

Residuos Biocontaminantes, otro Legado del COVID-19¹

Wilwer Vilca-Quispe², Ángel Amidey Ramírez-Puraca³, Cristian Gumercindo Medina-Sotelo⁴, Erika Loa-Navarro⁵

Resumen: En el contexto de la emergencia sanitaria por el COVID-19, los gobiernos, para prevenir y combatir la pandemia, han incrementado la adquisición de equipos de protección personal. El propósito del artículo fue analizar la acumulación y el tratamiento de residuos biocontaminantes en el Perú durante la pandemia de COVID-19. La metodología corresponde a una revisión teórica de artículos científicos. Los resultados muestran que en la pandemia se incrementó el uso de plásticos

para la fabricación de equipos de protección para el personal de salud y de uso doméstico, dificultando la gestión y manejo de estos residuos, que tuvo un impacto negativo en el medio ambiente, se concluye sobre la importancia de generar políticas públicas para el correcto tratamiento de los residuos biocontaminantes.

Palabras clave: COVID-19, residuos sanitarios, impacto social, microplástico.

1 Artículo de Revisión derivado de la experiencia académica del Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad de la Universidad César Vallejo, ejecutado entre junio y setiembre de 2021; financiado por los autores.

2 Magíster en Derechos Humanos por la Universidad Iberoamericana de México, Doctorando en el Programa de Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad de la Universidad César Vallejo (Lima, Perú). Licenciado en Ciencias de la Comunicación Social por la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. Correo: wilwer.vilca@gmail.com / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5394-1029>

3 Magíster en Gestión Pública y Doctorando en el Programa de Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad de la Universidad César Vallejo (Lima, Perú). Cirujano Dentista por la Universidad Nacional Mayor de San Simón, Cochabamba – Bolivia. Correo: angelamidey24@gmail.com / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9156-5642>

4 Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad en Universidad Cesar Vallejo, Maestría en Gestión Pública por la Universidad Cesar Vallejo. Economista por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima – Perú. Correo: cmedinasol@ucvvirtual.edu.pe / ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6943-805X>

5 Magíster en Gestión Pública y Doctorando en el Programa de Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad de la Universidad César Vallejo (Lima, Perú). Licenciado en Administración de Empresas por la Universidad Nacional José María Arguedas. Correo: erikaloadmi20@gmail.com / ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6986-0154>.

Autor para Correspondencia: Érika Loa Navarro, erikaloadmi20@gmail.com

Recibido: 24/09/2021 Aceptado: 07/12/2021

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

Biocontaminant Waste, Another Legacy of COVID-19

Abstract: In the context of the health emergency due to COVID-19, the governments, to prevent and combat the pandemic, have increased the purchase of personal protective equipment. The purpose of the article was to analyze the accumulation and treatment of bio-polluting waste in Peru during the COVID-19 pandemic. The methodology corresponds to a theoretical review of scientific articles. The results show

that in the pandemic the use of plastics for the manufacture of protective equipment for health personnel and for domestic use increased, making the management and handling of these wastes difficult, that had a negative impact on the environment, it is concluded on the importance of generating public policies for the correct treatment of bio-polluting waste

Keywords: COVID-19, sanitary waste, social impact, microplastic.

Resíduos Biopoluentes, Outro Legado da COVID-19

Resumo: No contexto da emergência sanitária devido ao COVID-19, os governos, para prevenir e combater a pandemia, aumentaram a compra de equipamentos de proteção individual. O objetivo do artigo foi analisar a acumulação e o tratamento de resíduos biopoluentes no Peru durante a pandemia COVID-19. A metodologia corresponde a uma revisão teórica de artigos científicos. Os resultados mostram

que na pandemia o uso de plásticos para a fabricação de equipamentos de proteção para profissionais de saúde e para uso doméstico aumentou, dificultando a gestão e o manuseio desses resíduos, que teve um impacto negativo no meio ambiente, Conclui-se sobre a importância da geração de políticas públicas para o correto tratamento dos resíduos biopoluentes.

Palavras chave: COVID-19, lixo sanitário, Impacto social, microplástico.

Introducción

A finales de 2019 e inicios de 2020, el planeta se paralizó por la propagación del SARS-CoV-2 o COVID-19, cuyos efectos estremecieron a toda la población mundial por su alto nivel de contagio y defunciones, lo cual preocupó intensamente a las autoridades de salud pública a nivel de todos

los gobiernos (Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

Antes de la pandemia, los materiales biomédicos que contenían plástico eran utilizados con mucha frecuencia en el sector salud; con la pandemia, su uso se incrementó en dicha área, volviéndose incluso más prioritaria. Pero el uso de equipos de protección personal (EPP) —guantes

desechables, mascarillas quirúrgicas, respiradores de pieza facial N95, trajes de protección, protectores faciales, productos de desinfección de manos, delantales, batas y otros equipos— no solo incrementó entre los profesionales de la salud que estaban en la primera línea de atención, sino que lo hizo en el ámbito doméstico, ante la necesidad de que la población también pudiera protegerse del nuevo virus (Quan et al., 2021).

