

## Ambiente y salud (parte II)

Salvatore Verlezza  000900088234-614X

Recibido: 14 mayo 2025

Aceptado: 22 mayo 2025

### RESUMEN

Esta segunda parte plantea que el cambio climático tiene un impacto en la salud humana, afectando tanto directa como indirectamente los determinantes ambientales y sociales de la salud.

A tomar en cuenta que el sector salud, aunque tiene la misión de proteger, es un importante contribuyente a la crisis climática.

La exposición a partículas, especialmente de pequeño calibre, tiene efectos adversos en la salud humana, afectando los sistemas respiratorio y cardiovascular. Es crucial abordar la contaminación del aire para proteger la salud y reducir la mortalidad prematura.

La creciente presencia de residuos plásticos (micro y nanoplásticos) en el ambiente plantea preocupaciones sobre la salud. Se necesita más investigación para comprender sus efectos a largo plazo, las vías de exposición y las estrategias de mitigación necesarias para proteger la salud.

El ruido ambiental tiene efectos nocivos en la salud, especialmente en relación con enfermedades cardiovasculares, calidad del sueño y salud auditiva. Es crucial abordar este problema como un asunto de salud.

El cambio climático está transformando los patrones de transmisión de enfermedades infecciosas, lo que subraya la necesidad de vigilancia y medidas de control para prevenir futuros brotes y proteger la salud global.

Mitigación y adaptación son estrategias complementarias en la gestión del cambio climático, pero tienen enfoques diferentes: Adaptación: Ajustes en respuesta a impactos climáticos. Mitigación: Reducción de las causas del cambio climático. Ambas son esenciales para afrontar los desafíos que presenta el cambio climático y proteger el ambiente y la salud.

**Palabras clave:** ambiente; salud; materia particulada; desechos plásticos; ruido ambiental; mitigación; adaptación.

### Enviroment and health (part. II)

Salvatore Verlezza

### ABSTRACT

This second part states that climate change has an impact on human health, affecting both directly and indirectly the environmental and social determinants of health.

Let's take into account that the health sector, although it has the mission of protecting, is a major contributor to the climate crisis.

Exposure to particles, especially small particles, has adverse effects on human health, affecting the respiratory and cardiovascular systems. Addressing air pollution is crucial to protect health and reduce

---

\* Servicio de Medicina Hospital General del Oeste " Dr. José Gregorio Hernández. Caracas, Venezuela  
\* Correo: verlezza@gmail.com

premature mortality.

The increasing presence of plastic waste (micro and nanoplastics) in the Environment raises health concerns. More research is needed to understand its long-term effects, routes of exposure, and mitigation strategies needed to protect health.

Environmental noise has harmful effects on health, especially in relation to cardiovascular disease, sleep quality and hearing health. It is crucial to address this issue as a health issue.

Climate change is transforming infectious disease transmission patterns, underscoring the need for surveillance and control measures to prevent future outbreaks and protect global health.

Mitigation and adaptation are complementary strategies in climate change management, but they have different approaches: Adaptation: Adjustments in response to climate impacts. Mitigation: Reducing the causes of climate change. Both are essential to face the challenges presented by climate change and protect the environment and health.

**Keywords:** environment; health; particulate matter; plastic waste; environmental noise; mitigation; adaptation.

### IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA <sup>59</sup>

El cambio climático tiene un impacto significativo en la salud humana, afectando tanto directa como indirectamente los determinantes ambientales y sociales de la salud.

**Efectos directos:** Aumento de mortalidad por calor: Se ha documentado que una parte considerable de las muertes por calor en temporadas cálidas se atribuye al cambio climático inducido por el hombre. Eventos climáticos extremos: La frecuencia de fenómenos como olas de calor, incendios forestales, inundaciones y tormentas, ha aumentado, representando amenazas directas para la salud pública.<sup>60</sup>

### Salud respiratoria exacerbación de riesgos:

El cambio climático agrava problemas respiratorios mediante exposición al calor, humo de incendios forestales, aumento de niveles de polen y eventos climáticos extremos.<sup>61-62</sup>

**Vulnerabilidad de los niños:** Los niños son especialmente susceptibles a estos efectos debido a su fisiología en desarrollo y mayor exposición a contaminantes.

**Enfermedades infecciosas: epidemiología alterada:** El cambio climático influye en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores (como dengue y malaria) y enfermedades transmitidas por agua y alimentos. Carga en regiones vulnerables: Estas enfermedades tienden a aumentar en áreas socioeconómicamente desfavorecidas. Patógenos afectados: Más de la mitad de las enfermedades patógenas humanas conocidas pueden ser agravadas por peligros climáticos, resaltando la urgencia de reducir las emisiones de GEI.

Impacto en el sistema inmunológico: alteración de respuestas inmunitarias: El cambio climático puede alterar las defensas del sistema inmunológico, aumentando la incidencia de enfermedades no transmisibles como enfermedades autoinmunes y alergias.

