara, principalmente debido a las dificultades asociadas con la manifestación de masa de PM, aunque los efectos adversos de la ingestión de PM_{2,5} en humanos son discutibles, muchos contaminantes, p. Ej., Ftalatos (PAE) bisfenol A (BPA) y compuestos aromáticos hidrófobos.⁽³⁾

El PM_{2,5} es uno de los contaminantes más peligrosos a comparación del PM₁₀, en china es considerado como uno de los causantes de enfermedades como el cáncer pulmonar, infecciones de las vías respiratorias, además de causar dolores de cabeza, trastornos, náuseas, etc., a raíz de ello existe 1,1 millones de muertes tempranas, por lo que el PM_{2,5} pone en peligro la salud poblacional.⁽⁴⁾

La contaminación de aire generada por material particulado se identifica mediante monitoreos, donde se miden partículas finas de PM_{2,5}, las concentraciones de PM_{2,5} afectan significativamente a las vías respiratorias y a los pulmones. Las partículas de PM_{2,5} son un riesgo para la salud ya que se penetran en el cuerpo humano, se dice que al ser expuesto al aire libre es considerado el quinto contaminante con factor de riesgo a nivel mundial por lo que la exposición de ello ha representado 4,2 millones de muertes durante más de 100 millones de años.⁽⁵⁾

La contaminación por partículas ambientales de menos de 2,5 mm (PM_{2,5}) se considera un problema de salud significativo a nivel mundial, que causa mortalidad y diversas morbilidades.

Sin embargo, cerca de 500 000 muertes por CL y 1,6 millones de víctimas por EPOC en 2016 se atribuyeron a las partículas PM_{2,5} ambientales como peligro importante en la salud de la población mundial.⁽⁶⁾

Se estima que la polución por partículas suspendidas PM_{2,5} se perjudique aún más en las próximas décadas.

En consecuencia, a la excesiva urbanización en curso. Esta contaminación por material Particulado PM_{2,5} afecta nuestro planeta, en donde, tiene alcances globales de gran importancia a través del transporte efectivo por parte de las condiciones meteorológicas que se van a la troposfera y estratosfera inferior, aquí los materiales contaminantes pueden redistribuirse a escala global y, por lo tanto, perturbar el forzamiento del clima global y la calidad del aire. Además, las emisiones intensivas y las condiciones meteorológicas perjudiciales para el esparcimiento pueden agrandar significativamente las PM_{2,5} y provocar una muestra peligrosa a corto plazo con altos riesgos para la salud.^(1,7)

La identificación de las diferenciaciones estacionales y diurnas de las concentraciones urbanas de PM_{2,5} y sus relaciones con la meteorología es la clave para comprender los motores de la contaminación del aire y diseñar estrategias de mitigación efectivas en las ciudades.⁽⁸⁾

Los estudios de seguimiento in situ a largo plazo son primordiales para poder percibir estos factores, sin embargo, solo se han realizado unos pocos estudios que brindan investigaciones a largo plazo de PM_{2,5} y la mayoría de estos se han centrado solo en lugares donde existen una gran cantidad de población.

La composición del PM_{2,5} es variada, desde minerales, hasta micro plásticos, en este caso también merecen especial atención, son considerados una preocupación emergente en todo el mundo, ya que según estudios más recientes determina que los microplásticos no son microplásticos no son microplásticos, al igual que los pesticidas no son pesticidas no son pesticidas, “Microplásticos”, al igual que otras clases de contaminantes químicos, es un término general para una variedad de compuestos químicos únicos, sin embargo, muchas publicaciones científicas, informes de políticas y artículos de prensa presentan los microplásticos como si fueran simplemente un único compuesto o tipo de material. La definición más reciente de microplásticos responde a la nomenclatura estándar internacional de unidades (unidades SI) de microplásticos = 5 mm – 1 μm , además el número de publicaciones revisadas por pares sobre microplásticos ha aumentado rápidamente durante la última década en casi todos los sistemas ambientales,⁽⁹⁾ así como en alimentos y bebidas para humanos.

