

Artículo Original

**Impacto colateral del COVID-19 en la salud ambiental derivado de la disposición inadecuada de mascarillas**

*Collateral impact of COVID-19 on environmental health derived from improper disposition of masks*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.613.015>

María Fernanda Cueva Moncayo<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-8440-5352>

Carlos Antonio Escobar Suárez<sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9280-1555>

Guillermo de Jesús Bastidas Tello<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1887-3366>

Lina Neri Espinoza Pire<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6498-473X>

Recibido: 22/06/2021

Aceptado: 28/07/2021

**RESUMEN**

El uso de mascarillas por parte de la población general como elemento de protección personal frente al COVID-19 se mantuvo en ascenso durante la primera mitad del 2020, en medio de constantes actualizaciones de la OMS acerca del público objetivo, su correcto uso y posibles beneficios, pero donde no se definieron protocolos para el manejo del desecho resultante. Durante el segundo semestre del 2020 la población mundial usaba diariamente 4.300 millones de mascarillas, de las cuales el 78,5% se descartaban de forma incorrecta, llegando a generar un volumen de 2,61 (2,26-2,94; IC=95%) millones de toneladas de desecho diseminadas en el medio ambiente. Los componentes plásticos incorporados en la fabricación de mascarillas como PP, PE y PET pueden tardar 400 años en degradarse en condiciones ambientales, fragmentándose paulatinamente en microplásticos, que afectan a la flora, fauna, agua y suelos de su entorno. Adicionalmente, algunos aditivos sintéticos antioxidantes (AO) usados en la fabricación de plásticos pueden retardar aún más las reacciones de degradación de las mascarillas descartadas hacia el ambiente, aumentando su daño potencial. Se calculó que 216,9 (188,5-245,3; IC=95%) toneladas de AO168, 190 (165,2-214,9; IC=96%) toneladas de AO168O y 442,7 (384,8-500,6; IC=95%) toneladas de AO1010 fueron expuestas al medio ambiente debido a la disposición incorrecta de mascarillas en la segunda mitad de 2020. Aunque la masa conjunta de estos componentes sintéticos sólo representa el 0,017% de las mascarillas desechadas en el mismo lapso, su concentración resulta suficiente para acrecentar el riesgo de daño al ambiente.

**Palabras clave:** Ambiente, COVID-19, mascarillas, desechos, contaminación plástica

**ABSTRACT**

*The use of masks by the general population as an element of personal protection against COVID-19 continued to rise during the first half of 2020, amid constant updates from the WHO about the target audience, their correct use and possible benefits, but where no protocols were defined for the management of the resulting waste. During the second half of 2020, the world population used 4.3 billion masks daily, of which 78.5% were discarded incorrectly, generating a volume of 2.61 (2.26-2.94; IC = 95%) million tons of waste disseminated in the environment. The plastic components incorporated in the manufacture of masks such as PP, PE and PET can take 400 years to degrade under environmental conditions, gradually fragmenting into microplastics, which affect the flora, fauna, water and soils of their environment. Additionally, some synthetic antioxidant additives (OA) used in the manufacture of plastics can further delay the degradation reactions of discarded masks into the environment, increasing their potential damage. It was calculated that 216.9 (188.5-245.3; IC = 95%) tons of AO168, 190 (165.2-214.9; IC = 96%) tons of AO168O and 442.7 (384.8 -500.6; IC = 95%) tons of AO1010 were exposed to the environment due to the incorrect disposal of masks in the second half of 2020. Although the combined mass of these synthetic components only represents 0.017% of the masks discarded in the same period, its concentration is sufficient to increase the risk of damage to the environment.*

**Keywords:** Environment, COVID-19, masks, waste, plastic pollution

1. Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador

\*Autor de Correspondencia: [ua.carlosescobar@uniandes.edu.ec](mailto:ua.carlosescobar@uniandes.edu.ec)

**Introducción**

El nuevo coronavirus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad conocida como COVID-19, se ha propagado a 213 países en todas las regiones del mundo, dejando al menos 4 millones de muertes. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020a) estima que el número de contagiados supere los 200 millones en el tercer trimestre de 2021, aunque esta cifra aumentaría considerablemente si se incluyen los casos no reportados. Su estructura de virión optimizada para diversas condiciones ambientales facilita su transmisión respiratoria de persona a persona, mediante gotículas o aerosoles producidos



por la tos, habla o estornudo de una persona infectada, que llegan a la boca o nariz de individuos en la cercanía e ingresan al organismo, interactuando eficientemente con los receptores celulares del huésped gracias a las glicoproteínas modificadas que sobresalen de su estructura. En consecuencia, este patógeno logra inhibir el inicio de la respuesta inmune del infectado, llegando a afectar varios de sus sistemas, iniciando una tormenta de citocinas y promoviendo varios programas de muerte celular como piroptosis, apoptosis y necrosis, que pueden derivar en fatalidad (Elrashdy *et al.*, 2020; Harrison *et al.*, 2020; Meyerowitz *et al.*, 2021).