Asimismo, hay que señalar que el consumo de productos con envases de plástico de un solo uso en el hogar ha ido aumentando en las últimas décadas, y se agudizó más a consecuencia de la pandemia. A su vez, el desconocimiento acerca de cómo desechar estos productos ha sido crítico (Kalina & Tilley, 2020). Por un lado, hay un manejo inadecuado de los desechos plásticos domésticos, que terminan en los océanos, ello viene causando un daño ecológico importante y se ha constituido como un desafío ambiental para las poblaciones (Aragaw, 2020). Por otro lado, esos plásticos comunes tienen un alto grado de polimerización y no son directamente tóxicos, sin embargo, cuando son acumulados en el fondo del océano y la descomposición los separa en pequeñas partículas, éstas pueden ser consumidas por la biodiversidad marina y en forma de recursos hidrobiológicos llegan a ser transmitidos a través de la cadena alimentaria al ser humano (Quan et al., 2021).

El presente artículo se propone analizar la acumulación y el tratamiento de residuos biocontaminantes en el Perú durante la pandemia de COVID-19. El trabajo de búsqueda de información se centró en fuentes en inglés y español, como artículos

en revistas indexadas, bases de datos como Scopus, Scielo y Google Académico, revistas de instituciones públicas especializadas y el marco normativo vinculado al tema. Las palabras de búsqueda se centraron en: COVID-19, residuos sanitarios, impacto social y microplástico. Se utilizaron los operadores conectores booleanos de AND, OR, NOT y comillas, en el periodo de los años 2020 y 2021. En la base de datos de Scopus se logró identificar 93 artículos de interés de acuerdo con el título, de los cuales, previa revisión del resumen, se seleccionaron 29 artículos. En el caso de Scielo, se identificaron 15 artículos con títulos de interés y se adoptaron 5 artículos. En el caso de Google Académico, se identificaron 6 artículos con títulos de interés, de los cuales solo 3 fueron considerados por su información para la construcción del texto.

En el proceso de elaboración de este documento, al realizar la revisión profunda de los artículos seleccionados, se encontró que muchos no aportan con los objetivos del presente trabajo, por lo que fueron descartados. Ello obligó a realizar nuevas búsquedas, las mismas que se desarrollaron en Scopus y Google Académico, y se priorizó especialmente Scopus por ofrecer más información de otros países en el idioma inglés. En el caso de información especializada para el caso peruano, se utilizó la del sector Ambiente.

Emergencia de Nuevos Materiales Biocontaminantes

Con la propagación mundial del nuevo coronavirus SARS-CoV-2 o COVID-19, la mayoría de los gobiernos, como estrategia

para contrarrestar sus efectos, tomaron la decisión de inmovilizar a su población y someterla a aislamientos temporales, situación que tuvo efectos positivos para el medio ambiente, en el caso de algunos países se mejoró la calidad del aire y ríos (Sharma et al., 2020). Por otro lado, las personas empezaron a experimentar situaciones complicadas en la salud. Por ejemplo, se incrementaron las denuncias de abuso infantil en el hogar (Mekaoui et al., 2021), y el uso de aparatos electrónicos generó fatiga visual, insomnio y dolores corporales relacionados a la mala ergonomía (Balasopoulou et al., 2021). A todo ello se sumó el deterioro de la salud mental (Rocchetti et al., 2020). Sin embargo, en el contexto de la pandemia, Sharma et al. (2020) señalan que los gobiernos priorizan la protección de la vida de las personas y los medios de subsistencia. Por esta razón, en el marco de las políticas de prevención de la salud humana, el incremento en la demanda de EPP y el aislamiento social ha generado nuevos materiales biocontaminantes, entendido como residuos biomédicos, plásticos y alimentarios (Sharma et al., 2020).

Ammendolia et al. (2021) advierten que se incrementó la producción de equipos de protección personal (EPP) consistentes en guantes desechables, mascarillas quirúrgicas, respiradores de pieza facial N95, trajes de protección (Sangkham, 2020), protectores faciales, productos de desinfección de manos (Jiménez, 2020), toallitas desinfectantes (Parashar & Hait, 2021), delantales, batas y otros equipos de protección personal. Sanchez (2021) concluye que la pandemia mundial ha provocado una producción inusual de desechos sanitarios, insumos

utilizados en los procesos de atención médica de los pacientes, centrados en los EPP, vinculados con el COVID-19. Como contraste, se puede ver el trabajo de Patel et al. (2017), que indicaron que la producción anual en Estados Unidos, antes de la pandemia, era de 1500 millones de respiradores N95 y 3600 millones de mascarillas quirúrgicas, y se estimó que en caso de una epidemia de influenza, se necesitan entre 1700 millones a 3500 millones de respiradores N95 y de 100 millones a 400 millones de mascarillas, tan solo para proteger a los trabajadores de la salud, advirtiendo además que el uso rutinario de estos equipos, en el campo de la salud como de otras industrias, podrían implicar un aumento en su demanda (Patel et al., 2017).