Estos impactos del cambio climático subrayan la necesidad de acciones rápidas para descarbonizar las economías y construir sistemas de salud más resilientes al clima. La protección de la salud humana frente a los efectos del cambio climático es un desafío urgente que requiere atención inmediata. Figura 8,9 y 10

### HUELLA CLIMÁTICA GLOBAL DEL SECTOR DE LA SALUD

Salud sin Daño (HCWH) es una organización internacional que busca transformar el sector de la salud hacia la sostenibilidad ecológica, promoviendo la salud y la justicia ambiental. Desde hace 30 años, trabaja para reducir el uso de sustancias químicas tóxicas y la generación de residuos en este sector.

Figura 8: Impacto del cambio climático



Figura 9: Impacto del cambio climático



Figura 10: Impacto del cambio climático



**Impacto del sector de la Salud:** El sector de la salud es responsable del 4,4% de las emisiones globales netas, equivalentes a 2 gigatoneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto se asemeja a las emisiones anuales de 514 centrales eléctricas de carbón. Si el sector de la salud fuera un país, sería el quinto emisor más grande del mundo. Los tres principales emisores son: Estados Unidos, China y la Unión Europea. El sector de salud de EE. UU. genera 57 veces más emisiones por persona que India, que tiene la séptima huella climática más grande en términos absolutos, pero las más bajas per cápita entre 43 países

#### Fuentes de emisiones:

- **Emisiones directas e indirectas:**
- **Directas:** 17% provienen de los establecimientos de salud.
- **Indirectas:** 12% de fuentes de energía comprada (electricidad, vapor, etc.).
- **Cadena de suministro:** 71% de las emisiones provienen de la producción, transporte y disposición de bienes y servicios.
- **Nacional vs. Internacional:** Aproximadamente el 75% de las emisiones totales se generan a nivel nacional, mientras que un 25% se produce fuera del país de uso final.

Para reducir la huella climática del sector de la salud, se proponen las siguientes acciones basadas en el Protocolo de GEI: **Alcance 1:** Implementar acciones inmediatas para reducir las emisiones de los establecimientos de salud. **Alcance 2:** Invertir en la descarbonización de los sistemas energéticos locales y nacionales, promoviendo el uso de energía limpia y renovable. **Alcance 3:** Establecer criterios de compras bajas en carbono o de emisiones cero para descarbonizar la cadena de suministro.

El sector de la salud, aunque tiene la misión de proteger la salud, es un importante contribuyente a la crisis climática. Es crucial que todos los involucrados en este sector trabajen hacia la meta de emisiones netas cero, aprovechando las iniciativas ya en marcha en hospitales y sistemas de salud

#### EXPOSICIÓN A MATERIA PARTICULADA (PM)<sup>64-66</sup>

La contaminación del aire es un problema global que causa más de 7 millones de muertes prematuras al año, siendo la cuarta causa principal de mortalidad según el Institute for Health Metrics and Evaluation. La OMS indica que 9 de cada 10 personas respiran aire contaminado, lo que aumenta el riesgo de enfermedades no transmisibles como EPOC, enfermedades cardíacas, cáncer de pulmón y ACV.

La mortalidad prematura por contaminación del aire es tres veces mayor que la causada por malaria, tuberculosis y VIH/SIDA combinados, y 15 veces mayor que la debida a guerras. En países de

ingresos bajos y medios, la tasa de mortalidad asociada con la contaminación del aire es 100 veces mayor que en países de ingresos altos. Las enfermedades cardíacas, representan entre el 40% y el 60% de todas las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica.

La materia particulada (PM) incluye aerosoles compuestos por partículas sólidas o gotas líquidas en el aire, categorizadas según su tamaño: PM10: Partículas con un diámetro  $\leq 10 \mu\text{m}$ . PM2.5: Partículas con un diámetro  $\leq 2.5 \mu\text{m}$ , que pueden penetrar profundamente en los pulmones. Partículas ultrafinas: Diámetro  $< 0.1 \mu\text{m}$ , potencialmente más tóxicas.

Fuentes de PM: Primarias: Emitidas directamente por fuentes como industrias, vehículos y centrales eléctricas. Secundarias: Formadas en la atmósfera a partir de contaminantes gaseosos como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

#### **EFFECTOS EN LA SALUD<sup>67-72</sup>**

**Respiratorios:** La exposición a PM2.5 está asociada con un aumento en la mortalidad por enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón. No hay un umbral seguro de exposición.

**Cardiovasculares:** Se ha demostrado que la exposición crónica a PM2.5 aumenta el riesgo de hospitalización por enfermedades cardiovasculares, incluyendo enfermedad isquémica del corazón y ACV. Cada incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM2.5 se relaciona con un aumento significativo en la incidencia de estas enfermedades.

Los ancianos y niños son poblaciones vulnerables y especialmente susceptibles. Los niños menores de cinco años corren mayor riesgo de infecciones respiratorias, mientras que los ancianos tienen mayor riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

**Mecanismos biológicos:** La inhalación de PM2.5 puede provocar: estrés oxidativo e inflamación sistémica, translocación a la circulación sistémica y alteración del Sistema Nervioso Autónomo.

La exposición a PM, especialmente PM2.5, tiene efectos adversos significativos y duraderos en la salud humana, afectando principalmente los sistemas respiratorio y cardiovascular. Es crucial abordar la contaminación del aire para proteger la salud pública y reducir la mortalidad prematura asociada.