A raíz de esta capacidad patogénica, desde comienzos del año 2020 la población mundial implementó paulatinamente el uso de equipos de protección personal como mascarillas y pantallas faciales, que actúan como barreras físicas que dificultan la salida o entrada del contenido viral al estar en contacto con otras personas (Ramaraj *et al.*, 2020; Verbeek *et al.*, 2020). De acuerdo a Silva *et al.*, (2021) las mascarillas reducen la exposición a los aerosoles al combinar la acción filtrante del tejido con el sellado entre la pieza y el rostro, y cuya eficiencia depende de la estructura y composición de los materiales, y del tamaño, velocidad, forma y propiedades físicas de las partículas a las que está expuesta. Aunque algunos estudios manifiestan la imposibilidad de correlacionar esta medida de protección con un beneficio real, revisiones como la realizada por Chu *et al.*, (2020) han encontrado que el uso de mascarillas o respiradores tanto en la comunidad como en el medio hospitalario, unido al distanciamiento social de al menos un metro de distancia, se asocian con una reducción significativa del riesgo de infección. De forma similar, Bullfone *et al.*, (2021) lograron relacionar informes de infección al aire libre con factores como la duración y frecuencia del contacto personal y la falta de equipo de protección personal. Por su parte, el más importante organismo sanitario (OMS, 2020e, f) ha determinado un posible beneficio para el control de fuentes derivado del uso de mascarillas de tela en determinados entornos, y una comprobable protección de grupos vulnerables que usan mascarilla médica (Tabla 1).

**Tabla 1. Entornos recomendados y población beneficiada por el uso de mascarillas faciales**

Situaciones o entornos	Población	Finalidad del uso de mascarilla	Tipo de mascarilla recomendada
Zonas de transmisión extensa confirmada o presunta y capacidad escala o nula para aplicar otras medidas de contención	Población general en entornos y situaciones públicos tales como las tiendas de comestibles, los centros de trabajo, las reuniones sociales, las reuniones multitudinarias, los entornos cerrados, incluidas escuelas, iglesias, mezquitas, etc.	Posible beneficio para el control de fuentes	Mascarilla higiénica (tela)
Lugares densamente poblados donde no se puede lograr el distanciamiento físico; vigilancia epidemiológica y capacidad para efectuar pruebas, y medios de aislamiento y cuarentena escasos	Personas que viven en condiciones de hacinamiento y entornos específicos como los campos de refugiados, campamentos, tugurios	Posible beneficio para el control de fuentes	Mascarilla higiénica (tela)
Entornos donde no puede lograrse el distanciamiento físico (contacto estrecho)	El público general en el transporte público (por ejemplo, autobuses, aviones, trenes) Condiciones de trabajo específicas que ponen al empleado en contacto estrecho real o potencial con otros, por ejemplo, asistentes sociales, cajeros, camareros (meseros, mozos)	Posible beneficio para el control de fuentes	Mascarilla higiénica (tela)
Entornos donde no se puede lograr el distanciamiento físico y hay un riesgo mayor de infección o desenlaces negativos	Grupos vulnerables: personas con 60 años o más; personas con enfermedades concomitantes, tales como afecciones cardiovasculares o diabetes sacarina, neumopatía crónica, cáncer, enfermedad cerebrovascular, inmunodepresión	Protección	Mascarilla médica
Comunidad en general	Personas con cualquier síntoma indicativo de COVID-19	Control de fuentes	Mascarilla médica

Fuente: OMS, (2020e).

No obstante, el beneficio para la salud pública que representa el uso generalizado de las mascarillas, ha conllevado también a la afectación de la salud ambiental, al añadir diariamente toneladas de estas unidades desechadas incorrectamente hacia el medio ambiente. De acuerdo a Dávila *et al.*, (2021) este fenómeno representa un contaminante biológico emergente de nuestro medio ambiente, configurándose como un problema de salud pública que afecta directamente los diferentes ecosistemas, al tener en cuenta el tiempo necesario para que estos desechos puedan desintegrarse en el medio ambiente, y más aún el tiempo que debe pasar para que se minimice su inocuidad para el ecosistema.