En este contexto de la pandemia por el COVID-19, el incremento de la producción de mascarillas creció exponencialmente, lo que provocó el incremento de los desechos derivados del plástico. Solo en China, se multiplicó por 6 la cantidad de desechos sanitarios de equipos de protección personal. De igual manera, en Barcelona aumentaron en un 350 %, (Sánchez, 2021). En ese sentido, Silva et al. (2020) indican que China se ha convertido en el país que genera la mayor cantidad de residuos biocontaminantes, seguido de Estados Unidos, Japón y la Unión Europea.

Consiguientemente, el incremento de los desechos biocontaminantes va de la mano con el incremento de la producción y uso de EPP. Mejjad et al. (2021) mencionan que alrededor de 12 millones de unidades de mascarillas diarias se producen en Marruecos. Mientras que Torres & De la Torre

(2021) mencionan los estudios realizados por Benson et al. (2021a, 2021b) en 57 países africanos, quienes determinaron, asumiendo el uso de una mascarilla diaria per cápita y una tasa de aceptación de 70 %, que Nigeria (con más de 75 millones de mascarillas al día), Egipto (con más de 30 millones), República Democrática del Congo (más de 28 millones), Etiopía (más de 16 millones) y Tanzania (más de 15 millones) eran los principales países que generaban mayor cantidad de residuos plásticos asociados a las máscaras faciales. Los 57 países, además, sumaron alrededor de 12 mil millones de mascarillas utilizadas al mes, lo que se traduce en 105 mil toneladas de desechos mensuales (Torres & De la Torre, 2021).

Según la OMS (Redacción Médica, 2020), para enfrentar los efectos del COVID-19 se ha proyectado una demanda mensual mundial de 89 millones de máscaras faciales, 76 millones de guantes y 1.6 millones de gafas protectoras, esto para el personal de primera línea; además, se ha proyectado que estas cifras aumentarán cada mes en 40 %, de todos los equipos de protección personal durante la pandemia. En tanto, de 2020 al 2025 el incremento sería del 20 %. En las investigaciones realizadas por Sharma et al. (2020) en la ciudad de Nueva York, la producción de basura en las zonas residenciales se ha incrementado de 5 % a 30 %, en tanto se notó una caída en las zonas comerciales e industriales hasta de un 50 %. En el caso de establecimientos de salud del Perú, Vela et al. (2021) señalan que, de todos los desperdicios sólidos, aproximadamente el 85 % es basura común —residuos segregados por los pacientes y personal de salud— y el 15

% restante son residuos biocontaminantes que se considera peligroso porque es infectocontagioso, virulento, que provoca daños en el entorno que habitamos.

En la realidad peruana, Torres & De la Torre (2021) estimaron que diariamente se generan residuos que superan los 14 millones de mascarillas faciales al día; considerando el peso de una mascarilla de 5 gramos, la cantidad arroja unas 74.9 toneladas de desechos plásticos por día, que en un año implicaría cerca de 27 mil toneladas. Para los autores, Lima es la ciudad que más ha contribuido con la producción de desechos, con un 36,2 %, seguida de lejos por la región Libertad. Por su parte, Flores (2020), con los datos emitidos por el Ministerio del Ambiente, ha estimado que por cada paciente portador del COVID-19 se genera hasta 2 kilogramos de desechos biocontaminantes y, considerando la característica de la enfermedad que tiene una duración de dos semanas, se estima una emisión mayor a 8400 toneladas de residuos, lo cual habría que multiplicar por las cerca de 300 mil personas contagiadas solo entre marzo y junio de 2020.

Estos nuevos equipos de bioseguridad, por ser desechables de un solo uso, están confeccionados de látex, vinilo, polímeros sintéticos y/o nitrilo y otras fibras sintéticas (Ammendolia et al., 2021; Torres & De la Torre, 2021). Flores (2020) menciona que la composición de las mascarillas descartables consta de tres capas, una interna con fibras ligeras, la media con filtros de fibra fundido y la externa con fibras no tejidas que incluyen plásticos no biodegradables como el polipropileno (PP), poliuretano (PU), poliacrilonitrilo (PAN) o polietileno

tereftalato (PETE) (Parashar & Hait, 2021), policarbonato (PC), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad (HDPE), poliestireno (PS), tereftalato de polietileno (PET).

Filho et al. (2021) no solo hacen referencia al incremento de producción de equipos de protección personal, sino también de productos desechables vinculados al envasado de alimentos frescos y la entrega de alimentos envasados, que también ayudó al incremento de la generación de residuos sólidos. En consecuencia, la pandemia del COVID-19 dejó un mayor reto para la gestión de residuos sólidos.