#### **EXPOSICIÓN A MICROPLÁSTICOS (MPS) Y NANOPLÁSTICOS (NPS)<sup>73-83</sup>**

Los plásticos son materiales sintéticos o semi-sintéticos que se utilizan en una variedad de aplicaciones cotidianas, desde ropa hasta suministros médicos. Aunque su utilidad es innegable, la gestión inadecuada de residuos plásticos ha generado problemas ambientales significativos, lo que subraya la necesidad de prácticas más sostenibles.

**Tipos de plásticos:** Termoplásticos: Se ablandan al calentar (ej. polietileno, polipropileno). Termoestables: No se ablandan una vez moldeados (ej. resinas epoxi). Elastómeros: Regresan a su forma original tras el estiramiento (ej. caucho).

**Microplásticos y Nanoplásticos:** **Microplásticos:** Partículas  $< 5 \text{ mm}$ , clasificadas en primarios (fabricados así) y secundarios (degradación de plásticos más grandes). **Nanoplásticos:** Partículas entre 1 y 100 nanómetros ( $0.001$  y  $0.1 \mu\text{m}$ ). Ambos tipos de partículas están presentes en el medio ambiente y pueden absorber contaminantes, lo que complica su separación y caracterización.

**Efectos en la salud humana:** La exposición a MPS y NPS puede ocurrir a través de: Inhalación: Aire contaminado, ingestión: alimentos, agua y absorción dérmica: Productos de cuidado personal.

**Consecuencias para la Salud: Toxicidad:** Puede causar toxicidad aguda y crónica, genotoxicidad y carcinogenicidad. Efectos inflamatorios: Inducen estrés oxidativo y apoptosis celular, afectando sistemas respiratorio, cardiovascular y gastrointestinal. Alteraciones microbiológicas: Pueden alterar la microbiota intestinal y causar trastornos enzimáticos digestivos.

**Poblaciones vulnerables:** los recién nacidos

son especialmente susceptibles a los efectos adversos de los MPS, con implicaciones a largo plazo para su salud.

**Mecanismos de entrada al cuerpo:** Los MPS pueden ingresar al cuerpo humano principalmente a través de: Tracto respiratorio: Inhalación de aire contaminado. Tracto digestivo: Ingestión de alimentos y agua. Piel: Contacto directo con productos que contienen MPS.

Los estudios han mostrado que los MPS están presentes en heces, pulmones y placentas humanas, y se han encontrado en tejidos como hígado y cerebro, lo que sugiere una acumulación en el cuerpo.

**Hallazgos recientes:** Investigaciones recientes han detectado MPS en muestras de tejido humano, incluyendo: corazón y tejidos circundantes. Se han encontrado MPS en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, así como en órganos internos: riñones, hígado y cerebro, con aumento en las concentraciones a lo largo del tiempo.

La creciente presencia de MPS y NPS en el medio ambiente plantea serias preocupaciones sobre la salud humana. Se necesita más investigación para comprender sus efectos a largo plazo, las vías de exposición y las estrategias de mitigación necesarias para proteger la salud pública.

#### **MICROBIOMA INTERIOR<sup>84-86</sup>**

El microbioma humano está compuesto por comunidades microbianas que habitan en diversas partes del cuerpo, desempeñando un papel crucial en la salud. La coevolución entre el microbioma y el huésped ha llevado a que estas comunidades influyan en procesos metabólicos, inmunológicos y neurológicos. El microbioma intestinal es fundamental para la regulación de la salud, afectando: inmunidad, metabolismo energético y metabolismo de lípidos y glucosa. Las desviaciones en la composición del microbioma, especialmente el intestinal, se han vinculado con diversas enfermedades como: Obesidad, diabetes tipo 2, esteatosis hepática, enfermedades inflamatorias intestinales y ciertos tipos de cáncer.

El microbioma intestinal se comunica con otros sitios del cuerpo, lo que influye en la función inmunológica y la susceptibilidad a enfermedades. Esta interconexión resalta la importancia de un enfoque holístico para entender cómo las alteraciones en un microbioma pueden impactar en la salud general.

La definición de un microbioma "saludable" es debatida, ya que la variabilidad microbiana a lo largo de diferentes escalas espaciales y temporales complica la aplicación de una definición unificada. Sin embargo, se reconoce que un microbioma equilibrado es esencial para la salud intestinal y, por ende, para la salud general del individuo.

Un microbioma equilibrado es vital para la salud del huésped, y las alteraciones en su composición pueden tener consecuencias significativas para diversas condiciones de salud. Se requiere un enfoque integral para comprender su impacto en el bienestar humano.

#### **RUIDO AMBIENTAL<sup>87-91</sup>**

El impacto del ruido ambiental en la salud se ha convertido en un tema de creciente preocupación, respaldado por evidencia epidemiológica y experimental. El ruido, especialmente el proveniente del tráfico, está asociado con un aumento en el riesgo de diversas enfermedades cardiovasculares.