Al respecto, León, (2020) & (Patricio Silva *et al.*, 2021) indican que una mascarilla higiénica promedio, abandonada en un entorno natural, puede tardar en entre 300 y 400 años en degradarse, teniendo en cuenta los componentes plásticos que las conforman, como el polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET), presentes en las mascarillas N95; u otros polímeros como el polietileno (PE), PP y PET y materiales no tejidos incorporados en las mascarillas médicas e higiénicas. Durante ese lapso, estos elementos se fragmentan en trozos cada vez más diminutos que atraen y acumulan sustancias tóxicas, afectando a la flora y fauna del entorno, al agua, a los suelos que conforman ese espacio; o incluso acabar en fuentes hídricas continentales u oceánicas. De forma adicional, algunos aditivos sintéticos antioxidantes (AO) usados en la fabricación de plásticos pueden retardar aún más las reacciones de degradación de las mascarillas descartadas hacia el ambiente, aumentando su daño potencial. Autores como Liu & Mabury, (2021) & Favela *et al.*, (2021) han encontrado la presencia de antioxidantes fenólicos sintéticos y antioxidantes organofosforados en mascarillas.

De manera consecuente, este estudio centra su atención en conocer los valores y factores asociados a la disposición incorrecta de mascarillas en el mundo durante el segundo semestre de 2020, y la posible concentración de contaminantes plásticos dispersos en el medio ambiente derivada del impacto colateral del COVID-19.

## Materiales y Métodos

Se realizó una investigación descriptiva, analítica, de carácter retrospectivo, con el fin conocer los valores y factores asociados a la disposición incorrecta de mascarillas en el mundo durante el segundo semestre de 2020, y la posible concentración de contaminantes plásticos dispersos en el medio ambiente. Inicialmente, se efectuó una búsqueda bibliográfica en los principales repositorios e indexadoras de material científico como Google Académico, PubMed, LILACS y Mendeley; combinando y alternando los descriptores COVID-19, Sars-CoV-2, mascarillas, tapabocas, ambiente y contaminación plástica en español e inglés según fuera el caso. Del análisis sistemático de las recuperaciones se sintetizaron los aspectos más importantes, que permitieron estructurar nuestra investigación en tres grandes áreas:

### Búsqueda y análisis de las directrices internacionales

Primero, se efectuó una búsqueda de protocolos y orientaciones sobre el uso de mascarillas por parte de organismos como la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, agencias ambientales alrededor del mundo, e instituciones de investigación sanitaria, lo cual permitió determinar un modelo sobre la dinámica del uso generalizado de mascarilla a lo largo del año 2020. Igualmente, se buscaron protocolos internacionales orientados a desechar correctamente las mascarillas, o el tratamiento a sus componentes tras la disposición final.

### Pesaje de las mascarillas

Luego, se colectaron 32 mascarillas nuevas disponibles para el público y el personal médico, de diversas categorías, marcas, formas y tamaños, de un solo uso, con el fin de obtener su pesaje en gramos. De este grupo únicamente se excluyeron los modelos con válvula. Para el pesaje, se usaron tres balanzas electrónicas previamente calibradas, (LuckyStone modelo 4006878401 con una sensibilidad de 0,001 gramos, balanza analítica Shimadzu modelo UW/UX220H con sensibilidad de 0,001 gramos y balanza semi-analítica Vibra modelo Ab 323 con sensibilidad de 0,001 gramos) pesando una vez cada mascarilla, determinando la masa media y la desviación estándar a partir de las 96 lecturas. Este procedimiento fue realizado por los autores junto a personal de laboratorio, en condiciones controladas, a una altitud de 2.500 metros sobre el nivel del mar.

### Cuantificación de los fenómenos estudiados

Posteriormente, se utilizaron los cálculos previos de Prata *et al.*, (2020) y Benson *et al.*, (2021) para la determinar el número de mascarillas usadas y desechadas a nivel global, respectivamente. Para hallar la masa mundial de mascarillas residuales se consideró la masa media unitaria obtenida previamente. Los valores de antioxidantes sintéticos aportados al ecosistema usaron además las concentraciones halladas por Liu & Mabury, (2021) en su investigación científica. Para establecer los intervalos de confianza, se consideró un alfa de 0,05.

### Análisis final

Finalmente, los datos fueron analizados y contrastados a la luz de la literatura científica, con el objetivo de proponer conclusiones.

## Resultados

A principios de marzo de 2020, días previos a la declaración de pandemia por covid-19 hecha por la OMS, la demanda global de mascarillas médicas por mes de se calculaba en 89 millones de unidades (OMS, 2020c). Este tipo de barrera física se compone de tres capas de materiales sintéticos no tejidos, donde la capa central cumple la función filtrante, siendo preferentemente de fabricación industrial. Para esa fecha, el organismo recomendaba su uso en personal médico y sanitario, y en el entorno de pacientes sospechosos o confirmados, mas no en la población general (OMS, 2020b). No obstante, su uso generalizado era motivo de preocupación en vista de una posible escasez, motivando la permisibilidad al uso de mascarillas de producción artesanal un mes más adelante, proponiendo el uso de materiales no absorbentes como telas algodón para la capa interior, filtrantes para la parte central como polipropileno, y no absorbentes para la capa exterior como poliéster (OMS, 2020d; Naciones Unidas, 2020). Posteriormente, en junio del mismo año la OMS, (2020e) levantó la restricción de uso de mascarillas médicas fuera de entornos sanitarios, con lo cual toda población regularizaba el acceso al espectro completo de mascarillas disponibles.