Desechos Biocontaminantes y su Impacto en el Ambiente

El incremento en la producción, uso y acumulación de materiales de protección en el marco del COVID-19 presenta crecientes consecuencias ambientales relacionadas con el uso del plástico y los residuos biocontaminantes (Sangkham, 2020). En la misma línea, Sánchez (2021) concluye que la deficiente gestión de las mascarillas y los equipos de protección, al convertirse en un problema ambiental, también agrava el tema de los desechos marinos. En tanto, Torres & De la Torre (2021) concluyen que estos desechos ya han llegado a ambientes costeros y marinos.

El plástico ha generado importantes debates al ser un material no biodegradable y que induce a una mayor contaminación e incremento del cambio climático, afectando el suelo y las aguas subterráneas (Selvaranjan & Navarathan, 2021). Sharma et al. (2020)

concluyen que la reducción de las actividades económicas debido al COVID-19 ha hecho que el aire y el agua sean más limpias; sin embargo, los desechos de plásticos, alimentos y materiales biomédicos agravaron los problemas de gestión de residuos sólidos. Quan et al. (2021) y Tadele (2020) resaltan que la toxicidad de los microplásticos y que las sustancias de lixiviación de los productos químicos usados como aditivos en la producción de polímeros, constituyen un considerable peligro para los organismos marinos. Kwak & Joo (2021) también hacen referencia al impacto ambiental de los microplásticos derivados de las mascarillas. En ese contexto, se enfocaron en los efectos ecotoxicológicos de las fibras y fragmentos microplásticos e investigaron la posibilidad de generación de nanofibras plásticas. Debido a la biofragmentación, las mascarillas pueden desgastarse y fragmentarse, liberando así microplásticos.

Cordova et al. (2021) mencionan que los desechos plásticos mundiales de tierra en el océano oscilan entre el 1.15 y los 12.7 millones de toneladas métricas por año. Las máscaras médicas, guantes, trajes de peligro, impermeables y escudos faciales representaron el 16 % de los desechos fluviales recogidos por abundancia y peso. En tanto, Ramos & Pretell (2020) mencionan que aproximadamente el 70% de los desechos plásticos se encuentran en el fondo del mar, el 15 % flota en la superficie del agua y el 15 % en la costa.

Por los inadecuados sistemas de tratamiento de los desechos biocontaminantes, durante la pandemia; además de la incineración, se priorizaron

el entierro o la quema de cantidades considerables de materiales de plástico. Esta práctica ha generado una mayor huella ambiental, incrementando las emisiones de gases de efecto invernadero (Silva et al., 2020). Aunque Czigány & Ronkay (2020) consideran que los plásticos han sido agregados menos porque el cambio climático ha estado en el centro de atención.

Tratamiento de los Desechos Biocontaminantes

Los residuos de los equipos de protección personal generados por los sectores médicos se mueven a través de sistemas de gestión de residuos especializados y estrictamente regulados, lo que implica esterilización e incineración (Ammendolia et al., 2021). En el contexto de la pandemia del COVID-19, además de los desechos hospitalarios, se generaron artículos no infectados de la misma naturaleza (Flores, 2020). En países como el Reino Unido y los Estados Unidos los hospitales están legalmente obligados a prevenir infecciones; en cambio, los países en desarrollo carecen de infraestructura necesaria, como contenedores y bolsas de plástico selladas, por lo que tratan los desechos infectados junto a los desechos sólidos municipales (Sharma, et al., 2020). Sánchez (2021) indica que los residuos biocontaminados generan problemas de contaminación ambiental, no solo por su descarte luego de su uso, sino también por la infraestructura precaria de los países en desarrollo, que puede conducir a un tratamiento no regulado o incluso al vertido ilegal. En ese sentido, los residuos de COVID siguen las prácticas tradicionales en muchos

países de América Latina, que no introducen nuevas formas de gestión de residuos desde las formas de recolección, almacenamiento, transporte y disposición.

En una encuesta realizada en Khenifra y Tighassaline (Marruecos), se encontró que los desechos de equipos de protección personal son depositados en el mismo contenedor que los desechos domésticos, los que por la ausencia de un adecuado tratamiento llegaron al medio marino (Mejjad et al., 2021). Ocurre algo similar en Nigeria, donde el 65.9 % indicó que deposita sus residuos en vertederos cercanos, mientras que el 24 % decidió quemar o verterlos al río. En el caso de Guyana, el 69.4 % prefiere eliminar sus desechos en vertederos cercanos. Debido a estos métodos, los pobladores están más expuestos al COVID-19 (Oyedotun et al., 2020). Caso contrario sucede en China, donde se invierte un aproximado de 281.7 a 422.6 dólares por tonelada en el tratamiento de desechos biocontaminados, en comparación a lo invertido para residuos domésticos, cuya suma asciende a 1.41 dólares por tonelada (Flores, 2020).