**Efectos en la salud cardiovascular:** Enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia cardíaca, ACV.

**Mecanismos de impacto:** Fragmentación y acortamiento del sueño, elevación de hormonas del estrés, aumento del estrés oxidativo contribuyen a la disfunción vascular, inflamación e hipertensión arterial.

La exposición a niveles elevados de ruido se asocia con mayor probabilidad de mala calidad del sueño y reducción en la duración del sueño.

**Relación con decibelios (dB):** Cada incremento de 10 dB(A) en la exposición al ruido se relaciona con aumento significativo en la probabilidad de mala calidad del sueño y reducción en su duración.

**Salud auditiva:** El ruido ambiental es una causa importante de pérdida auditiva neurosensorial, generalmente irreversible. Afecta no solo a adultos, sino también a niños y adolescentes, quienes son particularmente vulnerables. La exposición al ruido en la infancia puede tener efectos desproporcionados en comunidades desatendidas, constituyendo un problema de salud pública subestimado en EE. UU.

En países de ingresos bajos y medios, la evidencia sobre los impactos del ruido en la salud es limitada, aunque se han observado relaciones adversas entre la exposición al ruido y la molestia, así como ciertos resultados cardiovasculares. En China, se ha encontrado una asociación positiva entre la exposición al ruido ambiental y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, especialmente en hombres y grupos de edad específicos.

El ruido ambiental tiene efectos nocivos significativos en la salud, especialmente en relación con enfermedades cardiovasculares, calidad del sueño y salud auditiva. Es crucial abordar este problema como un asunto de salud pública para mitigar sus efectos adversos.

### LA SINDEMIA MUNDIAL: OBESIDAD, DESNUTRICIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO<sup>92</sup>

La malnutrición en sus diversas formas —obesidad, desnutrición y otros riesgos alimentarios— es la principal causa de mala salud a nivel mundial.

Además, los efectos del cambio climático agravan considerablemente estos desafíos de salud, considerándose este último como una pandemia debido a su impacto radical en la salud humana y los sistemas naturales.

**La sindemia global:** Las tres pandemias —obesidad, desnutrición y cambio climático— forman una sindemia, que se caracteriza por: coexistencia en el tiempo y el espacio, interacción entre ellas, produciendo secuelas complejas y compartir factores sociales subyacentes comunes.

**Desnutrición:** La desnutrición incluye emaciación, retraso en el crecimiento y deficiencias de

micronutrientes. El índice global del hambre (1992-2017) muestra descensos significativos en la mortalidad infantil, pero la reducción de la emaciación y el retraso en el crecimiento ha sido menos notable. Las tasas actuales de reducción de la desnutrición son insuficientes para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible para 2030.

**Obesidad:** Desde los años 80, ha habido un aumento rápido en la prevalencia de sobrepeso y obesidad, especialmente en países de altos ingresos. Para 2015, se estimó que aproximadamente 2000 millones de personas en el mundo eran obesas. La obesidad está vinculada a tres de las cuatro principales causas de enfermedades no transmisibles (ENT), incluyendo: enfermedades cardiovasculares, DM tipo 2 y ciertos tipos de cáncer.

### Interacciones entre desnutrición y obesidad:

La desnutrición fetal e infantil es un factor de riesgo significativo para la obesidad y sus consecuencias a lo largo de la vida. Carga en países de ingresos bajos y medios (PIBM): Estos países enfrentan la mayor carga de malnutrición, con un aumento en la prevalencia del sobrepeso en niños menores de 5 años, a pesar de una alta prevalencia de retraso en el crecimiento (28%), emaciación (8.8%) y bajo peso (17.4%).

**Obesidad y retraso en el crecimiento:** La obesidad entre niños con retraso en el crecimiento es del 3%, siendo más alta en países de ingresos medios en comparación con los de ingresos bajos.

La sindemia de obesidad, desnutrición y cambio climático representa un desafío multifacético para la salud global. Es esencial abordar estas interacciones complejas para mejorar la salud pública y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible.

### ENFERMEDADES TRANSMISIBLES Y CAMBIO CLIMÁTICO<sup>93-97</sup> **Tabla 2**

El cambio climático tiene un impacto significativo en la epidemiología de las enfermedades infecciosas, afectando su ocurrencia, distribución y transmisión. Este fenómeno se manifiesta a través de cambios en la temperatura, humedad y otros

factores climáticos que influyen en patógenos, vectores y hospedadores.

**Enfermedades transmitidas por vectores:** **ejemplos:** Dengue y malaria son especialmente sensibles a variaciones climáticas. Expansión geográfica: El aumento de temperatura puede ampliar el rango de los vectores, como los mosquitos, aumentando el riesgo de transmisión en áreas previamente no afectadas. Tabla 3, Figura 11

**Enfermedades transmitidas por agua:** Enfermedades como el cólera pueden verse exacerbadas por cambios en los patrones de precipitación y calidad del agua. Figura 12

**Enfermedades zoonóticas:** En lugares como China, se proyectan cambios en los riesgos de transmisión de enfermedades zoonóticas bajo diferentes escenarios climáticos, correlacionados con el calentamiento global y el aumento de la precipitación.