De otro lado, en el mundo, la generación de plásticos ha aumentado considerablemente de 1,5 millones de Tn de 1950 a 368 millones de Tn en 2019 revelando el crecimiento en cantidad de residuos generados por las personas, vivir en movimiento exige el uso de productos desechables fáciles de usar, como latas y botellas de refrescos, haciendo que la contaminación plástica este aumentando en todo el mundo.⁽¹⁰⁾ Las estimaciones sugieren que la producción de plásticos aumenta un 3 % cada año a nivel mundial; este aumento de la producción junto con la población humana en constante crecimiento ha llevado a la generación de grandes volúmenes de desechos plásticos. Se ha estimado que el 55 % de la cantidad total de residuos plásticos generados a nivel mundial se desecharon en el ambiente, mientras que el 25 % y el 20 % fueron incinerados y reciclados respectivamente en 2015.⁽¹¹⁾

Sin embargo, las implicaciones de los microplásticos en el medio ambiente no están claras, y algunos estudios sugieren impactos negativos en los organismos, como tasas de crecimiento más bajas, niveles más altos de contaminantes y deformidades esto se debe a que los microplásticos pueden ser de índole física (mecánica) y/o química, naturaleza (toxicológica), estos incluyen la lixiviación de plásticos de, por ejemplo, contaminantes cancerígenos.⁽¹²⁾

La variabilidad de la naturaleza de los microplásticos es muy amplia ya que se presenta una gama de polímeros, tamaños de partículas, colores, morfologías y contaminantes asociados; además los microplásticos a menudo se encuentran en concentraciones

irregulares con mezclas complejas de tipos de partículas, actualmente es difícil determinar el riesgo ecológico que presentan los microplásticos en el ambiente.⁽¹³⁾

Respecto a su presencia en el aire aún hay muy pocos estudios sobre las características o la distribución especialmente con partículas a diámetros inferiores a 2,5 μm o 10 μm (PM_{2,5} y de PM₁₀); es sabido que las tasas de deposición de microplásticos en el aire varían según la elevación atmosférica. Los microplásticos transportados por el aire tienen mayor movimiento que encontrados en sedimentos o el agua.^(10,14)

Los microplásticos transportados por el aire son mezclas complejas y dinámicas generalmente compuestas de polímeros, minerales, subproductos de la degradación del plástico y otras sustancias químicas asociadas que pueden cambiar con las condiciones ambientales y afectar sus impactos ambientales; los plásticos sintéticos ampliamente usados a diario son producidos a partir de poliestireno (PS), polipropileno (PP), Polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC), que pueden penetrar al ambiente y se transforman en microplásticos en la atmósfera.

También se ha informado acerca de que las partículas (PM_{2,5}) y los microplásticos podrían actuar como portadores de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) que pueden aumentar el riesgo potencial de cáncer.

En la localidad de Morales, provincia de San Martín, Perú; se han identificado posibles generadores de contaminación de PM_{2,5} cuya composición podría incluir microplásticos, entre las fuentes destacan plantas molineras de arroz, ladrilleras, vulcanizadoras, estaciones de servicios, agricultura, centros comerciales y talleres dedicados al reusó de plásticos. Bajo estas consideraciones, se determinaron 10 puntos de muestreo del lugar de estudio para coleccionar muestras de MP_{2,5} y evaluar la presencia de microplásticos que podría afectar la salud de los pobladores moralesinos, pese a estudios existentes en el mundo sobre PM_{2,5} y MP, en el Perú, aún no se cuenta con un sistema de monitoreo capaz de mantener redes de muestreo en tiempo real ni con la tecnología para la identificación del MP, en las ciudades más pobladas del país, la red aún es muy limitada y solo algunas pocas entidades cuentan con esta, a la fecha no se cuenta con ningún informe de investigación que demuestre la presencia de MP con el PM_{2,5} de alto riesgo para la salud en dicho lugar.⁽¹⁵⁾ Es importante cubrir esta información para brindar un instrumento de gestión a los tomadores de decisión, a los gobiernos locales y autoridades competentes ya que pueden optimizar el control de las fuentes emisoras y velar por la calidad del aire en beneficio de todo ser vivo y el ambiente.