Para junio de 2020, en el mundo se usaban a diario 4.300 millones de mascarillas (Prata *et al.*, 2020), un aumento del 1.449% en comparación a la estimación hecha en marzo por la OMS, (2020c). Al tener en cuenta la población del planeta para ese año de al menos 7.700 millones de personas (Naciones Unidas, 2021) se obtendría un índice de 0,56 mascarillas por persona. Sin embargo, resultaría inadecuado interpretar que el 56% de los habitantes del planeta usa este

tipo de implemento de protección personal, pues parte de los usuarios las desecha y sustituye durante el ciclo diario por razones higiénicas o de seguridad percibida (Patrício Silva *et al.*, 2021). Este planteamiento fue comprobado por Cabrera, (2021) en la ciudad de Guayaquil en una muestra de 750 habitantes, logrando determinar que en 2020 las personas en promedio utilizaban entre 2 y 3 mascarillas diarias como elemento de protección personal frente al COVID-19 (Cabrera, 2021).

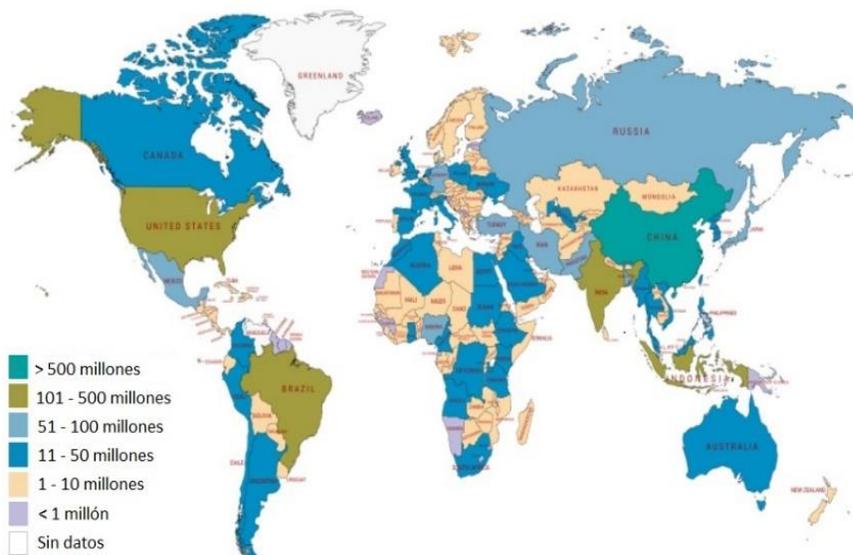
**Tabla 2. Disposiciones de la OMS sobre el uso de mascarillas médicas y de tela según el tipo de población**

Tipo de Mascarilla	Mascarilla Médica		Mascarilla Higiénica		Instrucciones para desechar las mascarillas usadas	Disposición
	Personal médico sanitario*	Sintomáticos respiratorios	Público en general	Público en general		
Enero 29 de 2020	FR	R	NR	NR**	No especificado	WHO/nCov/IPC_Masks/2020.1 (OMS, 2020b)
Marzo 03 de 2020	FR	R	NR	NR	No especificado	Nota de prensa (OMS, 2020c)
Abril 04 de 2020	FR	FR	NR	P***	No especificado	WHO/2019-nCoV/IPC_PPE_use/2020.3 (OMS, 2020d)
Junio 05 de 2020	FR	FR	R	R	No especificado	WHO/2019-nCoV/IPC_Masks/2020.4 (OMS, 2020e)
Diciembre 01 de 2020	FR	FR	R	R	No especificado	WHO/2019-nCoV/IPC_Masks/2020.5 (OMS, 2020f)

FR: Fuerte recomendación; R: Recomendado; P: Permitido; NR: No recomendado.

\*profesionales médicos, coordinadores sanitarios, trabajadores sanitarios y agentes de salud comunitaria que trabajen en la prevención y el tratamiento de las infecciones o en la esfera de la salud pública (OMS, 2020b). \*\* No recomendadas en ninguna circunstancia. \*\*\* Permitidas en casos de escasez.

Fuente: OMS, (2020b-f).