**Virulencia de patógenos:** El calentamiento puede aumentar la mortalidad de hospedadores ectotérmicos infectados por patógenos bacterianos.

Las adaptaciones al cambio climático pueden alterar los entornos y hospedadores que soportan patógenos, lo que puede influir en la transmisión de enfermedades, especialmente en comunidades vulnerables.

Se prevé que los períodos de altas temperaturas aumenten en intensidad y frecuencia, contribuyendo a una mayor carga de morbilidad y costos de atención médica, especialmente en regiones socioeconómicamente desfavorecidas.

**Cambios en el uso del suelo:** Las alteraciones en el uso del suelo y desplazamientos humanos pueden tener efectos drásticos en las enfermedades infecciosas, posiblemente a un ritmo más rápido que el cambio climático mismo.

**Enfermedades tropicales:** El cambio climático está transformando el hábitat de vectores como mosquitos y garrapatas, facilitando el resurgimiento de enfermedades como malaria y dengue en

áreas previamente no afectadas, incluyendo partes de Europa.

**Expansión de enfermedades:** Infecciones transmitidas por vectores como dengue, chikungunya, zika y fiebre amarilla están aumentando su incidencia y distribución geográfica, impulsadas por el cambio climático, el aumento de viajes internacionales y la urbanización.

El cambio climático está transformando los patrones de transmisión de enfermedades infecciosas, lo que subraya la necesidad de vigilancia constante y medidas de control efectivas para prevenir futuros brotes y proteger la salud pública a nivel global.

### **CAMBIO CLIMÁTICO - MITIGACIÓN vs ADAPTACIÓN<sup>98</sup>**

Los efectos negativos del cambio climático son cada vez más evidentes, incluyendo un aumento de la temperatura media de la Tierra de 0,6°C desde el siglo XX y un incremento del nivel del mar de aproximadamente 10 cm. Entre las consecuencias más preocupantes se encuentran la disminución de precipitaciones, sequías, estrés hídrico, proliferación de especies invasoras y pérdida de suelo fértil, lo que lleva a la desertificación.

**Diferencias entre mitigación y adaptación:** **Mitigación:** Se centra en prevenir las causas del cambio climático, es decir, en reducir las fuentes de GEI. **Adaptación:** Se enfoca en actuar sobre los impactos ya ocurridos debido al cambio climático, buscando moderar los daños o aprovechar oportunidades beneficiosas.

Según el Panel Intergubernamental del cambio climático (IPCC), la mitigación implica intervenciones humanas para reducir las fuentes de GEI. Algunas medidas incluyen: Energías renovables: Fomentar el uso de fuentes de energía limpias, Eficiencia energética: Promover tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía, Transporte público: Incentivar su uso para disminuir emisiones, Gestión sostenible: Planificación y uso responsable de recursos, Captura de carbono: Técnicas para eliminar CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

## AMBIENTE Y SALUD (PARTE II)

Tabla 2. ENFERMEDADES TRANSMISIBLES Y CAMBIO CLIMÁTICO

| Mecanismo de sensibilidad climática                                                                                          | Ejemplos de enfermedades específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los microbios infecciosos son directamente sensibles a las variables climáticas (temperatura, precipitaciones, humedad).     | Virus : Enterovirus (enfermedad de manos, pies y boca), Chikungunya, Zika<br>Bacterias : Infección por <i>Vibrio vulnificus</i><br>Hongos : <i>Coccidioidomycosis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Mayor supervivencia y mayor distribución geográfica de vectores y reservorios animales sensibles al clima                    | <u>Especies de mosquitos Aedes : Chikungunya, dengue, fiebre amarilla, Zika, filariasis linfática. Especies de mosquitos</u><br>Anopheles : Filariasis linfática, Especies de mosquitos Culex: Fiebre del Nilo Occidental, filariasis linfática. Flebotomíneos: Variantes de leishmaniasis. Garrapatas ixódidas (duras): Enfermedad de Lyme y otras infecciones borreliales, Enfermedades rickettsiales (fiebre maculosa, fiebre Q), tularemia. Chinchas triatomíneas: Enfermedad de Chagas (tripanoso-miasis americana). |
| Mayor incidencia durante y después de fenómenos meteorológicos extremos                                                      | Inundaciones : infección por <i>Vibrio vulnificus</i> , infección por <i>Mycobacterium marinum</i> , melioidosis ( infección por <i>Burkholderia pseudomallei</i> ), leptospirosis, infección por <i>Chromobacterium violaceum</i> , cromoblastomycosis, blastomycosis, mucormycosis, dermatofitosis, síndromes de pie de inmersión (infección polimicrobiana).<br>Sequía: <i>coccidioidomycosis</i> .                                                                                                                    |
| Migración humana, hacinamiento y pobreza causados por fenómenos meteorológicos extremos relacionados con el cambio climático | Infestación por sarna, infestación por piojos del cuerpo (vector del tifus epidémico y de la fiebre recurrente transmitida por piojos/epidémica), tuberculosis, virus de la inmunodeficiencia humana, enfermedades diarreicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Medidas de adaptación:** La adaptación implica ajustar sistemas humanos y naturales a los efectos del cambio climático. Ejemplos de medidas incluyen: Infraestructuras seguras: Construcción de edificaciones capaces de resistir inundaciones. Reforestación: Restaurar bosques para mejorar la resiliencia ecológica, Cultivo variado: Fomentar la diversidad agrícola para mitigar riesgos de cosechas.