La investigación se justifica sobre 4 criterios, teóricos, social, económicos y ambiental, en la justificación teórica se discute el enfoque del tamaño y la persistencia de estas partículas MP_{2,5} que conducen a la acumulación ambiental con posibles consecuencias para los organismos; siendo relevante identificar los procesos fisicoquímicos relacionados con la presencia y concentración de PM_{2,5} y los MP.⁽¹⁶⁾

Respecto a la justificación social, debido a que el PM_{2,5} y microplásticos pudiera estar presente en el ambiente como en el agua, o ecosistemas terrestres, que incluyen las zonas montañosas existe potencial peligro de deterioro en las condiciones de vida del ser humano, la expansión demográfica hace que el ser humano consuma y/o utilice productos derivados de plásticos cuya disposición irresponsable hace que estos desechos se depositen en botaderos o que las actividades humanas generen este tipo de contaminantes, por eso la investigación está dirigida a la difusión de los niveles presentes de PM_{2,5} y MP para sensibilizar y concientizar a la población en general y a las autoridades, así pueden corregir normativas y mejorar sus acciones de control y prevención.⁽¹⁷⁾

En la justificación económica la mayoría de las fibras aéreas son fibras naturales (como el algodón), pero el poliéster (tereftalato de polietileno, también conocido como PET) es una de las fibras sintéticas más comunes. Este estudio sugiere a los lectores que reduzcan las compras y el consumo de los plásticos que se utilizan en nuestras actividades diarias, ya que los principales países del mundo utilizan este material para fines sociales, militares, muchos y diversos.^(18,19)

En la justificación ambiental, la contaminación y deterioro del aire es un importante riesgo para la higiene ambiental. Se estima que la polución del aire ocasiona 6,7 millones de tempranas muertes cada año en el mundo.⁽²⁰⁾ Se cree que las partículas (PM_{2,5}) son principales causas de efectos nocivos en la salud causados por la contaminación del aire., pero los componentes y/o fuentes de PM_{2,5} más tóxicos no se han determinado definitivamente. En ese contexto, la investigación busca medir los impactos que genera la presencia de material suspendido (PM_{2,5}) y microplásticos en la calidad atmosférica de Morales como un instrumento que puede ser tomado en cuenta para mejorar la gestión y condiciones locales de la calidad del aire.

Ante todo, lo expuesto, se plantea el siguiente problema:

P.G. ¿Cuál es el impacto del Material Particulado 2,5 en la calidad atmosférica del distrito de Morales-Provincia de San Martín-2022?

PE1. ¿Son comparables las concentraciones de material particulado 2,5, con los valores de referencia internacional?

PE2. ¿Son comparables las concentraciones de material particulado 2,5, con la normativa nacional?

O.G. Evaluar el Impacto del Material Particulado 2,5 en la calidad atmosférica del Distrito de Morales-Provincia de San Martín-2022.

OE1. Analizar las concentraciones de material particulado 2,5, frente a los valores de referencia internacional

OE2. Analizar la influencia de las concentraciones de material particulado 2,5, frente a la normativa nacional

H.G. Es significativo el Impacto del Material Particulado (PM_{2,5}) en la calidad atmosférica del Distrito de Morales-Provincia de San Martín-2022

HE1. Las concentraciones de material particulado 2,5, no son comparables con los valores de referencia internacional

HE2. Las concentraciones de material particulado 2,5, no son comparables con la normativa nacional.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Curación de datos: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Análisis formal: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Investigación: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Metodología: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Administración del proyecto: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Recursos: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Software: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Supervisión: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Validación: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Visualización: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Redacción – borrador original: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