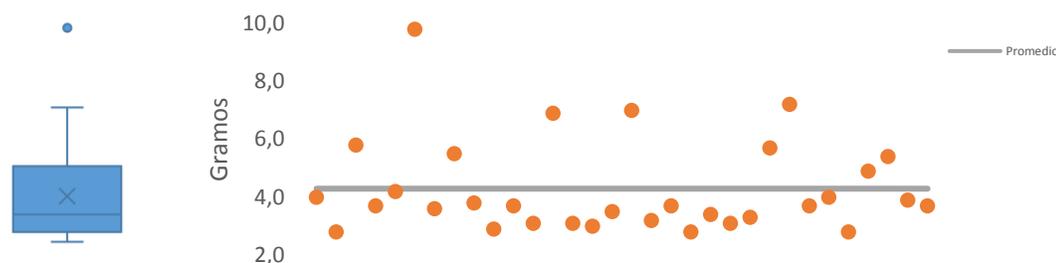
**Figura 1. Cuota nacional estimada de máscaras faciales descartadas como residuos, 2020**

Fuente: Benson *et al.*, (2021).

Tal comportamiento de consumo se alinea con las directrices de la OMS, (2020d, e, f) y el CDC (2020, 2021) que aconsejan no prolongar el uso de las mascarillas descartables, cambiándolas una vez adquieren humedad o deterioro. Otras agencias e instituciones como la Sociedad Francesa de Higiene Hospitalaria, (2020) recomiendan un tiempo máximo de uso de 4 horas, mientras que el Instituto Joanna Briggs ha determinado en 6 horas el rango útil para garantizar una protección efectiva (Marin, 2020). No obstante, los parámetros internacionales descritos por la OMS no han incluido instrucciones definidas sobre la disposición final de las mascarillas (Tabla 2), quedando así a discreción de cada Estado definir o no un protocolo. De esta forma, algunas agencias gubernamentales en materia de ambiente como el CDC, (2020) y la Agencia Ambiental Portuguesa, (2020) establecen que todos los elementos de protección personal como las mascarillas, una vez usados se descarten como desechos no reciclables en bolsas de basura selladas al considerar el riesgo biológico; a diferencia de muchos países donde no se regula ni se instruye al ciudadano acerca de una correcta disposición final.

## Disposición inadecuada de mascarillas, daño a la salud ambiental

La conjunción de los anteriores aspectos ha causado que aproximadamente 3.378 millones de mascarillas al día se desechen de forma inadecuada, siendo Asia el principal aportante (56%) con 1.875 millones seguido por Europa (13%), África (12%), Sudamérica (11%) y Norteamérica (7%) con 445, 412, 380 y 244 millones respectivamente, y finalmente Oceanía (1%) con 22 millones (Benson *et al.*, 2021).



**Figura 3. Pesaje de mascarillas faciales en gramos (n=32)**

De acuerdo a los cálculos realizados en esta investigación, sólo en el segundo semestre del 2020, se habrían generado 2,61 (2,26-2,94; IC=95%) millones de toneladas de mascarillas residuales, tomando en cuenta el peso promedio de 4,28 gramos (3,73-4,84; IC=95%), obtenido del pesaje sistemático de 32 tipos de mascarillas disponibles para el público y el personal médico (Figura 3).

**Tabla 3. Concentración en nanogramos de antioxidantes fenólicos sintéticos (SPA) y antioxidantes organofosfitos (OPA) en 36 mascarillas**

SPA	Concentración (Med)	% Detección	OPA	Concentración (Med)	% Detección
DBP	$2.09 \times 10^3$	89	AO168	$8.32 \times 10^3$	100
AO1010	$1.37 \times 10^4$	100	AO168O	$7.29 \times 10^4$	100
AO1076	138	86	AO626		47
AO3114	$3.58 \times 10^3$	69	AO626O <sub>2</sub>		11
$\Sigma$ SPAs	$2.70 \times 10^4$	100	$\Sigma$ OPAs	$1.54 \times 10^5$	100
$\Sigma$ AOs	$1.75 \times 10^5$	100			

Fuente: Liu & Mabury, (2021)

Por otro lado, al considerar la presencia de antioxidantes fenólicos sintéticos (SPA) y antioxidantes organofosfitos (OPA), en 36 mascarillas faciales de tres capas de un solo uso (Tabla 3), Liu & Mabury, (2021) obtuvieron concentraciones totales que oscilan entre 20,0 y 575  $\mu\text{g} / \text{g}$  (mediana de 175  $\mu\text{g} / \text{g}$ ), dentro de los que se destacaron tris fosfito (AO168, mediana de 83,2  $\mu\text{g} / \text{g}$ ), tris fosfato (AO168O, mediana de 72,9  $\mu\text{g} / \text{g}$ ) y pentaeritritol tetrakis (AO1010, mediana de 13,7  $\mu\text{g} / \text{g}$ ), con presencia en el 100% de muestras analizadas. Basados en estos valores, nuestras estimaciones de AO presentes en los desechos de mascarillas durante el segundo semestre de 2020 ascienden a 216,9 (188,5-245,3; IC=95%) toneladas de AO168, 190 (165,2-214,9; IC=96%) toneladas de AO168O y 442,7 (384,8-500,6; IC=95%) toneladas de AO1010.