Respecto a las acciones de incineración, Celis et al. (2021) identificaron que a nivel mundial se han incinerado cerca de 15 mil toneladas de residuos plásticos de pruebas de COVID-19, mientras que solo 494 toneladas de los residuos plásticos han terminado en vertederos. La mayoría de los países genera más de 10 toneladas de residuos plásticos que se incineran; además, se estimó que el 99.2 % de los residuos plásticos de prueba de COVID-19 incinerados están compuestos de polipropileno. En tanto, Khoo et al. (2021) mencionan que

el método de reciclaje mecánico ocupa el 16 %, mientras que el 25 % de los residuos plásticos se recicla a través de la incineración y otro 40 % se eliminó en los botaderos, siendo un riesgo para el medio ambiente y para la fauna silvestre. El 19 % restante no se manejó adecuadamente y se filtró al medio ambiente. Cabe precisar que se ha demostrado que la quema al aire libre y esta mala gestión de desechos peligrosos son responsables de ciertos problemas de salud, incluida la ya confirmada relación con el cáncer, enfermedades respiratorias o enfermedades transmitidas por vectores (Ziegler et al., 2019).

Políticas del Estado Peruano sobre los Desechos Biocontaminantes

El Perú no es ajeno a estos efectos de la contaminación y su debilidad en el sistema de tratamiento en el mundo. Oyedotun et al. (2020), en estudios realizados en países africanos, señalan que antes de la pandemia por el COVID-19 la recolección de residuos sólidos municipales fue muy crítica, dado que muchas ciudades carecían de este servicio público, especialmente en los países en desarrollo; consiguientemente, el aumento de desechos domésticos, en el contexto de la pandemia, es una verdadera amenaza que podría perjudicar la gestión de los residuos. Mientras que, para el caso nacional, el Ministerio del Ambiente del Perú (2021) ha anotado que cada día se incrementa más la producción de basura, y que cada ciudadano, en promedio, genera 1/2 kilo de basura, alcanzando, a nivel de todo el país, las 18 mil toneladas diarias. Además, el 50 % de estas son inadecuadamente tratadas, lo que

implica la contaminación con basura de las calles y cuerpos de agua.

Torres y De la Torre (2021) anotan que la pandemia ha comprometido el avance legislativo contra los plásticos de un solo uso. Sharma et al. (2020) también mencionan que esta pandemia ha alterado la dinámica de generación de desechos, creando problemas entre los legisladores y los trabajadores involucrados en el saneamiento. En el caso peruano, la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos, y su Reglamento D. S. 057-2004-PCM y su modificatoria D. L. 1065, establecen que la gestión de los residuos sólidos, domiciliarios y comerciales está a cargo de las municipalidades, ya sean distritales o provinciales.

El año 2018 se promulgó el D. S. 013-2018-MINAM, que regula la reducción del plástico de un solo uso, promoviendo el consumo responsable. Esta norma está vigente desde 2019, sin embargo, la pandemia ha afectado su implementación. Por su parte, la Ley 26842, Ley General de Salud, establece que las personas están impedidas de realizar descargas de desechos o sustancias contaminantes en cuerpos de agua, al aire o suelo, sin que se hayan depurado conforme a las normas sanitarias.

La gestión de los residuos se condice con las normas, dado que en el Perú solo el 42 % están dentro de los planes de manejo: de las 55 infraestructuras existentes a nivel nacional, para disposición de residuos, solo 9 tienen una certificación para este fin (Torres & De la Torre, 2021). Cabe mencionar que regiones como Tumbes, Lambayeque, Madre de Dios, Arequipa,

Moquegua y Tacna no poseen ninguna infraestructura para disposición de los residuos (Walmsley et al., 2018).

Propuestas Emergentes

Sánchez (2021) propone que los gobiernos deben reforzar la gobernanza ambiental en torno a los residuos sólidos, lo cual debe promover la actualización de su legislación, replantear su estrategia, reestructurar la asignación del presupuesto, al igual que fortalecer las capacidades técnicas de los municipios. En la misma dinámica, apelando a la experiencia de China, Agustiono et al. (2021) plantean la necesidad de que los municipios avancen en la segregación de desechos orgánicos y no orgánicos, recuperación de recursos a partir del reciclaje, promulgar una legislación completa sobre residuos sólidos incorporando tecnología de digitalización y automatización, además de la generación de normas para el sistema de reciclaje.

También surgen iniciativas con productos alternativos al plástico, como es la producción de recipientes a través de productos biodegradables que hacen sostenible al medio ambiente. En el Perú, algunas pequeñas y medianas empresas están produciendo envases de alimentos de bagazo de caña de azúcar, que se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina, que podría convertirse en un adecuado material para la producción de mascarillas biodegradables (Torres & De la Torre, 2021). Por otro lado, los mismos autores hacen referencia a las políticas emprendidas por los gobiernos de recomendar el uso de mascarillas reutilizables de tela.