**Investigación climática:** Estudio de patrones de temperatura y precipitación, Planes de evacuación: Preparativos para situaciones de emergencia.

Aunque mitigación y adaptación son estrategias complementarias en la gestión del cambio climático, tienen enfoques diferentes: Adaptación: Ajustes en respuesta a impactos climáticos. Mitigación: Reducción de las causas del cambio climático. Ambas son esenciales para afrontar los desafíos que presenta el cambio climático y proteger el

medio ambiente y la salud humana

### ANEXOS LA "TORMENTA PERFECTA"

Sir John Beddington, asesor científico del gobierno británico, advierte sobre una “tormenta perfecta” que se avecina. Si la tendencia de crecimiento poblacional continúa, se estima que para 2030 la población alcanzará 8.300 millones de personas. Esto generará una demanda insostenible de recursos:

- Alimentos: Aumento del 50% en la demanda.
- Agua: Incremento del 30%.
- Energía: Aumento del 50%.

Además, se prevé que los mantos acuíferos se vuelvan cada vez más escasos y los casquetes polares se derritan, lo que provocará un aumento en los precios de alimentos, energía y vivienda. La migración de la población rural a las ciudades intensificará la demanda de agua y energía, reduciendo la mano de

**Tabla 3: Enfermedades transmitidas por vectores de importancia humana**

| Vector              | Enfermedad causada                                     | Tipo de patógeno   |
|---------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|
| Mosquitos           | Chikungunya                                            | Virus              |
|                     | Dengue                                                 | Virus              |
|                     | Filariasis linfática                                   | Parásito           |
|                     | Fiebre del Valle del Rift                              | Virus              |
|                     | Fiebre amarilla                                        | Virus              |
|                     | Zika                                                   | Virus              |
|                     | filariasis linfática                                   |                    |
|                     | malaria                                                | Parásito           |
|                     | Encefalitis japonesa                                   | Virus              |
|                     | Filariasis linfática                                   | Parásito           |
| Caracoles acuáticos | Esquistosomiasis                                       | Parásito           |
|                     |                                                        |                    |
| Moscas negras       | Oncocercosis                                           | Parásito           |
| Pulgas              |                                                        | Bacterias          |
|                     | Tungiasis de la peste                                  | ectoparásitas      |
| Piojos              | Tifus                                                  | Bacterias          |
|                     | Fiebre recurrente transmitida por piojos               | Bacterias          |
| Flebótomos          | Fiebre del flebótomo por leishmaniasis                 | Virus de bacterias |
|                     |                                                        |                    |
| Garrapatas          | Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo                     | Virus              |
|                     | Enfermedad de Lyme                                     | Bacterias          |
|                     | Fiebre recurrente (borreliosis)                        | Bacterias          |
|                     | Enfermedades rickettsiales (fiebre maculosa, fiebre Q) | Bacterias          |
|                     | Encefalitis transmitida por garrapatas                 | Virus              |
|                     | Tularemia                                              | Bacterias          |
| Chinches triatomo   | Enfermedad de Chagas (trypanosomiasis americana)       | Parásito           |
| Moscas Tsé-Tsé      | Enfermedad del sueño (trypanosomiasis africana)        | Parásito           |

obra disponible para la producción agrícola.

## EL MILAGRO CHINO DE LA MESETA DE LOES

La Meseta de Loes, o Huangtu, es un vasto altiplano de 640.000 km<sup>2</sup> en el curso alto y medio del río Amarillo. Tradicionalmente, sus habitantes cultivaban un suelo fértil, pero la explotación excesiva y la deforestación llevaron al colapso del ecosistema, convirtiéndola en una de las zonas más pobres de China a finales del siglo XX.

Sin embargo, un ambicioso proyecto de restauración ha comenzado a mostrar resultados positivos:

- **Recuperación ecológica:** La vegetación crece al 12,5% anual, y la fauna ha regresado.
- **Beneficios económicos:** A pesar de la reducción del área cultivada, la producción de alimentos ha aumentado, sacando a 2,5 millones de personas de la pobreza, según el Banco Mundial.

Este proyecto demuestra que es posible revertir el daño ambiental causado por la humanidad, beneficiando tanto al ecosistema como a la economía local.

## REFERENCIAS

- 59.-Campbell-Lendrum D, Neville T, Schweizer C, Neira M. Climate Change and Health: Three Grand Challenges. Nat Med. 2023;29(7):1631-1638. doi:10.1038/s41591-023-02438-w.
- 60.-Covert HH, Abdoel Wahid F, Wenzel SE, Lichtveld MY. Climate Change Impacts on Respiratory Health: Exposure, Vulnerability, and Risk. Physiol Rev. 2023;103(4):2507-2522. doi:10.1152/physrev.00043.2022.
- 61.-Mora C, McKenzie T, Gaw IM, et al. Over Half of Known Human Pathogenic Diseases Can Be Aggravated by Climate Change. Nat Clim Chang. 2022;12(9):869-875. doi:10.1038/s41558-022-01426-1.
- 62.-Skevakis C, Nadeau KC, Rothenberg ME, et al. Impact of Climate Change on Immune Responses and Barrier Defense. J. Allergy Clin. Immunol. 2024;153(5):1194-1205. doi: 10.1016/j.jaci.2024.01.016.
- 63.-<https://saludsindanio.org/>
- 64.-Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K; WHF Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution - The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. Glob Heart. 2021;16(1):8. doi: 10.5334/gh.948.