## Discusión

El uso de mascarillas por parte de la población general como elemento de protección personal frente al COVID-19 se mantuvo en ascenso durante la primera mitad del 2020, en medio de constantes actualizaciones de la OMS, (2020b-f) acerca del público objetivo, su correcto uso y posibles beneficios (Tablas 1 y 2), pero donde no se definieron protocolos para el manejo del desecho resultante (Tabla 2). Durante el segundo semestre del 2020 la población mundial usaba diariamente 4.300 millones de mascarillas, de las cuales el 78,5% se descartaban de forma incorrecta (Figura 1), llegando a generar un volumen de 2,61 (2,26-2,94; IC=95%) millones de toneladas de desecho diseminadas en el medio ambiente.

Según León, (2020) algunos de los componentes plásticos incorporados en la fabricación de mascarillas como PP, PE y PET pueden tardar entre 300 y 400 años en degradarse en condiciones ambientales, fragmentándose paulatinamente en microplásticos que afectan a la flora y fauna del entorno, al agua y a los suelos que conforman ese espacio. Liu & Mabury, (2021) añaden que algunos aditivos sintéticos antioxidantes (AO) usados en la fabricación de plásticos pueden retardar aún más las reacciones de degradación de las mascarillas descartadas hacia el ambiente, aumentando su daño potencial. A partir de concentraciones obtenidas en otros estudios y las cifras halladas en esta investigación, se estimó que 216,9 (188,5-245,3; IC=95%) toneladas de AO168, 190 (165,2-214,9; IC=96%) toneladas de AO168O y 442,7 (384,8-

500,6; IC=95%) toneladas de AO1010 fueron expuestas al medio ambiente debido a la disposición incorrecta de mascarillas. Aunque la masa conjunta de estos componentes sintéticos sólo representa el 0,017% de las mascarillas desechadas en la segunda mitad de ese año, su concentración resulta suficiente para acrecentar el riesgo de daño al ambiente (Favela *et al.*, 2021).

Para Phelps & Cooke, (2020) la gran cantidad de plásticos, microplásticos y componentes residuales de estos desechos contaminarán los océanos, ríos y suelos durante los próximos siglos, afectando de manera diversa el ambiente en muchos ecosistemas, a lo cual Hiemstra *et al.*, (2021) agrega que ya son evidenciables algunos efectos sobre la fauna, documentando al menos 28 especies afectadas por atrapamiento, ingestión, laceración y muerte debido a mascarillas desechadas hacia el ambiente.

Da Costa *et al* (2020) establece que la contaminación por plástico y sus componentes han sido motivo de preocupación internacional, llevando a la firma de varios acuerdos internacionales con el fin de abordar y reducir su impacto en las economías, sociedades y entornos naturales globales. Entre ellos, se destacan el Convenio de Basilea y su enmienda en 2019, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS), la Convención Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78), Grupo Conjunto de Expertos en Materia Científica Aspectos de la protección del medio marino (GESAMP), la Alianza mundial de las Naciones Unidas sobre la basura marina, la Carta del G7 sobre plásticos oceánicos y la Estrategia sobre plásticos de la Unión Europea. No obstante, la amenaza percibida de la contaminación plástica se ha distorsionado a raíz de la magnitud de la pandemia COVID-19, provocando un cambio abrupto en la jerarquización de valores, donde la salud tomó un valor preferente a pesar del posible daño del medio ambiente, lo que muestra una clara disminución de su valor importancia percibida, de acuerdo a Grodzińska-Jurczak *et al.*, (2020).

Finalmente, cabe destacar que países de Latinoamérica, como Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela mantienen desde hace más de un año la obligatoriedad del uso de mascarilla, especialmente en espacios cerrados no domiciliarios, al aire libre y dentro del transporte público (Elverdin, 2021). En otros Estados como Brasil, Francia, Alemania, Italia, Japón, México, España, Reino Unido y Estados Unidos, un estudio de realizado por IPSOS & el Foro Económico Mundial, (2021) entre 12.497 adultos en junio de ese año, reveló que entre el 60 y 80% de los encuestados de cada Nación mantienen su intención de continuar el uso de tapabocas en público, independientemente de haber completado su esquema de vacunación contra la COVID-19. La continuidad del uso obligatorio o recomendado de mascarillas en muchas regiones del planeta lo que seguirá acrecentando el daño a la salud ambiental, teniendo en cuenta la falta de acciones y protocolos en el manejo de estos residuos.