Resultados

En el contexto de la emergencia sanitaria por el COVID-19, autores como Ammendolia et al. (2021), Sangkham (2020), Jiménez (2020), Parashar & Hait (2021), Patel et al. (2017), indistintamente hicieron referencia al incremento en la producción de EPP. Siendo China, los Estados Unidos, Japón y la Unión Europea los principales productores y consumidores.

Los materiales utilizados para la producción de los equipos de protección personal, como lo han mencionado Ammendolia et al. (2021), Torres & De la Torre (2021), Flores (2020), Parashar & Hait (2021), varían entre el uso de látex, vinilo polímeros sintéticos y/o nitrilo y otras fibras sintéticas. Por ejemplo, las mascarillas usan plásticos no biodegradables como el polipropileno, poliuretano, poliacronitrilo, polietileno tereftalato, policarbonato, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, poliestireno, tereftalato de polietileno. A esto se debe sumar los productos desechables vinculados al envasado de alimentos frescos y la entrega de alimentos envasados, conforme lo han anotado Filho et al. (2021).

Por el incremento de producción y uso de equipos de protección personal, sumado al inadecuado tratamiento de estos, se viene generando una acumulación de residuos, afectando al suelo y las aguas subterráneas, por lo tanto, al cuerpo marino. Los problemas de contaminación ambiental, no solo por su descarte luego de su uso, sino por la infraestructura precaria que tienen los países en desarrollo, pueden conducir a un tratamiento no regulado o incluso al vertido

ilegal (Sangkham, 2020; Sánchez, 2021; Torres & De la Torre, 2021; Selvaranjan & Navarathan, 2021; Sharma et al., 2020; Quan et al., 2021 y Kwak & Joo, 2021).

En países como el Reino Unido y los Estados Unidos, los hospitales están legalmente obligados a prevenir infecciones. En cambio, los países emergentes carecen de infraestructura necesaria, como contenedores y bolsas de plástico selladas, por lo que tratan los desechos infectados junto a los desechos sólidos municipales. De otro lado, países como China invierte un aproximado de 281.7 a 422.6 dólares por tonelada para el tratamiento de desechos biocontaminados, en comparación a los residuos domésticos, que asciende a 1.41 dólares por tonelada.

En el caso peruano, por el reporte del Ministerio del Ambiente, se considera que cada ciudadano, en promedio, genera 1/2 kilo de basura, que se traduce en 18 mil toneladas diarias, y el 50 % de estos desechos son inadecuadamente tratados, lo que implica la contaminación con basura de las calles y cuerpos de agua. Como parte de la política para la regulación del uso de plásticos, el año 2018 se emitió el D. S. 013-2018-MINAM, sin embargo, esta y otras disposiciones se han visto afectadas por el tema de la pandemia.

Es importante resaltar que en la literatura revisada no se ha identificado la situación de las instalaciones de los rellenos sanitarios en las principales ciudades del Perú, ni los trabajos de segregación y reciclaje. Lo que lleva a considerar que una inadecuada manipulación de residuos biomédicos, plásticos y alimentarios.

Tampoco se ha profundizado en investigaciones sobre el presupuesto asignado para el tratamiento de desechos sólidos biocontaminantes con la finalidad de proponer políticas públicas que contribuyan al mejoramiento del uso y tratamiento de los equipos de protección personal, ello se convierte en un tema serio dentro de un futuro inmediato, considerando que la reactivación de la economía y las actividades educativas serán normalizadas en los siguientes meses.

Discusión

Se ha anotado que los países desarrollados de Asia, Europa y Estados Unidos, durante la pandemia del COVID-19 son quienes han producido y consumido la mayor cantidad de equipos de protección personal con materiales derivados del plástico, generando desechos biomédicos en la misma magnitud. No obstante, estos países tienen políticas para un adecuado tratamiento de desechos biocontaminantes y destinan un mayor presupuesto para su tratamiento en comparación con los desechos domésticos.

En contraste, los países emergentes o en vías de desarrollo, también han generado una considerable cantidad de residuos generados para la protección contra la COVID-19, aunque no en la misma proporción de países desarrollados, sin embargo, estos países no poseen políticas sobre el manejo adecuado de estos residuos; más aún, tienen problemas para el tratamiento de sus residuos domésticos.

La situación peruana, no es ajena a esta última realidad, porque se ha evidenciado

que hay regiones que no poseen ninguna infraestructura para la disposición de los residuos, incluso, una norma que regula la reducción del plástico de un solo uso que entró en vigor el año 2018, no pudo ser implementada por la necesidad de priorizar este material para evitar la propagación del virus.