Figura 11: Enfermedades transmitidas por vectores

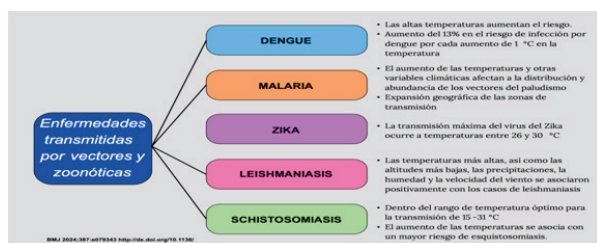
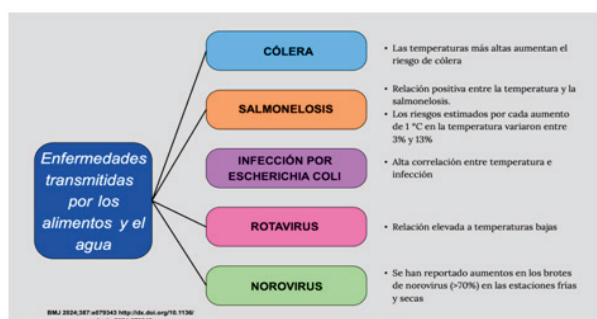


Figura 12: Enfermedades transmitidas por alimentos y agua



65.- Mannucci PM, Harari S, Franchini M. Novel evidence for a greater burden of ambient air pollution on cardiovascular disease. *Haematologica*, 2019;104(12): 2349-2357. doi: 10.3324/haematol.2019.225086.

66.- Boogaard H, Walker K, Cohen AJ. Air pollution: the emergence of a major global health risk factor. *Int Health*. 2019;11(6):417-421. doi: 10.1093/inthealth/ihz078.

67.- Katherine Newell, Ruth P. Cusack, Christiana Kartsonaki, Nagendra Chaudhary, Om P. Kurmi, Household Air Pollution and Associated Health Effects in Low and Middle Income Countries, Editor(s): Sam M Janes, Encyclopedia of Respiratory Medicine (Second Edition), Academic Press, 2022, Pages 387-401. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11494-1>.

68.- Zang ST, Wu QJ, Li XY, et al. Long-Term PM2.5 Exposure and Various Health Outcomes: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses of Observational Studies. *Sci. Total Environ*, 2022; 812:152381. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.152381.

69.- Peralta AA, Castro E, Danesh Yazdi M, et al. Low-Level PM 2.5 Exposure, Cardiovascular and Nonaccidental Mortality, and Related Health Disparities in 12 US States. *Epidemiology* 2025;36(2):253-263. doi:10.1097/EDE.0000000000001820.

70.- Pun VC, Kazemiparkouhi F, Manjourides J, Suh HH. Long-Term PM2.5 Exposure and Respiratory, Cancer, and Cardiovascular Mortality in Older US Adults. *Am. J. Epidemiol*. 2017;186(8):961-969. doi:10.1093/aje/kwx166.

71.- Miller MR, Newby DE. Air pollution and cardiovascular disease: car sick. *Cardiovasc Res*. 2020;116(2):279-294. doi: 10.1093/cvr/cvz228.

72.- Shaherin Basith, Balachandran Manavalan, Tae Hwan Shin, et al. The Impact of Fine Particulate Matter 2.5 on the Cardiovascular System: A Review of the Invisible Killer. *Nanomaterials* 2022, 12(15), 2656; <https://doi.org/10.3390/nano12152656>

73.- Martínez González Valeria Susana, Guerrero Rivera Simón, et al. La problemática de los micro y nanoplasticos en las costas americanas del Océano Pacífico. *Mundo nano [revista en la Internet]*. 2023 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-56912023000100401&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912023000100401&lng=es)

74.- Kai Zhao, Yunman Wei, Jianhong Dong, Penglu Zhao, et al. Separation and characterization of microplastic and nanoplastic particles in marine environment. *Environ Pollution*, 2022;297:118773, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118773>.

75.- Winiarska E, Jutel M, Zemelka-Wiacek M. The Potential Impact of Nano- And Microplastics on Human Health: Understanding Human Health Risks. *Environ Res*. 2024;251(Pt 2):118535. doi: 10.1016/j.envres.2024.118535.

76.- Prattichizzo F, Ceriello A, Pellegrini V, et al. Micro-Nanoplastics and Cardiovascular Diseases: Evidence and Perspectives. *Eur Heart J*. 2024;45(38):4099-4110. doi:10.1093/eurheartj/ehae552.