### Limitaciones y consideraciones

A pesar de ser un tema ampliamente descrito en la literatura científica y en artículos ecológicos, la escasez de cifras verificables es un común denominador. Algunas de los estudios aquí referenciados presentan valores estimados, por lo cual se recomienda interpretar a discreción los resultados obtenidos.

### Agradecimientos

A la “Universidad Regional Autónoma de Los Andes”.

### Conflicto de intereses

Ninguno.

### Referencias

- Agencia Ambiental Portuguesa. (2020). Gestão de resíduos em situação de pandemia por SARS-CoV-2 (COVID-19) Disponible en: [https://apambiente.pt/zdata/Instituicao/Impresa/2020/Nota\\_OCS\\_2020-19\\_GestaoResiduos\\_SituacaoPandemia.pdf](https://apambiente.pt/zdata/Instituicao/Impresa/2020/Nota_OCS_2020-19_GestaoResiduos_SituacaoPandemia.pdf)
- Avendaño Carvajal, L. F. (2020). COVID-19: Una mirada desde la virología. Revista chilena de enfermedades respiratorias, 36(3), 164-168. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73482020000300164&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73482020000300164&script=sci_arttext)
- Benson, N. U., Basse, D. E., & Palanisami, T. (2021). COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint. Heliyon, 7(2), e06343. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06343>

- Bulfone, T. C., Malekinejad, M., Rutherford, G. W., & Razani, N. (2021). Outdoor Transmission of SARS-CoV-2 and Other Respiratory Viruses: A Systematic Review. *The Journal of infectious diseases*, 223(4), 550–561. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa742>
- Cabrera, M. (2021). Identificación de los Desechos Sanitarios y de Bioseguridad de los Hogares de la Ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil, Tesis para optar al título de ingeniero industrial. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51957>
- CDC. (2020). Guía para el uso de mascarillas. Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cloth-face-cover-guidance.html>
- CDC. (2021). Su guía para el uso de mascarillas. Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/about-face-coverings.html>
- Chu, D., Akl, E., Duda, S., Solo, K., Yaacoub, S., & Schünemann, H. (2020). COVID-19 systematic urgent review group effort (SURGE) study authors. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 395(10242), 1973-1987. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9)
- da Costa, JP, Mouneyrac, C., Costa, M., Duarte, AC y Rocha-Santos, T. (2020). El papel de la legislación, iniciativas regulatorias y directrices sobre el control de la contaminación plástica. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 104. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00104>
- Dávila, K., Rivas, J. D. M., Blanchard, J. J., & López, R. J. H. (2021). La mascarilla quirúrgica como nuevo contaminante biológico de nuestro medio ambiente. *Revista Científica Tecnológica-UNAN*, 4(1), 5-9. Disponible en: <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/59>
- De Silva, A. P., Niriella, M. A., & de Silva, H. J. (2021). Masks in COVID-19: let's unmask the evidence. *Expert review of respiratory medicine*, 15(3), 293–299. <https://doi.org/10.1080/17476348.2021.1838277>
- Elrashdy, F., Redwan, E. M., & Uversky, V. N. (2020). Why COVID-19 Transmission Is More Efficient and Aggressive Than Viral Transmission in Previous Coronavirus Epidemics?. *Biomolecules*, 10(9), 1312. <https://doi.org/10.3390/biom10091312>
- Elverdin, J. P. (2021). ¿En qué países de Latinoamérica es obligatoria la mascarilla contra el covid-19 y en cuáles no? *CNN WordPress*. Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/18/espana-adios-mascarillas-en-exterior-america-latina-orix/> (Acceso Junio 2021)
- Favela, K. A., Hartnett, M. J., Janssen, J. A., Vickers, D. W., Schaub, A. J., Spidle, H. A., & Pickens, K. S. (2021). Nontargeted Analysis of Face Masks: Comparison of Manual Curation to Automated GCxGC Processing Tools. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 32(4), 860-871. <https://doi.org/10.1021/jasms.0c00318>
- Grodzińska-Jurczak M., Krawczyk A., Jurczak A., Strzelecka M., Rechciński M., Boćkowski M. (2020). Environmental choices vs. Covid-19 pandemic fear – plastic governance re-assessment. *Society Register*, 4, 49–66. <https://doi.org/10.14746/sr.2020.4.2.04>.
- Harrison, A. G., Lin, T., & Wang, P. (2020). Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends in immunology*, 41(12), 1100–1115. <https://doi.org/10.1016/j.it.2020.10.004>
- Hiemstra, A., Rambonnet, L., Gravendeel, B., & Schilthuisen, M. (2021). The effects of COVID-19 litter on animal life, *Animal Biology*, 71(2), 215-231. doi: <https://doi.org/10.1163/15707563-bja10052>
- IPSOS & Foro Económico Mundial, (2021). Mayorías que probablemente continuarán distanciándose socialmente y usarán una máscara una vez vacunadas contra COVID-19. Disponible en: <https://www.ipsos.com/en-us/majorities-likely-continue-socially-distancing-and-wearing-mask-once-vaccinated-against-covid-19>
- León, F. M. (2020) La mascarilla contamina el medio ambiente. *Revista electrónica Meteored*. Disponible en: <https://www.tiempo.com/ram/la-mascarilla-contamina-el-medio-ambiente.html>
- Liu, R., & Mabury, S. A. (2021). Single-Use Face Masks as a Potential Source of Synthetic Antioxidants to the Environment. *Environment Science & Technology Letters*, 8, 651–655. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00422>
- Marin, T. (2020). Evidence Summary. Respiratory Infection Transmission (Healthcare Workers): Face Masks and Respirators. The Joanna Briggs Institute. Disponible en: <https://jbi.global/sites/default/files/2020-04/10300%20%2823940%29%20Respiratory%20Infection%20Transmission%20%28Healthcare%20Workers%29%20Face%20Masks%20and%20Respirators%20%28AS-1%29.pdf>