Es importante resaltar que, en la literatura revisada, para el caso peruano, no se ha identificado la situación de las instalaciones de los rellenos sanitarios en las principales ciudades, ni los trabajos de segregación y reciclaje. Además, las investigaciones no han profundizado en investigaciones sobre el presupuesto asignado para el tratamiento de desechos sólidos biocontaminados con la finalidad de proponer políticas públicas que contribuyan al mejoramiento del uso y tratamiento de los equipos de protección personal, ello se convierte en un tema serio dentro de un futuro inmediato, considerando que la reactivación de la economía y las actividades educativas serán normalizadas en los siguientes meses.

Conclusión

En un contexto de una pandemia como el COVID-19 y otras que podrían venir, es importante resaltar la necesidad de generar políticas públicas que permitan establecer un correcto manejo, segregación y disposición de los residuos biocontaminantes generados en los establecimientos de salud y por la población; esto, con la finalidad de controlar la propagación del virus y evitar la contaminación al medio ambiente, especialmente cuando los países viene

tomando acciones para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Referencias

- Agustiono, T., Lo., W. Singh, D., Hafiz, M., Aviar, R. Hui, Goh., Albadarin, A. (2021). A societal transition of MSW management in Xiamen (China) toward a circular economy through integrated waste recycling and technological digitization. *Environmental Pollution*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116741>
- Ammendolia, J., Saturno, J., Brooks, A. L., Jacobs, S., & Jambeck, J. R. (2021). An emerging source of plastic pollution: Environmental presence of plastic personal protective equipment (PPE) debris related to COVID-19 in a metropolitan city. *Environmental Pollution*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116160>
- Aragaw, T. A. (2020). Las mascarillas quirúrgicas como fuente potencial de contaminación por microplásticos en el escenario COVID-19. *Mar. Pollut. Toro*. 159. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>
- Balasopoulou, A., kokkinos, P., Pagoulatos, D., Plotas, P., Makri, O. E., Georgakopoulos, C. D., Vantarakis, A., Li, Y., Liu, J. J., Qi, P., Rapoport, Y., Wayman, L. L., Chomsky, A. S., Joshi, R. S., Press, D., Rung, L., Ademola-popoola, D., Africa, S., Article, O., ... Loukovaara, S. (2021). Digital toxicity: Another side effect of COVID-19 pandemic.

- BMC Ophthalmology*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.4103/ijjo.IJO>
- Celis, J. E., Espejo, W., Paredes-Osses, E., Contreras, S. A., Chiang, G., & Bahamonde, P. (2021). Plastic residues produced with confirmatory testing for COVID-19: Classification, quantification, fate, and impacts on human health. *Science of the Total Environment*, 760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144167>
- Centers for Disease Control and Prevention (2021). Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-2019). Agenda científica de los CDC para COVID-19, 2020-2023. Consultado: 28 de junio de 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-agenda-covid19.html>
- Cordova, M. R., Nurhati, I. S., Riani, E., Nurhasanah, & Iswari, M. Y. (2021). Unprecedented plastic-made personal protective equipment (PPE) debris in river outlets into Jakarta Bay during COVID-19 pandemic. *Chemosphere*, 268 (June 2020). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129360>
- Czigány, T., & Ronkay, F. (2020). A personal view: The coronavirus and plastics. *Express Polymer Letters*, 14(6), 510-511. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2020.41>
- De La Torre, G., Rakib, R., Jahan, R., Pizarro, C.I. Dioses, D.C. (2021). Occurrence of personal protective equipment (PPE) associated with the COVID-19 pandemic along the coast of Lima, Peru. *Sci. Total Environ*, 774. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145774>
- Filho, W. L., Voronova, V., Kloga, M., Paço, A., Minhas, A., Salvia, A. L., Ferreira, C. D., & Sivapalan, S. (2021). COVID-19 and waste production in households: A trend analysis. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145997>
- Flores Arévalo, P. (2020). The issue of plastic use during the Covid-19 pandemic. *South Sustainability*, 1-9. <https://doi.org/10.21142/10.21142/SS-0102-2020-016>
- Jiménez, N. (junio de 2020). La gestión de los residuos sólidos urbanos en tiempos del covid-19. *Notas de coyuntura del CRIM*, (27). México: CRIMUNAM, https://web.crim.unam.mx/sites/default/files/2020-06/crim_027_nancy-jimenez_gestion-de-residuos-solidos.pdf
- Kalina, M. & Tilley, E. (2020). "This is our next problem": Cleaning up from the COVID-19, *Waste Management*, 108, 202-205. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.006>
- Kwak, J. Il, & An, Y. Joo. (2021). Post COVID-19 pandemic: Biofragmentation and soil ecotoxicological effects of microplastics derived from face masks. *Journal of Hazardous Materials*, 416(March), 126169. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126169>
- Khoo, K. S., Ho, L. Y., Lim, H. R., Leong, H. Y., & Chew, K. W. (2021). Plastic