77.- Subramanian D, Ponnusamy Manogaran G, Dharmadurai D. A Systematic Review on the Impact of Micro-Nanoplastics on Human Health: Potential Modulation of Epigenetic Mechanisms and Identification of Biomarkers. *Chemosphere*. 2024; 363:142986. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.142986.

78.- Jovanović B, Gökdağ K, Güven O, et al. Virgin microplastics are not causing imminent harm to fish after dietary exposure. *Marine Pollution Bulletin*, 2018; 130:123-131, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.016>.

79.- Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environ Inter*, 2021;146:106274, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>.

80.- Danopoulos E, Twiddy M, West R, Rotchell JM. A rapid review and meta-regression analyses of the toxicological impacts of microplastic exposure in human cells. *J. Hazard. Mater.*, 2022; 427: 127861, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127861>.

81.- Prattichizzo F, Ceriello A, Pellegrini V, La Grotta R, et al. Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives. *Eur Heart J*. 2024;45(38):4099-4110. doi: 10.1093/eurheartj/ehae552.

82.- Yang Y, Xie E, Du Z, Peng Z, et al. Detection of Various Microplastics in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Environ Sci Technol*. 2023;57(30):10911-10918. doi: 10.1021/acs.est.2c07179

83.- Nihart AJ, Garcia MA, El Hayek E, Liu R, Olewine M, et al. Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains. *Nat Med*. 2025 feb 3. doi: 10.1038/s41591-024-03453-1. Epub ahead of print. Erratum in: *Nat Med*. 2025 Mar 31. doi: 10.1038/s41591-025-03675-x.

84.- Joos R, Boucher K, Lavelle A, Arumugam M, Blaser MJ, et al. Human Microbiome Action Consortium; Examining the healthy human microbiome concept. *Nat Rev Microbiol*. 2025;23(3):192-205. doi: 10.1038/s41579-024-01107-0.

85.- Chaudhary PP, Kaur M, Myles IA. Does "All Disease Begin in the Gut"? The Gut-Organ Cross Talk in the Microbiome. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2024;108(1):339. doi:10.1007/s00253-024-13180-9.

86.- Van Hul M, Cani PD, Petitfils C, et al. What Defines a Healthy Gut Microbiome? *Gut*. 2024;73(11):1893-1908. doi:10.1136/gutjnl-2024-333378.

87.- Münzel T, Molitor M, Kuntic M, et al. Transportation Noise Pollution and Cardiovascular Health. *Circ Res* 2024;134(9):1113-1135. doi:10.1161/CIRCRESAHA.123.323584.

88.- Li W, Cai J, Liao G, Kwan MP, Tse LA. Individual-Level Noise Exposure and Its Association With Sleep Quality and Duration: A Cross-Sectional Study Using Real-Time Data. *Science Total Environ*. 2024; 955:177047. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.177047.

89.- Balk SJ, Bochner RE, Ramdhanie MA, Reilly BK. Preventing Excessive Noise Exposure in Infants, Children, and Adolescents. *Pediatrics*. 2023;152(5):e2023063753. doi:10.1542/peds.2023-063753.

90.- Wang J, Jin J, Chen Y, et al. High Spatial Resolution Environmental Noise Assessment and Its Associations With Risks of Cardiovascular Diseases Based on Digital Healthcare Data in China. *Environ Int.*, 2025; 198:109408. doi: 10.1016/j.envint.2025.109408.

- 91.- Münzel T, Kuntic M, Daiber A, Sørensen M. Transportation noise and the cardiometabolic risk. *Atherosclerosis*. 2025;119148. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2025.119148.
- 92.- Swinburn, Boyd A et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet*, 2019;393(10173): 791-846. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8)
- 93.- Anikeeva O, Hansen A, Varghese B, et al. The Impact of Increasing Temperatures Due to Climate Change on Infectious Diseases. *BMJ* 2024;387: e079343. doi:10.1136/bmj-2024-079343.
- 94.- Cao B, Bai C, Wu K, et al. Tracing the Future of Epidemics: Coincident Niche Distribution of Host Animals and Disease Incidence Revealed Climate-Related Risk Shifts of Main Zoonotic Diseases in China. *Glob Chang Biol*. 2023;29(13):3723-3746. doi:10.1111/gcb.16708.
- 95.- Titcomb G, Uelmen J, Janko M, Nunn C. Infectious Disease Responses to Human Climate Change Adaptations. *Global Change Biology*. 2024;30(8):e17433. doi:10.1111/gcb.17433.
- 96.- Pavia G, Branda F, Ciccozzi A, Romano C, Locci C, et al. The issue of climate change and the spread of tropical diseases in Europe and Italy: vector biology, disease transmission, genome-based monitoring and public health implications. *Infect Dis* 2025;57(2):121-136. doi: 10.1080/23744235.2024.2437027.
- 97.- Espinal MA, Andrus JK, Jauregui B, et al. Emerging and Reemerging Aedes-Transmitted Arbovirus Infections in the Region of the Americas: Implications for Health Policy. *Am J Public Health*. 2019;109(3):387-392. doi:10.2105/AJPH.2018.304849.
- 98.- <https://ciifen.org/adaptacion-y-mitigacion/>