Redacción – revisión y edición: Rodrigo Dávid Colichón Carranza, Alexis Torres-del Aguila, Carlos Mauricio Lozano Carranza, Andi Lozano Chung.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chen R, Yin P, Meng X, Liu C, Wang L, Xu X, et al. Associations between coarse particulate matter air pollution and cause-specific mortality: a nationwide analysis in 272 Chinese cities. *Environ Health Perspect.* 2019;127(1):017008. doi:10.1289/EHP2711.
2. Uddin S, Fowler SW, Saeed T, Al-Ghadban AN, Al-Shamroukh D, Zaki N, et al. A preliminary assessment of size-fractionated microplastics in indoor aerosol—Kuwait's baseline. *Toxics.* 2022;10(2):71. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/toxics10020071>
3. Wright SL, Ulke J, Font A, Chan KL, Kelly FJ. Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. *Environ Int.* 2020;136:105411. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105411>
4. Prata JC, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. The importance of contamination control in airborne fibers and microplastic sampling: Experiences from indoor and outdoor air sampling in Aveiro, Portugal. *Mar Pollut Bull.* 2020;159:111522. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111522.
5. Gasperi J, Wright SL, Dris R, Collard F, Mandin C, Guerrouache M, et al. Microplastics in air: Are we breathing it in? *Curr Opin Environ Sci Health.* 2018;1:1-5. doi:10.1016/j.coesh.2017.10.002.
6. Daiber A, Kuntic M, Oelze M, Abou-El-Ardat K, Steven S, Schulz E, et al. Effects of air pollution particles (ultrafine and fine particulate matter) on mitochondrial function and oxidative stress – Implications for cardiovascular and neurodegenerative diseases. *Arch Biochem Biophys.* 2020;696:108662. doi:10.1016/j.abb.2020.108662.
7. Prata JC. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environ Pollut.* 2018;234:115-26. doi:10.1016/j.envpol.2017.11.043.
8. Liao Z, Ji X, Ma Y, Lv B, Huang W, Zhu X, et al. Airborne microplastics in indoor and outdoor environments of a coastal city in Eastern China. *J Hazard Mater.* 2021;417:126007. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126007>
9. Akdogan Z, Guven B. Microplastics in the environment: A critical review of current understanding and identification of future research needs. *Environ Pollut.* 2019;254:113011. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113011>
10. Evangeliou N, Grythe H, Klimont Z, Heyes C, Eckhardt S, Lopez-Aparicio S, et al. Atmospheric transport is a major pathway

of microplastics to remote regions. *Nat Commun.* 2020;11:3381. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>

11. Correia Prata J, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Sci Total Environ.* 2020;702:134455. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>

12. Rahman A, Sarkar B, Yadav OP, Achari G, Slobodnik J. Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. *Sci Total Environ.* 2021;757:143872. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>

13. Xie Y, Chen J, Li J, Zhang Y, Guo Y, Zhao Y, et al. Inhalable microplastics prevails in air: Exploring the size detection limit. *Environ Int.* 2022;162:107151. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107151>

14. Szewc K, Graca B, Dołęga A. Atmospheric deposition of microplastics in the coastal zone: Characteristics and relationship with meteorological factors. *Sci Total Environ.* 2020;143272. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143272.

15. Amato-Lourenço LF, Carvalho-Oliveira R, Júnior GR, dos Santos Galvão L, Ando RA, Mauad T. Airborne microplastics and SARS-CoV-2 in total suspended particles in the area surrounding the largest medical centre in Latin America. *Environ Pollut.* 2022;292:118299. doi:10.1016/j.envpol.2021.118299.

16. Ljubimova JY, Braubach O, Patil R, Chumakova A, Chen Z, Kleinman MT, et al. Coarse particulate matter (PM_{2.5-10}) in Los Angeles Basin air induces expression of inflammation and cancer biomarkers in rat brains. *Sci Rep.* 2018;8(1):5708. doi:10.1038/s41598-018-23885-3.

17. Amato-Lourenço LF, dos Santos Galvão L, de Weger LA, Hiemstra PS, Vijver MG, Mauad T. An emerging class of air pollutants: Potential effects of microplastics to respiratory human health? *Sci Total Environ.* 2020;749:141676. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141676.

18. Abbass RA, Kumar P, El-Gendy A. Car users exposure to particulate matter and gaseous air pollutants in megacity Cairo. *Sustain Cities Soc.* 2020;56:102090. doi:10.1016/j.scs.2020.102090.

19. Bai Y, Sun Q. Fine particulate matter air pollution and atherosclerosis: mechanistic insights. *Biochim Biophys Acta Gen Subj.* 2016;1860(12):2863-8. doi:10.1016/j.bbagen.2016.04.030.

20. European Respiratory Society. Clean air for healthy lungs – an urgent call to action: European Respiratory Society position on the launch of the WHO 2021 Air Quality Guidelines. *Eur Respir J.* 2021;58(6):2102447. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/58/6/2102447>