- waste associated with the COVID-19 pandemic: Crisis or opportunity? *Journal of Hazardous Materials*, 417. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126108>
- Mejjad, N., Cherif, E. K., Rodero, A., Krawczyk, D. A., Kharraz, J. El, Moumen, A., Laqbaqbi, M., & Fekri, A. (2021). Disposal behavior of used masks during the covid-19 pandemic in the moroccan community: Potential environmental impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084382>
- Mekaoui, N., Aouragh, H., Jeddi, Y., Rhalem, H., Dakhama, B. S. B., & Karboubi, L. (2021). Child sexual abuse and covid-19 pandemic: Another side effect of lockdown in Morocco. *Pan African Medical Journal*, 38, 1-2. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.38.57.27385>
- Ministerio del Ambiente del Perú (29 de julio de 2021). Sobre la situación de los residuos sólidos en el Perú. <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- Oyedotun, T. D. T., Kasim, O. F., Famewo, A., Oyedotun, T. D., Moonsammy, S., Ally, N., & Renn-Moonsammy, D.-M. (2020). Municipal waste management in the era of COVID-19: Perceptions, practices, and potentials for research in developing countries. *Research in Globalization*. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2020.100033>
- Parashar, N., & Hait, S. (2021). Plastics in the time of COVID-19 pandemic: Protector or polluter? *Science of the Total Environment*, 759. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144274>
- Patel, A., Alessandro, M. M. D., Ireland, K. J., Burel, W. G., Wencil, E. B., & Rasmussen, S. A. (2017). Personal Protective Equipment Supply Chain : Lessons Learned from Recent Public Health. *Jama Network*, 15(3). <https://doi.org/10.1089/hs.2016.0129>
- Redacción Médica (4 de marzo 2020). Coronavirus: La OMS pide aumentar la producción de mascarillas en un 40%. *Redacción Médica diario*. Consultado: 12 de setiembre de 2020: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/coronavirus-la-oms-pide-aumentar-la-produccion-de-mascarillas-en-un-40-2649>
- Quan G., Jinxiao T., Zhixin L., Shiyu M & Wenmin W. (2021). Hazards and Improvement Measures of Microplastic Pollution: *EDP Sciences*, 257. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125703006>
- Ramos, W., & Pretell, V. (2020). Evaluation of plastic waste and catalysts for application in thermochemical processes. Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, *Education and Technology*, July 2020, 27-31. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.131>
- Rocchetti, N., Calautti, M., Amarilla, D., & Roverete, M. (2020). Efectos

- colaterales de la pandemia por COVID-19 para la salud pública. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 94(7), 18-19. <https://doi.org/10.20937/rica.54168>
- Sanchez, F. (2021). Retos pos pandemia en la gestión de residuos sólidos. *CienciaAmérica*, 10. [dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.354](https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.354)
- Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100052. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100052>
- Selvaranjan, K., Navaratnam, S., Rajeev, P., & Ravintherakumaran, N. (2021). Environmental challenges induced by extensive use of face masks during COVID-19: A review and potential solutions. *Environmental Challenges*, 3, 100039. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100039>
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Cheela, V. S., Ranjan, V. P., Jaglan, A. K., Dubey, B., Goel, S., & Bhattacharya, J. (2020). Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>
- Silva, A., Prata, J.C., Walker, T., Campos, D., Duarte, A., Soares, A., Barcelò, D. & Rocha, T. (2020). Repensar y optimizar la gestión de residuos plásticos bajo la pandemia COVID-19: soluciones políticas basadas en el rediseño y reducción de plásticos de un solo uso y equipos de protección personal. *Sci. Entorno total*, 742. 140565. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565>
- Tadele A. (2020). Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19. *Waste Management*, 108, 202-205. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.111517>
- Torres, F., & De-la-Torre, G. (2021). Face mask waste generation and management during the COVID-19 pandemic: An overview and the Peruvian case. *Science of The Total Environment*, 786. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147628
- Walmsley, T.G., Varbanov, P.S., Su, R., Klemeš, J.J., Ziegler-Rodriguez, K., Margallo, M., Aldaco, R., Irabien, A., Vazquez-Rowe, I., Kahhat, R., (2018). Environmental performance of Peruvian waste management systems under a life cycle approach. *Chem. Eng. Trans.* 70, 17531758. <https://doi.org/10.33031/CET1870293>
- Vela Saavedra, R., Coronel Alarcón, A., & Palomino Alvarado, G. del P. (2021). Disposición final de residuos sólidos hospitalarios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2622-2646. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.478
- Ziegler-Rodriguez, K., Margallo, M., Aldaco, R., Vázquez-Rowe, I., & Kahhat, R. (2019).

Transitioning from open dumpsters to landfilling in Peru: Environmental benefits and challenges from a life-cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 229, 989-1003. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.015>