- Meyerowitz, E. A., Richterman, A., Gandhi, R. T., & Sax, P. E. (2021). Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Annals of internal medicine*, 174(1), 69–79. <https://doi.org/10.7326/M20-5008>
- Naciones Unidas. (2020). Coronavirus: la OMS recomienda el uso de mascarillas para toda la población pero advierte que pueden dar una falsa seguridad. Disponible en: <https://nacionesunidas.org.co/onu-internacional/coronavirus-la-oms-recomienda-el-uso-de-mascarillas-para-toda-la-poblacion-pero-advierte-que-pueden-dar-una-falsa-seguridad/>
- OMS. (2020a). COVID-19 Weekly Epidemiological Update, Edition 49. Disponible en: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---20-july-2021>
- OMS. (2020b). Consejos sobre la utilización de mascarillas en el entorno comunitario, en la atención domiciliaria y en centros de salud en el contexto del brote de nuevo coronavirus (2019-nCoV): directrices provisionales, 29 de enero de 2020. Disposición WHO/nCov/IPC\_Masks/2020.1. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330999>
- OMS. (2020c). Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide. Nota de prensa. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide>
- OMS. (2020d). Uso racional del equipo de protección personal frente a la COVID-19 y aspectos que considerar en situaciones de escasez graves. Disposición WHO/2019-nCoV/IPC\_PPE\_use/2020.3. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331810/WHO-2019-nCoV-IPC\\_PPE\\_use-2020.3-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331810/WHO-2019-nCoV-IPC_PPE_use-2020.3-spa.pdf)
- OMS. (2020e). Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19. Disposición WHO/2019-nCoV/IPC\_Masks/2020.4. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCoV-IPC\\_Masks-2020.4-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCoV-IPC_Masks-2020.4-spa.pdf)
- OMS. (2020f). Mask use in the context of COVID-19. Disposición WHO/2019-nCoV/IPC\_Masks/2020.5. Disponible en: [https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak)
- Patrício Silva, A. L., Prata, J. C., Walker, T. R., Duarte, A. C., Ouyang, W., & Rocha-Santos, T. (2021). Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal*, 405, 126683. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>
- Phelps, T., & Cooke, S. (2020). Masks on the Beach: The impact of COVID-19 on marine plastic pollution. *OceansAsia*. Disponible en: <https://oceansasia.org/wp-content/uploads/2020/12/Marine-Plastic-Pollution-FINAL-1.pdf>
- Prata, J., Silva, A., Walker, T., Duarte, A., & Rocha-Santos, T. (2020). COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics. *Environmental Science & Technology*, 54 (13), 7760-7765. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02178>
- Ramaraj, P., Super, J., Doyle, R., Aylwin, C., & Hettiaratchy, S. (2020). Triaging of respiratory protective equipment on the assumed risk of SARS-CoV-2 aerosol exposure in patient-facing healthcare workers delivering secondary care: a rapid review. *BMJ open*, 10(10), e040321. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040321>
- Sociedad Francesa de Higiene Hospitalaria. (2020). Relatif aux conditions de prolongation du port ou de réutilisation des masques chirurgicaux et des appareils de protection respiratoire de type FFP2 pour les professionnels de santé. Disponible en: <https://www.sf2h.net/wp-content/uploads/2020/02/avis-sf2h-utilisation-masque-14mars2020.pdf>
- Verbeek, J. H., Rajamaki, B., Ijaz, S., Sauni, R., Toomey, E., Blackwood, B., Tikka, C., Ruotsalainen, J. H., & Kilinc Balci, F. S. (2020). Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *The Cochrane database of systematic reviews*, 5, CD011621. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011621.pub5>